

¿Rosca fina o gruesa, tornillo duro o blando?

Una pequeña lección sobre tornillería

Jan Hinrich Löken (Quality Manager)

J.Loeken@industriehof.com



Los tornillos están en todas partes y, sin embargo, en la vida cotidiana casi pasan desapercibidos. Estamos totalmente acostumbrados a su presencia en nuestras vidas y con razón, porque es el elemento de fijación suelto más utilizado de nuestro tiempo. Probablemente no haya nadie entre nosotros que no los conozca de una u otra forma. No obstante, a menudo se los subestima. Un pequeño tornillo de acero puede aguantar fuerzas enormes. Esto se ve muy claro en el ejemplo del cálculo de la fuerza de retención.

Tornillos para madera, de carroceros o pernos; con cabeza hexagonal, alomada o avellanada; con cuello cuadrado o con huella: Allen, Torx, cruz o ranura. A estas alturas, existen tantos modelos y formas que es muy fácil perderse. Sin embargo, algunos aspectos son universales. Cada tornillo tiene una resistencia mínima a la tracción y un límite elástico. Además, cada tornillo tiene lo que se llama una fuerza de pretensado y un par de apriete correspondiente. El cálculo de estos valores es a veces costoso y complejo. Por esta razón, existen tablas en las que averiguar los valores correspondientes. A continuación, nos centraremos en los tornillos de cabeza hexagonal, ya que en el mundo agrícola están por todas partes.



1. Dimensión nominal y paso de rosca

La dimensión nominal de los tornillos métricos está normalizada. Delante del diámetro nominal se pone la mayúscula M para indicar que la rosca es métrica. Así se obtiene la siguiente denominación para un tornillo métrico de 12 mm de diámetro y una rosca estándar (gruesa): M12.

Además de las roscas estándar, están las roscas finas. En este caso, las vueltas de las roscas están más juntas que en un tornillo normal con el mismo diámetro. Eso hace que el tornillo tenga más autobloqueo. Esto significa que existe una menor probabilidad de que la tuerca se suelte durante del trabajo por sí sola. En este caso, además del diámetro nominal, se indica también el paso de rosca en mm: M12x1

Si hay que indicar también la longitud útil del tornillo, se añade a la denominación el número en mm: M12x45

2. La calidad del tornillo

En general, los tornillos de cabeza hexagonal se fabrican de acero. La calidad del material utilizado suele estar grabada en la cabeza del tornillo. El indicador consta de dos o tres dígitos, a menudo separados por un punto. Las calidades más comunes en la agricultura son 8.8, 10.9 y 12.9. Estas cifras también sirven para calcular la resistencia mínima a la tracción y el límite elástico.

3. El tornillo y su tuerca

Una de las reglas más importantes para elegir los tornillos es mirar la tuerca correspondiente. La regla general es: ¡el tornillo siempre tiene que ser de calidad superior! Si el tornillo es de 12.9, se optará por una tuerca de 10.9; si el tornillo es solo de 8.8, la tuerca será de 6.8.

Esto se explica de la siguiente manera: la tuerca es la pieza más pequeña y más barata de esta unión. Si la carga fuese demasiado grande, es la tuerca la que debe sufrir los daños y no el tornillo. Un consejo importante sobre el uso de tuercas autoblocantes:

La rosca del tornillo deberá sobresalir de la tuerca al menos una vuelta, ya que de lo contrario no funciona el efecto de bloqueo del anillo de nailon o el inserto metálico. Cuando se espera que la tuerca tenga una exposición elevada al calor, debe utilizarse siempre una tuerca autoblocante enteramente metálica. En ciertas circunstancias, el anillo de nailon puede derretirse y entonces se pierde el efecto de retención. ¡Tampoco se debe usar NUNCA una tuerca autoblocante por segunda vez!

Otro consejo práctico: si el tornillo y la tuerca están hechos de acero inoxidable, desenroscar la unión puede dar lugar al famoso «gripado». En este caso las roscas del tornillo y de la tuerca se escarian mutuamente. Esto se debe al alto contenido de cromo en el material. En algunos casos, la única forma de deshacer la unión es destruyéndola (por ejemplo, arrancándola/cortándola). Un poco de grasa de grafito en la rosca durante el montaje puede evitarlo.



4. Campo de aplicación de las distintas calidades

La calidad del tornillo es la que decide su aplicación. Para fijar una punta, por ejemplo, sobre una vertedera, debería usarse uno de 12.9. Debido a la larga palanca hacia delante y a la gran longitud del eje, en esta zona los tornillos están sometidos a cargas muy grandes. En este contexto, es especialmente importante una elevada fuerza de pretensado para mantener el alineamiento estático de las piezas sobre la cama. El elevado límite elástico es una ventaja en este caso y el hecho de que la resistencia mínima a la tracción sea solo ligeramente superior no es un problema, ya que el momento dinámico suele absorberse en otro lugar. A modo de ejemplo, cabe citar los tornillos de arado y también el amarre chisel. El atornillado horizontal o vertical en las alas laterales es otra cosa. Aquí el tornillo está cerca del punto de palanca, por lo que bastará con un 10.9. Lo único que motivaría un tornillo más sólido sería el desgaste de la cabeza del tornillo por la abrasión del suelo.

En el caso de las piezas del arado, basta en principio con un 10.9, ya que los tornillos están sujetos a tracción solo de forma limitada y, en general, hay varios tornillos en distintos lugares que deben asegurar solamente la posición de la chapa en el dispositivo de arado. No obstante, el hecho de que la cabeza de los tornillos se hunda a menudo en las chapas hace que la abrasión en este caso sea despreciable. Pero también aquí pueden darse casos, naturalmente, en los que el tornillo estándar se rompa o cizalle de vez en cuando. Sin embargo, en un caso así, lo primero que hay que hacer es comprobar los ajustes de la máquina antes de utilizar un tornillo más sólido.

Por supuesto, también hay casos en los que un daño es deseable. Un tornillo de arado debe ser siempre el elemento más débil para que sea lo primero que se rompa antes de que otras partes resulten afectadas. Por lo general, en vez de un 10.9 aquí se usa más bien un 8.8. Sin embargo, esto también depende de la longitud de la palanca de la cama y de la fuerza de accionamiento deseada. De hecho, vale la pena a veces agarrar lápiz y papel y hacer un breve cálculo. Por lo demás, también está simplemente el probar en la práctica. Algunos fabricantes de maquinaria también suministran tornillos de arado con una entalladura para definir con precisión el sitio y la fuerza de la rotura.

5. Recubrimientos y protección contra la corrosión

Dado que los tornillos se utilizan en cualquier condición meteorológica, a menudo requieren una capa protectora. La forma más común de recubrimiento es la galvanización. Algunos de los tornillos también se venden lacados o pavonados. El acabado más frecuente, además del galvanizado, es el llamado «pulido». Sin embargo, esto no significa necesariamente que los tornillos brillen después de ese proceso. Se denominan pulidos todos los tornillos sin protección contra la corrosión a largo plazo. También pueden tener una superficie negra o quemada.

6. Cálculo del límite elástico, de la resistencia mínima a la tracción y de la fuerza de retención

El límite elástico es la fuerza a la que el tornillo comienza a deformarse de forma plástica. La resistencia mínima a la tracción indica la fuerza a la que comienza a romperse el tornillo. Dado que, en principio, el tornillo se debe deformar durante el trabajo solo de modo elástico, el límite elástico suele ser, por lo tanto, el valor de mayor importancia. Solo en el caso de los tornillos de arado la resistencia mínima a la tracción es decisiva, ya que lo deseable es que se rompa el tornillo en caso de sobrecarga. El cálculo de los dos valores es sencillo e igual para todas las calidades. Para determinar la resistencia mínima a la tracción, el valor antes del punto se multiplica por 100. Para calcular el límite elástico, el número anterior al punto se multiplica por el número detrás del punto y por 10. A continuación se adaptan los valores al diámetro del tornillo. Para ello, se calcula el área de la sección en mm^2 y se multiplica por el límite elástico.



6.1 Fórmulas y cálculos

Las fórmulas necesarias para los cálculos se presentan de nuevo en los gráficos siguientes para cada método de cálculo.

Cálculo del límite elástico y la resistencia a la tracción a partir de la calidad:

Tornillo 10.9

Límite elástico: $10 \times 9 \times 10 = 900 \text{ N/mm}^2$

Resistencia a la tracción: $10 \times 100 = 1000 \text{ N/mm}^2$

Cálculo del límite elástico en función de la sección del tornillo:

Tornillo M12

Sección: $12 \text{ mm} \times 12 \text{ mm} \times \frac{3}{4} = 113 \text{ mm}^2$

Fuerza de retención: $113 \text{ mm}^2 \times 900 \text{ N/mm}^2 = 101.700 \text{ N}$

Esto equivale a 10,17 toneladas de peso

En el cálculo se ve claramente lo grandes que son las fuerzas que puede absorber un solo tornillo de 12 mm de diámetro y una calidad de 10.9. Por ejemplo, se podría colgar en uno solo de estos tornillos un tractor mediano, incluido el arado con enganche tripuntal, y aguantaría.

7. Pares de apriete y fuerza de pretensado

Dado que la fuerza de pretensado solo existe como valor teórico y solo puede demostrarse en una unión roscada con instrumentos de medición especiales, el valor realmente importante es el par de apriete. Puede ajustarse y aplicarse directamente mediante una llave dinamométrica. La tabla siguiente muestra los pares de apriete de los tornillos más usados con rosca estándar. El par de apriete se indicará en newtons por metro (Nm).

Diámetro nominal	Calidad 8.8	Calidad 10.9	Calidad 12.9
M6	10 Nm	14 Nm	17 Nm
M8	25 Nm	35 Nm	42 Nm
M10	50 Nm	70 Nm	85 Nm
M12	87 Nm	122 Nm	147 Nm
M16	210 Nm	299 Nm	357 Nm
M20	411 Nm	578 Nm	696 Nm
M24	710 Nm	1000 Nm	1196 Nm



8. Conclusiones

Está claro que el tornillo (por muy insignificante que parezca) tiene mucho que ofrecer. Al diseñar una estructura, siempre merece la pena prestar atención a qué tornillo es el más indicado para los fines propuestos. A veces incluso esto puede traducirse en un ahorro de dinero, si el tornillo está dimensionado correctamente. Sin mencionar el disgusto y el tiempo de trabajo que cuesta reemplazar un tornillo roto. Quien se haya tomado un poco más de tiempo y trabajo previamente, no lo lamentará.

