

DILLIMAX 690

**Acero de grano fino de alta resistencia
templado y calmado**

Ficha técnica, edición abril de 2016¹

La versión inglesa de esta ficha técnica es la única con valor jurídico.

DILLIMAX 690 es un acero estructural de grano fino de alta resistencia templado y calmado con un límite elástico mínimo de 690 Mpa (100 ksi)² en estado de suministro (en relación al espesor mínimo de chapa).

Los campos de utilización de DILLIMAX 690 son los de soldadura de estructuras de acero incorporadas a construcciones mecánicas, construcciones de plantas y obras estructurales en acero, tales como maquinaria para ingeniería estructural, plantas de transporte, elevadoras, grúas, compuertas de esclusas, puentes y bastidores.

Descripción del producto

Denominación y ámbito de aplicación

DILLIMAX 690 está disponible en tres calidades:

- **Basic (B)** con valores de resiliencia mínimos incluso a -20 °C (-4 °F)²: **DILLIMAX 690 B**
Acero número 1.8931 – S690Q conforme a lo establecido en EN 10025-6
- **Tough (T)** con valores de resiliencia mínimos incluso a -40 °C (-40 °F)²: **DILLIMAX 690 T**
Acero número 1.8928 – S690QL conforme a lo establecido en EN 10025-6
- **Extra tough (E)** con valores de resiliencia mínimos incluso a -60 °C (-76 °F)²: **DILLIMAX 690 E**
Acero número 1.8988 – S690QL1 conforme a lo establecido en EN 10025-6

DILLIDUR 690 está disponible como grado básico (B) o grado duro (T) en espesores de 6 a 255 mm (¼ to 10 in.)², y como grado extra duro (E) en espesores de 6 a 200 mm (¼ to 8 in.)² según el programa dimensional. Para dimensiones que se desvían del programa dimensional al uso, rogamos nos consulten.

DILLIMAX 690 cumple con la normativa establecida en EN 10025-6.

¹ La última versión se puede descargar de <http://www.dillinger.de>.

² Los valores entre paréntesis son solamente para información.

Composición química

Valores límite de análisis de colada (expresados en %):

DILLIMAX 690	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V+Nb	B
B, T, E t ≤ 200 mm	≤ 0.20	≤ 0.50	≤ 1.60	≤ 0.018	≤ 0.005	≤ 1.50	≤ 1.80	≤ 0.60	≤ 0.10	≤ 0.004
B, T t > 200 mm	≤ 0.18						≤ 2.60	≤ 0.70		

El acero es de grano fino pero con un contenido suficiente en aluminio.

Los valores limitantes de CEV³ están ligeramente por debajo de los valores indicados en EN 10025-6:

Espesor de la chapa t [mm]	DILLIMAX 690 max. CEV ^a (CET ^b) [%]	Véase EN 10025-6 max. CEV ^a [%]
t ≤ 25	0.50 (0.35)	0.65
25 < t ≤ 50	0.55 (0.38)	0.65
50 < t ≤ 100	0.67 (0.40)	0.77
100 < t ≤ 150	0.75 (0.43)	0.83
150 < t ≤ 255	0.78 (0.45)	-

^a CEV = C + Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Cu+Ni)/15

^b CET = C + (Mn+Mo)/10 + (Cr+Cu)/20 + Ni/40

Para equivalentes en carbono inferiores, rogamos nos consulten.

Estado de suministro

Templado al agua conforme a lo establecido en EN 10025-6.

³ CEV = C + Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Cu+Ni)/15

Propiedades mecánicas en estado de suministro

Ensayo de tracción a temperatura ambiente - probeta transversal –

Espesor de la chapa t [mm] (in.) ^a	Resistencia a la tracción R _m ^b [MPa] (ksi) ^a	Limite elástico mínimo R _{eH} ^{b,c} [MPa] (ksi) ^a	Elongación mínima	
			A ₅ ^b [%]	A _{2in.} ^{b,d} [%]
t ≤ 65 (2.5)	770 – 930 (112 – 136)	690 (100)	14	15
65 (2.5) < t ≤ 100 (4)	770 – 930 (112 – 136)	670 (97)		
100 (4) < t ≤ 150 (6)	720 – 900 (104 – 130)	630 (91)		
150 (6) < t ≤ 200 (8)	700 – 880 (102 – 128)	610 (88)		
200 (8) < t ≤ 255 (10)	690 – 870 (100 – 126)	600 (87)		

^a Los valores entre paréntesis son solamente para información

^b Se pueden solicitar valores mínimos más altos. Para aplicaciones offshore hay grados especiales disponibles.

^c Si no es evidente, se mide en su lugar la resistencia a la tracción Rp0.2.

^d Estos valores se aplican si se realiza el ensayo según ASTM A370.

Ensayo de resiliencia, probeta Charpy

DILLIMAX 690	Dirección de la probeta	Energía de impacto KV ₂ [J] (ft.-lb.) ^a la temperatura de ensayo ^b
Básica (B)	longitudinal / transversal adicionalmente:	30/27 (22/20) a -20 °C (-4 °F) ^a según EN 10025-6 60/40 (44/30) a -20 °C (-4 °F) en espesores hasta de 120 mm
Alta dureza (T)	longitudinal / transversal adicionalmente:	30/27 (22/20) a -40 °C (-40 °F) ^a según EN 10025-6 60/40 (44/30) a -40 °C (-40 °F) en espesores hasta de 120 mm
Extra duro (E) ^c	longitudinal / transversal adicionalmente:	30/27 (22/20) a -60 °C (-76 °F) ^a según EN 10025-6

^a Los valores entre paréntesis son solamente para información

^b Se pueden solicitar requisitos de tenacidad más altos. Para aplicaciones offshore hay grados especiales disponibles. El valor mínimo especificado es la media de 3 ensayos. Solamente se permite que un valor individual esté por debajo de este valor mínimo y por menos de un 30%. Para espesores por debajo de 12 mm el ensayo se podrá realizar en probetas Charpy-V con un ancho reducido que será como mínimo de 5 mm. El valor mínimo del impacto se reducirá proporcionalmente.

^c El grado extra duro E según esta hoja técnica solamente se encuentra disponible para espesores hasta 200 mm. A petición del cliente se pueden acordar requerimientos de impacto mejorados.

Control

Los ensayos de tracción y resiliencia se realizarán según la norma EN 10025-6 una vez por colada y cada 40 t. Los ensayos sobre cada chapa tratada térmicamente están a disposición bajo petición.

Las probetas del ensayo de tracción se preparan según las partes 1 y 6 de EN 10025-6. Los ensayos se realizan con probetas de longitud normalizada $L_0 = 5,65 \cdot \sqrt{S_0}$ o $L_0 = 5 \cdot d_0$, según la norma EN ISO 6892-1.

Rogamos nos consulten para ensayos de tracción según ASTM A370.

El ensayo de resiliencia se realizará sobre probetas Charpy-V según la norma EN 10045-1 usando un péndulo de 2 mm.

Excepto acuerdo contrario, los resultados del ensayo se documentan en un certificado 3.1 según la norma EN 10204.

Identificación de las chapas

De forma estándar, el marcaje de las chapas se realiza por estampación e incluye, como mínimo, la siguiente información:

- designación del acero (por Ejemplo DILLIMAX 690 B, T o E)
- número de colada
- número de chapa madre y chapa individual
- logo del fabricante
- logo del encargado de inspección

Condiciones de puesta en obra

Las técnicas de puesta en obra y mecanización utilizadas son fundamentales para conseguir un resultado óptimo con los productos fabricados a partir de este acero. El usuario debe cerciorarse de que sus procedimientos de cálculo, de construcción y de fabricación son los adecuados para la calidad del material, que se corresponden con la normativa profesional aplicable y que se adaptan al uso final contemplado. La elección del material es responsabilidad del usuario. Se deben aplicar las recomendaciones recogidas por las normas EN 1011-2 (Soldadura) y CEN/TR 10347 (Conformación) así como las recomendaciones sobre seguridad establecidas en su país.

Conformación en frío

Conformación en frío significa conformado por debajo de la temperatura máxima de liberación de tensiones permisible [560 °C (1 040 °F)]. DILLIMAX 690 se puede conformar en frío teniendo en cuenta su elevada resistencia a la tracción. A fin de evitar el riesgo de inicio de grietas, se recomienda amolar los cantos cizallados u oxicotados en la zona de plegado antes de proceder a la conformación. El conformado en frío está relacionado con el endurecimiento del acero y la disminución en la tenacidad. Algunos códigos pueden limitar la elongación máxima durante el conformado en frío. Dependiendo del código de diseño correspondiente, es posible que se necesiten radios de plegado mayores que los indicados en la tabla. Para mayores cantidades de conformado en frío, le recomendamos que consulte al productor de acero antes de cursar el pedido.

Durante la mecanización, se deben tomar las medidas de seguridad necesarias para evitar posibles peligros originados por una posible fractura de la pieza durante el proceso de conformación.

Por lo general, se pueden obtener los siguientes valores de conformación en frío sin que se produzcan defectos en la superficie („t“ representa el espesor de la chapa):

	Radio mínimo de plegado	Apertura mínima de matriz
Sentido transversal	2 t	7 t
Dirección longitudinal	3 t	9 t

Conformación en caliente

Si se supera la temperatura de 560 °C (1 040 °F), el calzado inicial se alterará de manera que afectará a las propiedades mecánicas.

Para recuperar las propiedades iniciales, puede ser necesario un nuevo tratamiento de templado y calzado. Sin embargo, el templado al agua de una pieza o componente transformado será por lo general menos eficaz que el templado original de la chapa, de forma que no será fácil para el fabricante restablecer las propiedades necesarias, y por tanto, el conformado en caliente no es adecuado. Por ello recomendamos contactar con el productor del acero antes de cursar el pedido siempre que se vaya a necesitar conformación en caliente.

Por último, es responsabilidad del transformador obtener los valores requeridos del acero mediante un tratamiento térmico adecuado.

Soldadura y oxicorte

Debido a su elevada resistencia a la tracción, DILLIMAX 690 requiere un cuidado especial durante el procesado de la chapa. Para oxicortado se recomiendan las siguientes temperaturas mínimas de precalentamiento: 25 °C (77 °F) para espesores hasta 20 mm, 50 °C (122 °F) para espesores hasta 50 mm, 100 °C (212 °F) para espesores hasta 100 mm, 150 °C (302 °F) para espesores hasta 200 mm y 180 °C (356 °F) para espesores mayores.

Para piezas oxicortadas de espesores muy altos podría ser necesario un tratamiento térmico posterior a aproximadamente 200°C (390°F) o, en su caso, un enfriamiento controlado (p.ej. cubriendo las piezas con mantas térmicas para facilitar la efusión del hidrógeno y la reducción de las tensiones internas).

Para obtener instrucciones generales sobre soldadura, consulte la norma EN 1011. Para asegurarse de que la resistencia a la tracción del metal soldado cumple los requisitos del metal de base, el suministro de calor y la temperatura interpasos deben limitarse durante la soldadura. La experiencia demuestra que las condiciones de soldadura deben elegirse de manera que el tiempo de enfriamiento $t_{8/5}$ no exceda de 20 segundos. Esto es aplicable cuando se usan materiales de relleno adecuados para la clase correspondiente de resistencia a la tracción.

La elevada resistencia a la tracción del material de base debe tenerse en cuenta al elegir los materiales de relleno. Debe tenerse en cuenta que un aumento en el suministro de calor puede disminuir las propiedades de tracción en el metal soldado. Si se planea un tratamiento térmico de alivio de tensiones durante o después del procesado de la chapa, esto debe tenerse en cuenta al seleccionar los materiales de aporte. A fin de evitar grietas en frío inducidas por hidrógeno, solo se pueden usar materiales de

aporte que añadan poco hidrógeno al material de base. Por tanto, se recomienda utilizar la soldadura por arco. Para la soldadura por arco, se deben utilizar electrodos con revestimiento básico (tipo HD<5 ml/100 g, según la norma ISO 3690) y se debe realizar un secado según las instrucciones del fabricante. A medida que aumenta el espesor de la chapa aumentan la carga de hidrógeno y la tensión interna de la línea de soldadura por lo tanto se recomienda la efusión del hidrógeno directamente por el calor de la soldadura.

Tratamiento térmico

Se puede realizar un tratamiento térmico para aliviar tensiones con una temperatura máxima de 560 °C (1 040 °F) y un tiempo mantenimiento máximo de 60 minutos sin un deterioro importante de las propiedades. Después del tratamiento térmico para aliviar tensiones con los parámetros especificados, las propiedades mecánicas y tecnológicas requeridas se obtienen. Antes de cursar el pedido hay que especificar detalladamente si deben aplicarse temperaturas más altas para aliviar tensiones o tiempos de mantenimiento más largos. Un control de los parámetros de un tratamiento térmico para aliviar tensiones de una chapa suministrada es posible, si nos consulten. A petición, se pueden verificar los parámetros adecuados para el tratamiento térmico de alivio de tensiones de la chapa suministrada.

Se proporcionan instrucciones detalladas para el oxicorte, soldado, mecanizado y sobre las propiedades estructurales de DILLIMAX en la información técnica *“MAKE SAVINGS WITH HIGH STRENGTH STEELS - DILLIMAX”*.

Condiciones generales técnicas de entrega

Excepto acuerdo contrario, se aplica la norma EN 10021 para las condiciones generales técnicas de entrega.

Tolerancias

Excepto acuerdo contrario, las tolerancias serán según la norma EN 10029 – clase A para el espesor, y tabla 4, grupo de acero H, para la máxima desviación de planeidad Si se requieren desviaciones de planeidad menores, rogamos nos consulten antes de cursar el pedido.

Estado superficial

Excepto acuerdo contrario, se aplican las prescripciones de la norma EN 10163-2 – clase A2.

Verificación ultrasonido

Salvo que se especifique lo contrario, DILLIMAX 690 cumple con las prescripciones de la clase S₁/E₁ según la norma EN 10160.

Observaciones generales

Si se requieren condiciones particulares diferentes de las descritas en esta ficha técnica, rogamos nos comuniquen dichas especificaciones para nuestra revisión y aprobación antes de cursar el pedido. La información contenida en esta ficha técnica es una descripción del producto. Esta ficha técnica se actualizará para demandas particulares. La última versión se puede solicitar a la fábrica o se puede descargar de www.dillinger.de.

Contacto

Para conocer los distribuidores locales
póngase en contacto con nuestra oficina coordinadora de
Dillingen:

Teléfono: +49 6831 47 2223

Telefax: +49 6831 47 3350

o consúltelo en nuestra web:

<http://www.dillinger.de/dh/kontakt/weltweit/index.shtml.en>

AG der Dillinger Hüttenwerke
Apartado de correos 1580
66748 Dillingen/Saar, Alemania

e-Mail: info@dillinger.biz

www.dillinger.de

Teléfono: +49 6831 47 3461

Telefax: +49 6831 47 3089