

# Estudio de Calidad de Material

## Bulón Dodecagonal M24 x 1,5 x 145 - Calidad 12.9

### Caso de Estudio

Se reciben dos bulones dodecagonal M24 x 1,5 x 145 - Calidad 12.9. Se realizaron ensayos de tracción, dureza, metalografía y composicionales para determinar si los mismos cumplen con la calidad 12.9 según norma ISO 898-1.



Figura 1: Bulón Dodecagonal M24 x 1,5 x 145

A continuación se remarcan las características mas relevantes de los mismos:

Composición Química:

Property class	Material and heat treatment	Chemical composition limits (cast analysis, %) <sup>a</sup>					Tempering temperature °C min.
		C		P	S	B <sup>b</sup>	
		min.	max.	max.	max.	max.	
12.9 <sup>f, h, i</sup>	Alloy steel quenched and tempered <sup>g</sup>	0,30	0,50	0,025	0,025	0,003	425
12.9 <sup>f, h, i</sup>	Carbon steel with additives (e.g. Boron or Mn or Cr or Molybdenum) quenched and tempered	0,28	0,50	0,025	0,025	0,003	380

## Propiedades Físicas y Mecánicas:

No.	Mechanical or physical property	Property class										
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9/ 12.9	
							$d \leq 16$ mm <sup>a</sup>	$d > 16$ mm <sup>b</sup>	$d \leq 16$ mm			
1	Tensile strength, $R_m$ , MPa	nom. <sup>c</sup>	400		500	500	600	800	800	900	1000	1200
		min.	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
2	Lower yield strength, $R_{eL}$ <sup>d</sup> , MPa	nom. <sup>c</sup>	240	—	300	—	—	—	—	—	—	—
		min.	240	—	300	—	—	—	—	—	—	—
3	Stress at 0,2 % non-proportional elongation, $R_{p0,2}$ , MPa	nom. <sup>c</sup>	—	—	—	—	—	640	640	720	900	1080
		min.	—	—	—	—	—	640	660	720	940	1100
4	Stress at 0,0048 of non-proportional elongation for full-size fasteners, $R_{p0,01}$ , MPa	nom. <sup>c</sup>	—	320	—	400	480	—	—	—	—	—
		min.	—	340 <sup>e</sup>	—	420 <sup>e</sup>	480 <sup>e</sup>	—	—	—	—	—
5	Stress under proof load, $S_p$ <sup>f</sup> , MPa	nom.	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
		Proof strength ratio $\frac{S_{p,nom}/R_{eL, min}}{S_{p,nom}/R_{p0,2, min}}$ or $\frac{S_{p,nom}/R_{p0,01, min}}{S_{p,nom}/R_{p0,01, min}}$		0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88
6	Percentage elongation after fracture for machined test pieces, $A$ , %	min.	22	—	20	—	—	12	12	10	9	8
7	Percentage reduction of area after fracture for machined test pieces, $Z$ , %	min.	—					52		48	48	44
8	Elongation after fracture for full-size fasteners, $A_f$ (see also Annex C)	min.	—	0,24	—	0,22	0,20	—	—	—	—	—
9	Head soundness		No fracture									

No.	Mechanical or physical property	Property class										
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9/ 12.9	
							$d \leq 16$ mm <sup>a</sup>	$d > 16$ mm <sup>b</sup>	$d \leq 16$ mm			
10	Vickers hardness, HV $F \geq 98$ N	min.	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
		max.	220 <sup>g</sup>					250	320	335	360	380
11	Brinell hardness, HBW $F = 30 D^2$	min.	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
		max.	209 <sup>g</sup>					238	304	318	342	361
12	Rockwell hardness, HRB	min.	67	71	79	82	89	—				
		max.	95,0 <sup>g</sup>					99,5	—			
	Rockwell hardness, HRC	min.	—					22	23	28	32	39
		max.	—					32	34	37	39	44
13	Surface hardness, HV 0,3	max.	—					h			h, i	h, j
14	Height of non-decarburized thread zone, $E$ , mm	min.	—					$1/2 H_1$			$2/3 H_1$	$3/4 H_1$
	Depth of complete decarburization in the thread, $G$ , mm	max.	—					0,015				
15	Reduction of hardness after retempering, HV	max.	—					20				
16	Breaking torque, $M_B$ , N-m	min.	—					in accordance with ISO 898-7				
17	Impact strength, $K_V$ <sup>k, l</sup> , J	min.	—	27	—	—	27	27	27	27	m	
18	Surface integrity in accordance with		ISO 6157-1 <sup>n</sup>									ISO 6157-3

## Composición Química

Se determina la composición química del acero según Norma ASTM E 415. La composición química se encuentra dentro de la especificación.

Elemento	Wt. %
Carbono	0,410
Manganeso	0,840
Silicio	0,280
Fósforo	0,008
Azufre	0,013
Cromo	0,990
Níquel	0,049
Molibdeno	0,190

Tabla 1: Composición química del material

## Ensayo de Tracción

El ensayo de tracción es realizado según Norma ISO 898-1. Los valores obtenidos se encuentran dentro de la especificación.

Parámetros	Resultado
Diámetro (mm)	14,90
Sección (mm <sup>2</sup> )	174,36
Carga Máxima (DaN)	24020
Resistencia a la tracción (MPa)	1377
C. De Fluencia (DaN)	22800
T. de Fluencia (MPa)	1307
Longitud Inicial (mm)	75
Longitud Final (mm)	81,10
Alargamiento (%)	8,13

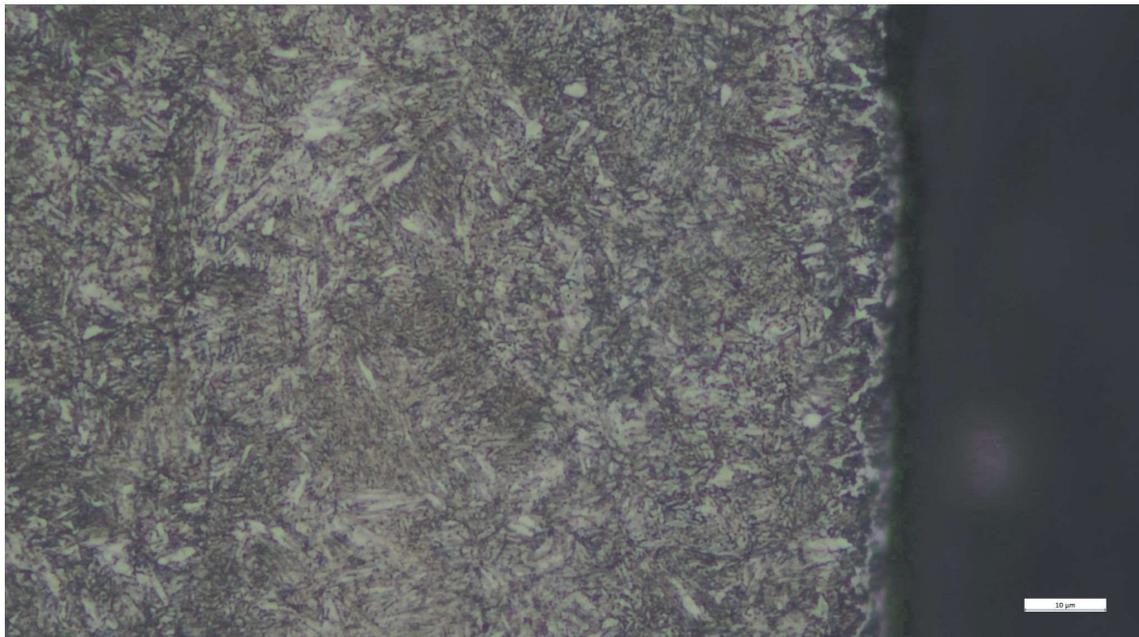
Tabla 2: Resultados de Ensayo de Tracción.

## Metalografía

La microestructura observada mediante proceso de metalografía, bajo microscopio óptico, corresponde a martensita. La microestructura se encuentra dentro de la especificación.



*Figura 2: Metalografía en diente de rosca, en corte transversal.*



*Figura 3: Detalle de la microestructura cercana a la superficie de la rosca. No se observa decarburización.*

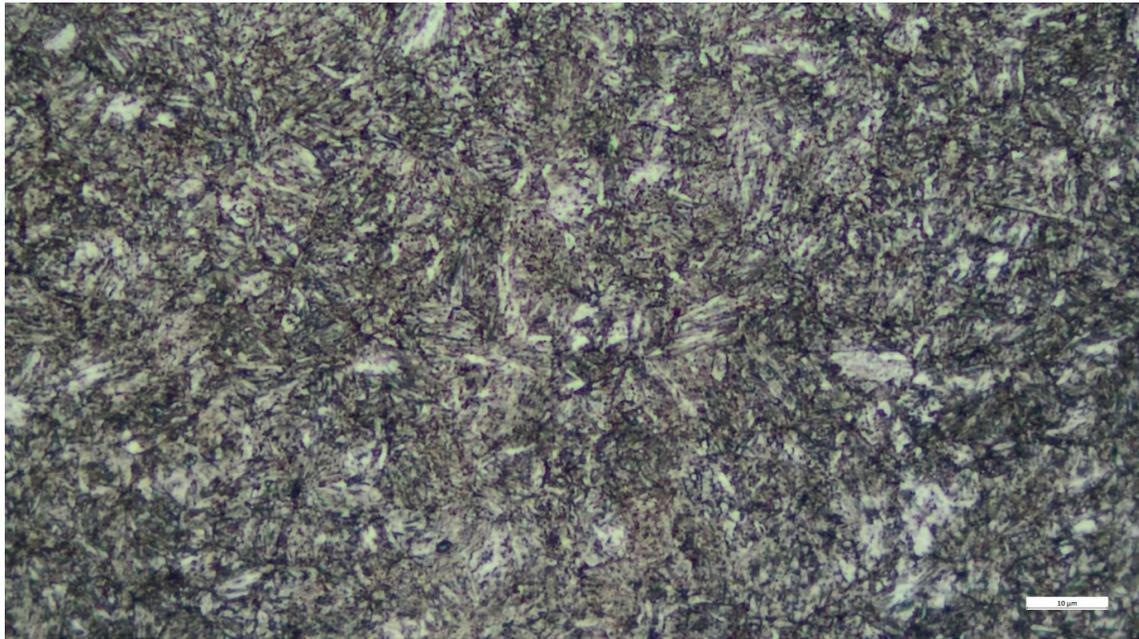


Figura 4: Microfotografía a 1000X en corte transversal de la rosca. La microestructura corresponde a martensita.

## Dureza

Las mediciones de Dureza se encuentran dentro de la especificación.

Carga 1 Kg, 10 segundos	Dureza HV
Patrón N° 654-19 V1511-7096 768±21	766,2
D1	403,6
D2	411,2
D3	410,8
D4	418,0
D5	413,7
D6	421,9
Promedio	413,2
Desv. Est.	6,3

Precarga 10 Kgf, Carga 150 Kg, 10 seg	Dureza HRC
Patrón N° 1042-21 527 45,0±0,3 HRC	45,3
Patrón N° 1041-21 1673 32,9±0,3 HRC	33,0
D1	42,5
D2	43,0
D3	41,5
Promedio	42,3
Desv est	0,8

## Conclusión

Los resultados obtenidos son satisfactorios en el marco de la norma ISO 898-1 E 2009. El bulón corresponde a una calidad 12.9, según la misma.

Se devuelve el remanente de muestras y elementos de Análisis para su disposición final, o en su defecto se conserva en el Laboratorio durante 3 meses.

Los datos informados se refieren a la muestra analizada, como fue recibida. El Laboratorio no se responsabiliza por la información suministrada por el cliente. Para cada determinación, la incertidumbre corresponde a la norma específica. Se autoriza solamente la reproducción total del presente informe. El Laboratorio no se responsabiliza por la impresión ni uso posterior de la información del mismo.

Toda información surgida a partir del análisis de la muestra en cuestión, es de carácter confidencial entre el cliente y el Laboratorio, según la Ley N°24.766. No se divulgará ninguna información acerca de la misma, solo con el consentimiento del cliente. Cualquier otra información se considera información del propietario y se considerará confidencial. Ante requerimientos legales, el cliente será debidamente informado, excepto que dicha acción se encuentre prohibida por ley.

**\*\*\* FIN DEL INFORME \*\*\***



Ing. Agustin Ávalos  
Investigador I+D

27/03/2023

**SEÑORES: GALILEO TECHNOLOGIES S.A**

**Planta: GALILEO**

Av. Gral. Paz Provincia 265

-- Buenos Aires

**INFORME DE ENSAYO**

Equipo: **MOTOCOMPRESOR - No especifica - Genérico**

Componente: **MOTOCOMPRESOR**

*Información suministrada por el cliente:*

Descripción		
Lubricante	Genérico Residuos Metalicos	hs lub.
Muestra Extraída	Sin info (Realizado por el cliente)	hs eq.
Rótulo	-	L agregados

Muestra Nro	23010630
Informe Nro	036888 v.1 Final
Muestra Recibida	17/01/2023
Realización de Ensayos	27/03/2023 al 27/03/2023

**ENSAYOS ADICIONALES**

Análisis SEM - EDS

MI008

23010630

adjunto

ESPECIFICACIÓN





**Dr. Andrés Lantos**  
Vicepresidente  
Ciencia y Tecnología

Se devuelve el remanente de muestras y elementos de Análisis para su disposición final, o en su defecto se conserva en el Laboratorio durante 3 meses.

Los datos informados se refieren a la muestra analizada, como fue recibida. El Laboratorio no se responsabiliza por la información suministrada por el cliente. Para cada determinación, la incertidumbre corresponde a la norma específica. Se autoriza solamente la reproducción total del presente informe. El Laboratorio no se responsabiliza por la Impresión ni uso posterior de la información del mismo.

Toda información surgida a partir del análisis de la muestra en cuestión, es de carácter confidencial entre el cliente y el Laboratorio, según la Ley N°24.766. No se divulgará ninguna información acerca de la misma, solo con el consentimiento del cliente. Cualquier otra información se considera información del propietario y se considerará confidencial. Ante requerimientos legales, el cliente será debidamente informado, excepto que dicha acción se encuentre prohibida por ley.

**\*\*\* FIN DEL INFORME \*\*\***