



TENSA

VOLUME	PRODUCTS CATALOGUE
02	POSTENSADO

YOUR CHALLENGES,
OUR SOLUTIONS



01. PERFIL DE LA EMPRESA	03
02. SISTEMAS DE POSTENSADO DE TORONES	07
03. SISTEMAS DE POSTENSADO DE BARRAS	19
04. PROPIEDADES Y DIMENSIONES DEL SISTEMA	23
05. INSTALACIÓN	37
06. EQUIPOS DE INSTALACIÓN	41
07. PROPIEDADES Y DIMENSIONES DE EQUIPOS	47



01

PERFIL DE LA EMPRESA

Nuestra misión es mejorar constantemente los métodos y la calidad de los procesos de construcción a través de la investigación, la innovación y la cooperación con diseñadores, ingenieros y contratistas en todo el mundo.



TENSA

Tensacciai, actualmente denominada TENSA, fue fundada en 1951 y tiene su sede central en Milán, Italia. Mantiene actividades en más de 50 países y tiene presencia directa en 14 países. TENSA es líder en tirantes, sistemas de postensado, dispositivos antisísmicos, apoyos estructurales y juntas de calzada. TENSA dispone de amplias referencias y sus productos han recibido numerosas certificaciones en todo el mundo.

HISTORIA

1951: Inicio de la actividad

1964: En los años 60, Tensacciai crece de forma notable en Italia. La tecnología de postensado está dando sus primeros pasos y su aplicación es todavía experimental.

1970: Se inicia un programa de renovación tecnológica con la adopción del cable de acero.

1980: Tensacciai desarrolla nuevos equipos y sistemas de tendido para anclajes al suelo que combinan innovación, versatilidad y facilidad de uso.

1990: Se abren nuevas filiales en Brasil, India y Australia. En Europa se establecen empresas asociadas en Portugal, Grecia y Países Bajos.

2000: El proceso de internacionalización de Tensacciai sigue su curso.

2010: La compañía se implica directamente en proyectos de los cinco continentes.

2011: Tensacciai es adquirida por Deal - proveedor de soluciones líder mundial en el campo de la construcción de puentes - y pasa a formar parte de De Echer Group. Tensacciai es ahora miembro de una organización capaz de diseñar, fabricar e instalar sistemas en todo el mundo gracias a la especialización de los ingenieros y técnicos del departamento técnico y de control de calidad. Todos los procesos de producción y entrega están avalados por las certificaciones ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.

2012: Tensacciai se fusiona con Tesit, otro importante proveedor especializado en hormigón y con experiencia internacional en postensado, barras de acero, apoyos estructurales y juntas de calzada.

La fusión los convierte en un actor principal en el campo de la subcontratación especializada. Tensacciai celebra un acuerdo de licencia de exclusividad mundial con TIS (Tecnico Idraulico-Stradali S.r.l.), una empresa con sede en Roma experta en el diseño y la producción de apoyos estructurales, juntas de calzada y dispositivos antisísmicos desde 1973.

2014: Tensacciai adquiere TIS.

2015: TENSA se constituye a partir de la fusión y el desarrollo de las tres compañías mencionadas anteriormente: Tensacciai, Tesit y TIS.

MISIÓN

Nuestra misión es mejorar constantemente los métodos y la calidad de los procesos de construcción a través de la investigación, la innovación y la cooperación con diseñadores, ingenieros y contratistas de todo el mundo. Una apuesta decidida por la calidad es la única manera de garantizar estructuras seguras y duraderas. Apoyamos el diseño desde la fase inicial, sobrepasando los estándares para desarrollar soluciones personalizadas. Consideramos que la puntualidad en la ejecución y el servicio es un aspecto clave para el establecimiento de relaciones sólidas. Nuestra base de conocimiento se centra en tirantes, sistemas de postensado, dispositivos antisísmicos, apoyos estructurales y juntas de calzada, además de todos los accesorios, equipos y servicios relacionados.

TENSA procura aplicar su vasta experiencia en la búsqueda de nuevos métodos y variantes de aplicaciones, desarrollando para ello soluciones ingeniosas que se emplearán en la construcción de nuevas estructuras, ya sean edificios o infraestructuras, así como en la rehabilitación de las ya existentes.

CATÁLOGOS DE PRODUCTOS

01 - TIRANTES

02 - POSTENSADO

03 - ANCLAJES AL TERRENO

04 - JUNTAS DE DILATACIÓN

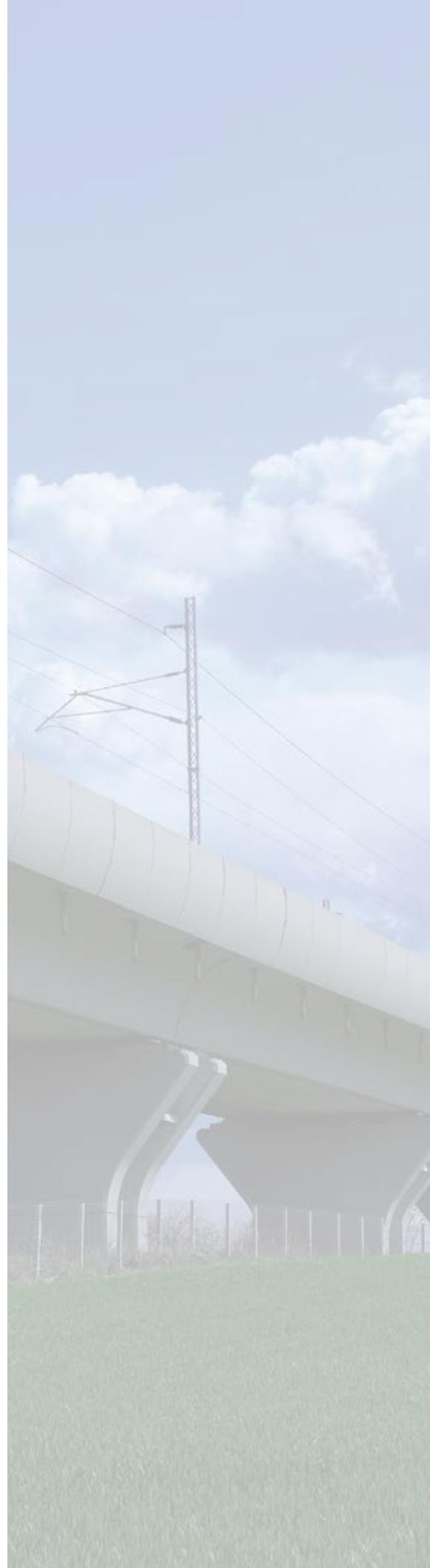
05 - APOYOS

06 - AMORTIGUADORES Y STU

07 - AISLADORES SÍSMICOS

08 - DISPOSITIVOS ELASTO-PLÁSTICOS

09 - CONTROL DE VIBRACIONES



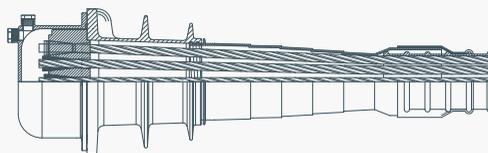
Viaducto de autopista, Loureiro (Portugal)



02

SISTEMAS DE POSTENSADO CON TORONES DE ACERO

El sistema de postensado es compatible
con estructuras de hormigón, acero y mixtas.
Hay disponible una amplia gama
de diferentes sistemas.



INTRODUCCION

El postensado es un sistema de refuerzo estructural altamente eficiente que ofrece muchas ventajas en proyectos de construcción, reparación y rehabilitación.

Puede aplicarse en todo tipo de construcciones, que incluyen, entre otras, edificios, losas especiales, tableros de puentes, tanques de almacenamiento, pavimentos y otras aplicaciones geotécnicas.

El esfuerzo de compresión en el hormigón se puede aplicar mediante el uso de cables de postensado constituidos de torones de acero o barras de acero.

Cuando estos cables están instalados en ductos embebidos en hormigón, los sistemas de postensado se definen como internos.

Si los torones o barras están completamente adheridos a la estructura, los sistemas se definen como adherentes, mientras que los otros son no adherentes.

En caso de que los cables estén situados en ductos dentro de la sección pero por el exterior de la estructura de hormigón, estos sistemas de postensado se denominan externos.

Los cables suelen estar hechos de varios torones (sistemas multitorón), pero también se utilizan sistemas monotorón.

Línea de tren de alta velocidad de Milán a Nápoles, viaducto de Piacenza (Italia)



Un sistema de postensado que utiliza torones está compuesto habitualmente por:

COMPONENTES PROPIOS

Cuña: dispositivo capaz de sujetar un solo torón y transferir la carga a una placa de anclaje a través de un orificio cónico en ella.

Placa de anclaje: cilindro de acero donde se fijan los torones mediante cuñas y que descansa sobre un bloque de fundición embebido en el hormigón.

Culata de fundición: pieza diseñada para transferir la carga al hormigón circundante. En algunos sistemas también puede estar diseñada para acomodar directamente los huecos de las cuñas que sujetan el torón.

Trompeta: cuando es necesaria, se une al bloque de fundición y permite la desviación del conjunto de torones en el ducto.

Acero de refuerzo y confinamiento: refuerzo en forma de espiral y barras de armadura pasiva situadas alrededor del anclaje para asegurar la distribución de los esfuerzos concentrados tras los mismos sin fisuración del hormigón.

Capot de protección: fabricado en acero o plástico reforzado con fibra y utilizado para cubrir la placa de anclaje y las cuñas y protegerlas de la intemperie.

COMPONENTES ESTÁNDAR

Torón de acero de siete hilos: elemento de tensión principal que transmite la carga a lo largo de todo el cable.

Ductos: crean conductos vacíos donde se enfila el conjunto de torones.

Lechada: mezcla de agua, cemento y aditivos necesaria para rellenar los espacios vacíos dentro del ducto, proporcionando protección y adherencia completa.

Compuestos de inyección para la protección contra la corrosión: materiales utilizados para proteger los elementos de tensión principales y los anclajes como alternativa de mejor rendimiento que la lechada

CALIDAD Y CERTIFICACIONES

Los sistemas de postensado han sido ensayados rigurosamente siguiendo los requisitos de la legislación internacional más importante como la Directriz de Aprobación Técnica Europea ETAG013 así como AASHTO LRFD, Especificaciones de Construcción de Puentes. A través del proceso de ensayos y la evaluación de los Organismos de Aprobación, los sistemas de postensado han recibido Aprobaciones Técnicas ETA 08/0012 y 11/0007 y Evaluación Técnica Europea 15/0023. Los sistemas también están dotados de sus correspondientes Declaraciones de Rendimiento (marca CE). Los organismos de aprobación y certificación controlan las actividades de producción y control de calidad de actividades desarrolladas por TENSA en los sistemas de postensado.

Como contratista especializado con décadas de experiencia en su campo específico, TENSA no solo proporciona servicios de suministro e instalación de los productos complejados, sino que también puede proporcionar una amplia gama de servicios relacionados, empezando con el diseño, siguiendo con el montaje en obra, los ensayos de laboratorio, incluyendo la preparación de métodos de instalación, y terminando con la provisión de todos los servicios de ingeniería relacionados a lo largo de la vida útil de las obras con postensado. Todo esto es llevado a cabo por los propios equipos de TENSA, técnicos especializados y altamente experimentados bajo un sistema que fomenta la responsabilidad y en cumplimiento con las normas ISO9001.



COMPONENTES DEL SISTEMA

TORÓN DE ACERO

Los cables de postensado están constituidos normalmente de torones de un diámetro de 15,7 mm (0,62") o 15,2 mm (0,6").

Los cables también pueden estar constituidos de torones de un diámetro de 12,7 mm (0,5"): este sistema se utiliza menos pero sigue disponible en la gama de productos de TENSA.

Dimensiones y propiedades de torones de 7 hilos según prEN 10138-3⁽¹⁾.

DESIGNACIÓN DEL ACERO	Y1860S7	Y1860S7
Tensión de rotura $R_m (f_{pk})$ [MPa]	1860	1860
Diámetro D [mm]	15.7	15.2
Área $S_n (A_p)$ [mm ²]	150	139
Peso M [g/m]	1172	1086
Desviación permitida en peso nominal [%]	±2	±2
Fuerza de rotura característica $F_m (F_{pk})$ [kN]	279	259
Fuerza de rotura máxima F_{m-max} [kN]	329	306
Límite elástico característico 0,1% $F_{p0.1} (F_{p0.1k})$ [kN]	246	228
Elongación mínima a fuerza máxima $A_{gt} (L_0 \geq)$ [%]	3.5	3.5
Relajación después de 1000 horas	a 0.7 F_m ⁽²⁾ [%]	2.5
	a 0.8 F_m ⁽³⁾ [%]	4.5
Módulo de elasticidad E [MPa]	195000	195000

(Anotaciones según prEN 10138-3, en paréntesis según ETAG013 donde sea posible)

Otros tipos de torones están disponibles bajo pedido, según los estándares internacionales más importantes.

(1) Mientras que prEN 10138-3 siga siendo un borrador de norma, las normas y regulaciones vigentes en el lugar de instalación puede ser utilizadas.

(2) El requisito de 70% F_m es obligatorio.

(3) Los valores para 80% F_m pueden ser acordados entre el proveedor y el comprador.

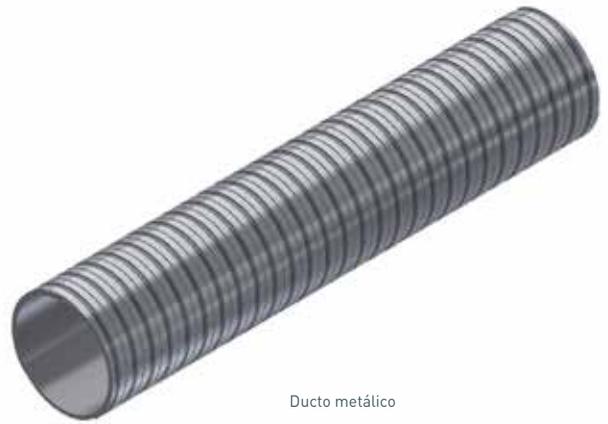
DUCTOS

Los ductos están hechos de acero galvanizado o negro, o bien de material plástico (polietileno o polipropileno).

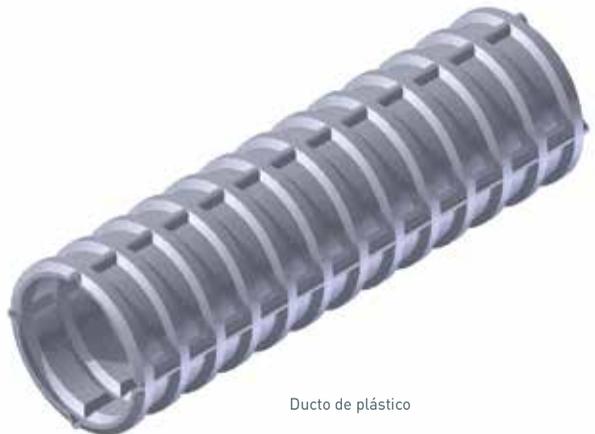
Tienen una superficie exterior corrugada que garantiza la mejor adherencia con el hormigón colindante.

En el caso del ducto metálico, el espesor varía entre 0,3 y 0,6 mm (bajo pedido), mientras que los ductos plásticos varían entre 2,5 a 4 mm.

Estas dimensiones son solo una indicación y en cualquier caso los ductos deben cumplir las normas nacionales y las condiciones operativas



Ducto metálico



Ducto de plástico

Especificaciones técnicas sugeridas

Nº TORONES	4	7	9	12	15	19	22	27	31	37
Ø [mm] interno	45	62	72	80	85	95	100	110	115	130
Cantidad de lechada [l/m]	1.2	2.3	2.8	3.6	3.8	4.7	5.2	6.2	6.9	8.6
Cantidad de cemento [kg/m]	1.9	3.6	4.5	5.8	6.1	7.5	8.4	9.9	10.8	13.8

SISTEMAS DE POSTENSADO MULTITORÓN

Los sistemas multitorón están compuestos por una amplia gama de anclajes y soluciones para diferentes necesidades de construcción.

Pueden utilizarse en estructuras de hormigón y mixtas, tanto para nuevas construcciones como en la rehabilitación de estructuras existentes cuando se necesita una mayor resistencia.

ANCLAJE ACTIVO INTERNO MTAI

El anclaje activo interno MTAI es el tipo de anclaje más usado y más común, su geometría compacta y ángulo de desviación reducido proporciona una ventaja competitiva en todas las aplicaciones, además de su alto rendimiento y facilidad de instalación. Puede utilizarse en la versión no adherente MTAIU, donde se utilizan torones individuales engrasados y plastificados.



ANCLAJE PASIVO INTERNO MTAIM

Es un anclaje pasivo (no se puede tensar) utilizado en caso de que la accesibilidad durante las fases de tensado no esté permitida.

En estos casos los torones se colocan antes del vertido de hormigón de la estructura.



ANCLAJE ACOPLADOR MTG

El sistema MTG es el acoplador adecuado para la conexión de cables.

Está completamente integrado con el sistema MTAI y permite la instalación de un cable en 2ª fase después de que se haya instalado completamente el cable de la 1ª fase.



ANCLAJE AISLADO ELÉCTRICAMENTE MTAID

El anclaje MTAID para postensado eléctricamente aislado está diseñado para responder a la necesidad de proteger permanente y totalmente los cables de postensado de agentes corrosivos. Esta protección está garantizada al envolver completamente el acero con los siguientes elementos:

- Anclaje MTAID con la placa de anclaje aislada de la culata de fundición mediante discos dieléctricos rígidos, conos de plástico situados dentro del bloque de fundición y conectados a los ductos corrugados mediante sellos
- capot de protección de plástico
- ductos de plástico en la longitud libre

El sistema de postensado eléctricamente aislado ofrece ventajas considerables:

- aislamiento eléctrico del cable del entorno colindante y consecuente protección contra la corrosión causada por fenómenos electroquímicos, oxidación y ataques de cloruros;
- posibilidad de controlar la integridad de la protección a través de medidas de resistencia durante la vida útil de las estructuras.

Este sistema ha sido usado y probado extensamente en la aplicación a gran escala más grande del mundo, el viaducto del tren de alta velocidad en Piacenza (Italia) de 4,3 km.

Este sistema cumple los requisitos de clase PL-3 del PTI/ASBI M50.3-12 "Especificación para postensado adherente".



ANCLAJE AJUSTABLE MTRN

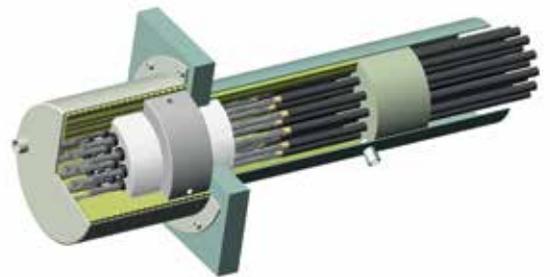
Este anclaje tiene la gran ventaja de permitir el ajuste de la fuerza en cualquier momento, dependiendo del comportamiento de la estructura y los requisitos de construcción del proyecto.

También proporciona la posibilidad de controlar las cargas, especialmente en el primer período después de la instalación de los cables, cuando la relajación de los torones o los efectos de retracción y fluencia del hormigón pueden afectar las fuerzas de acción.

Los anclajes MTRN están hechos de un anclaje roscado con una tuerca, protegidos con una capot lleno de grasa.

La operación de ajuste de carga se lleva a cabo con un gato anular especialmente diseñado para estas aplicaciones.

Este sistema puede ser proporcionado también en una versión completamente reemplazable y también con un sistema de control, con células de carga y sistema de registro de datos.



ANCLAJE PLANO PTSE

El nuevo sistema mejorado para el postensado de losas es el PTSE, cuyo tamaño compacto es el que mejor rinde en el mercado.

El rango es de entre 2 y 5 torones y puede ser utilizado como sistema adherente con ductos de plástico / metal o no adherente con torones recubiertos de plástico.



ANCLAJE PLANO INTERNO PTS

El postensado adherente de losas puede realizarse también con el uso de anclajes PTS planos, cuyo rango está entre 2 y 5 torones y cuya forma especial requiere un espacio reducido para la instalación.

Puede utilizarse tanto con ducto metálico corrugado como con ducto plástico.



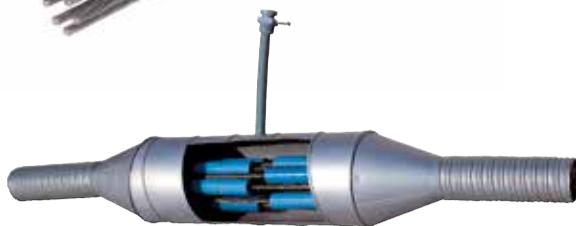
ANCLAJE ANULAR DF

Anclajes rectangulares especiales utilizados para postensado circular y anclajes intermedios: estos anclajes requieren el uso de un desviador especial para tensado con gatos monotorón.



SISTEMA DE ACOPLADORES CU

Los acopladores de un solo torón CU se utilizan para conectar cables construidos en diferentes fases. La conexión se hace con acopladores CU de un solo torón, para colocarse en diferentes capas que permiten una forma compacta.



ANCLAJE ST

Se utiliza como un anclaje pasivo, creando un bulbo en cada uno de los torones que componen el cable.



ANCLAJE EXTERIOR MTAIE

Este anclaje puede ser utilizado en cables de postensado exterior y está disponible en diferentes versiones, como:

- completamente desmontable (MTAIE), gracias a la presencia de un cono de acero interno que separa los torones y la inyección protectora interna de los elementos colindantes en la zona de anclaje;
- re-tensable (MTAIER) mediante el uso de un capot de protección largo y el uso de torones engrasados y plastificados;
- no reemplazable (MTAIEEX).



City Center Interchange, Muscat (Oman)



SISTEMAS DE POSTENSADO MONOTORÓN

Los sistemas monotorón se utilizan para el postensado de losas de hormigón, pavimentos, muros de separación y estructuras de hormigón especiales como estacionamientos, silos subterráneos, graneros y depósitos.

Pueden ser utilizados para aplicaciones adherentes y no adherentes.

La aplicación más utilizada es la no adherente, donde el uso de torones engrasados y revestidos permite la instalación rápida de cables monotorón sin colocación de ductos y ausencia de adherencia entre el revestimiento plástico y el hormigón.

En este caso, las ventajas principales son:

- torones cubiertos con grasa inhibidora de corrosión especial y una capa de PE;
- alto rendimiento en condiciones de servicio (ELS);
- posibilidad de maximizar la excentricidad de los cables;
- rapidez de instalación.
- reducción del fenómeno de fisuración.



Torre Isozaki, Milán (Italia)

Especificaciones técnicas sugeridas

DESIGNACIÓN DE ACERO	Y1820S7G	Y1860S7	Y1860S7
Diámetro [mm]	15.2	15.2	15.7
Tensión última [MPa]	1820	1860	1860
Área [mm ²]	165	139	150
Carga máxima [kN]	300	259	279

En el caso de las soluciones adherentes es necesario colocar ductos metálicos o de plástico corrugados antes de verter el hormigón en la estructura y enfilar los torones de acero antes del tensado.

La inyección de lechada es necesaria para completar la protección contra la corrosión y garantizar adherencia entre los elementos de tensión y el ducto colindante y el hormigón.



Torre Regione Piemonte, Turín (Italia)

ANCLAJE ACTIVO TESIT 1C15 UL/BL

Este anclaje está hecho de una sola pieza de fundición que transfiere la carga del elemento de tensión al hormigón y contiene la cuña que sujeta el torón.

Está disponible en versión no adherente 1C15UL o en la versión adherente 1C15BL, con los capots de protección incluidos.



ANCLAJE PASIVO TESIT 1C15 UD/BD

Se utiliza cuando el anclaje no es accesible para realizar operaciones de tensado.

Puede ser proporcionado en la versión no adherente 1C15UD o en la versión adherente 1C15BD con su resorte de cuña relevante y su capot de protección.



ACOPLADOR TESIT 1C15 UC/BC

Este sistema permite acoplamiento de cables que han de ser instalados durante diferentes fases de construcción.







03

SISTEMAS DE POSTENSADO DE BARRAS

Las barras de acero roscadas pueden utilizarse en diferentes aplicaciones y estructuras, proporcionando una aplicación segura y fiable de postensado.



SISTEMAS DE POSTENSADO DE BARRAS

TENSA proporciona barras con roscado continuo para aplicaciones de postensado en edificios, carreteras, puentes y viaductos, túneles, pozos y minería.

Estos sistemas pueden ser proporcionados en diámetros que varían entre 12 y 75 mm y se utilizan en aplicaciones de sistemas de pretensado y postensado de todo el mundo. Las ventajas de utilizar estos sistemas de postensado son múltiples y están apoyadas por resultados excelentes conseguidos en multitud de proyectos.

Hay disponibles diferentes sistemas de protección contra la corrosión y grados de acero.

Las ventajas principales son:

Fácil manejo en la obra;

- Roscado continuo por toda la longitud de la barra, que asegura adherencia óptima al hormigón vertido en el sitio;
- Corte a la longitud deseada con posibilidad de extensión utilizando acopladores en cualquier posición de la barra;

- Diferentes posibilidades de protección contra fenómenos corrosivos: galvanizado, galvanizado en caliente, recubrimiento de epoxi, pintado según diferentes normas.

Para aplicaciones especiales hay disponibles más grados de acero.

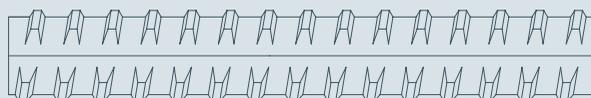
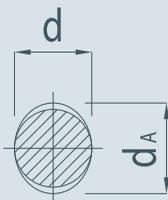


Puente en arco sobre la Vía Ferroviaria en Souk Ahras (Algeria)



CARACTERÍSTICAS DE LA BARRA DE ACERO

BARRA ROSCADA CONTINUA CON ROSCA A IZQUIERDAS, LAMINADA EN CALIENTE



SAS 670/800										
d [mm]	18	22	25	28	30	35	43	57.5	63.5	75
max d _A [mm]	21	25	26	32	34	40	48	63	70	82
f _{yk} / f _{tk} / A _{gt}	670 N/mm ² / 800 N/mm ² / ≥ 5%									
F _{yk} (F _{0.2k}) [kN]	170	255	329	413	474	645	973	1740	2122	2960
F _{tk} [kN]	204	304	393	493	565	770	1162	2077	2534	3535
A [mm ²]	254	380	491	616	707	962	1452	2597	3167	4418

BARRA ROSCADA CONTINUA CON ROSCA A DERECHAS, LAMINADA EN CALIENTE

SAS 950/1050 SAS 835/1050										
d [mm]	18	26.5	32	36	40	47	57	65	75	
max d _A [mm]	21	31	37	42	46	53	64	72	82	
f _{p0.1k} / f _{pk} / A ₁₀ ⁽¹⁾	950 N/mm ² / 1050 N/mm ² / ≥ 7%						835 N/mm ² / 1035 N/mm ² / ≥ 7%			
F _{yk} (F _{0.1k}) [kN]	230	525	760	960	1190	1650	2155	2780	3690	
F _{pk} [kN]	255	580	845	1070	1320	1820	2671	3447	4572	
A [mm ²]	241	551	804	1020	1257	1735	2581	3331	4418	

⁽¹⁾ A₁₀ = elongación última en una longitud de referencia a diámetros de 10 bar

Diferentes tipos de accesorios están disponibles en función de los requisitos de diseño. Existe una gama completa de acopladores, tuercas y placas de anclaje, así como piezas especiales bajo pedido. TENSA puede proporcionar una amplia gama de personalización de productos para aplicaciones que requieren formas nuevas y diferentes.

Las capots siempre se colocan cuando sea necesario proporcionar una inyección de protección en la zona de anclaje.

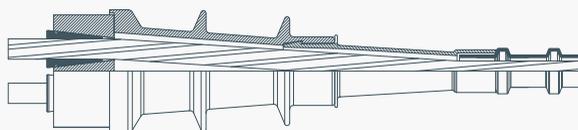
Las barras pueden ser proporcionadas con diferentes protecciones contra la corrosión, como galvanización por aerosol, galvanización en caliente o recubrimiento de epoxi.



04

PROPIEDADES Y DIMENSIONES DE LOS SISTEMAS

Un resumen de todas las propiedades
y dimensiones detalladas
en tablas para cada sistema.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS CABLES MULTITORÓN

DIÁMETRO DE TORÓN 15.7 mm

ÁREA NOMINAL 150 mm²

PESO NOMINAL 1172 g/m

TENSION ULTIMA DE POSTENSADO CARACTERÍSTICA $F_{PK} = 1860$ MPa

Nº TORÓN	4	7	9	12	15	19	22	27	31	37
Área nominal de acero A_p [mm ²]	600	1050	1350	1800	2250	2850	3300	4050	4650	5550
Peso nominal del acero [kg/m]	4.69	8.20	10.55	14.06	17.58	22.27	25.78	31.64	36.33	43.36
Fuerza última característica del cable F_{pk} [kN]	1116	1953	2511	3348	4185	5301	6138	7533	8649	10323

DIÁMETRO DE TORÓN 15.2 mm

ÁREA NOMINAL 139 mm²

PESO NOMINAL 1086 g/m

TENSION ULTIMA DE POSTENSADO $F_{PK} = 1860$ MPa

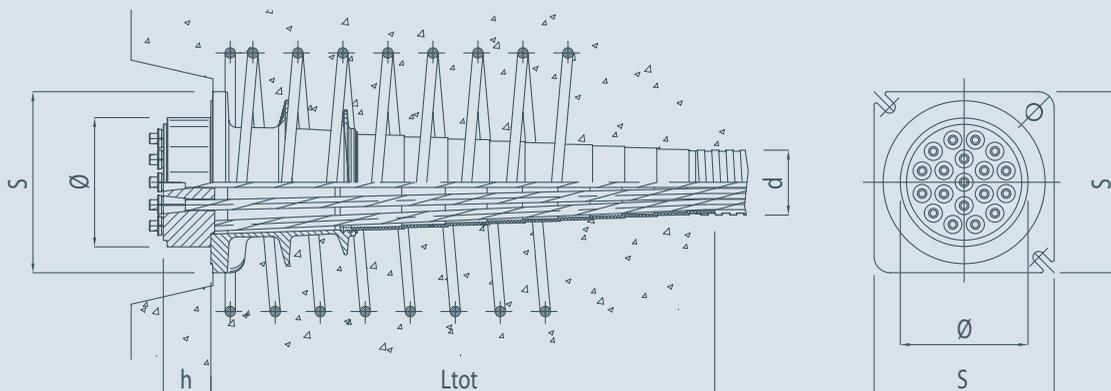
Nº TORÓN	4	7	9	12	15	19	22	27	31	37
Área nominal de acero A_p [mm ²]	556	973	1251	1668	2085	2641	3058	3753	4309	5143
Peso nominal del acero [kg/m]	4.34	7.60	9.77	13.03	16.29	20.63	23.89	29.32	33.66	40.18
Fuerza última característica del cable F_{pk} [kN]	1036	1813	2331	3108	3885	4921	5698	6993	8029	9583

Propiedades del torón de acero según prEN10138-3. Los sistemas también pueden utilizarse siguiendo la norma ASTM A416.

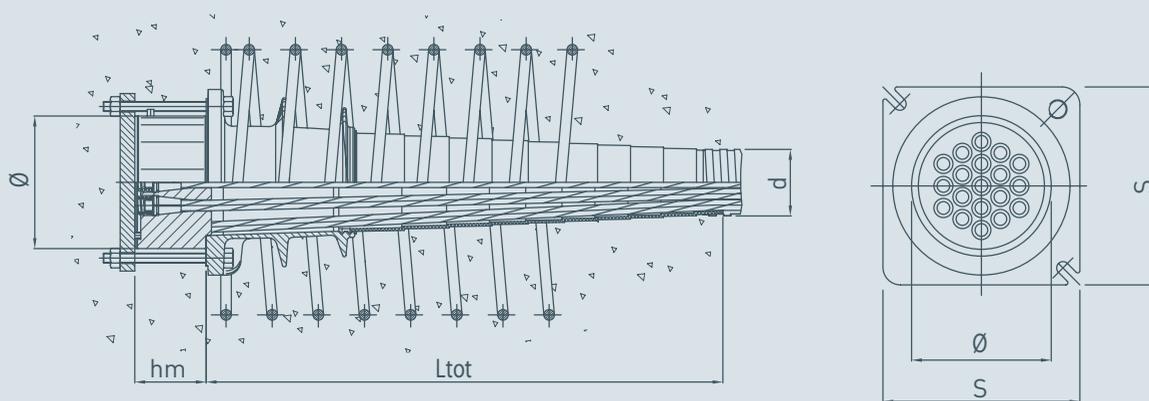
La fuerza de postensado máxima a ser aplicada en el cable se especifica en las normas y regulaciones nacionales vigentes en el lugar de uso.

MULTITORÓN SISTEMAS DE POSTENSADO

SISTEMA MTAI



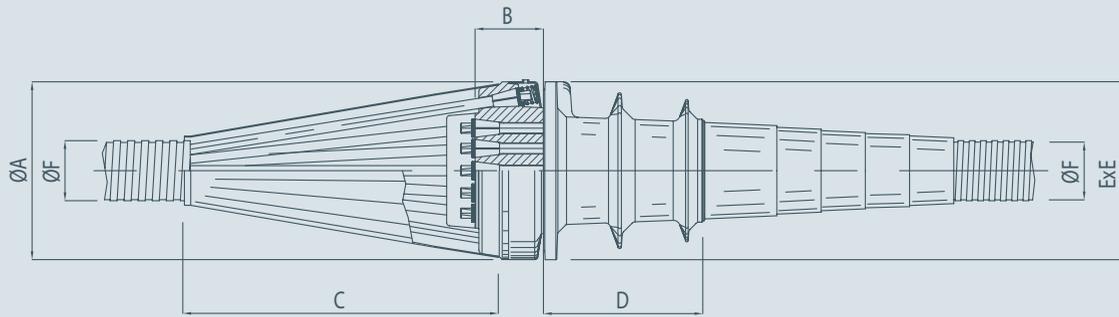
SISTEMA MTAIM



UNIDAD DEL SISTEMA MTAI/MTAIM	4	7	9	12	15	19	22	27	31	37
Ltot [mm]	475	531	688	708	736	783	823	848	1009	1107
S [mm]	150	180	200	220	250	280	300	325	350	400
Ø [mm]	105	125	146	160	176	200	230	250	270	280
h [mm]	45	49	52	62	69	74	80	87	91	96
hm [mm]	77	84	84	92	98	106	110	115	122	131
d (int/ext) [mm]*	45/50	62/67	72/77	80/85	85/90	95/100	100/105	110/115	115/120	130/135

* = en caso de utilizar ductos metálicos

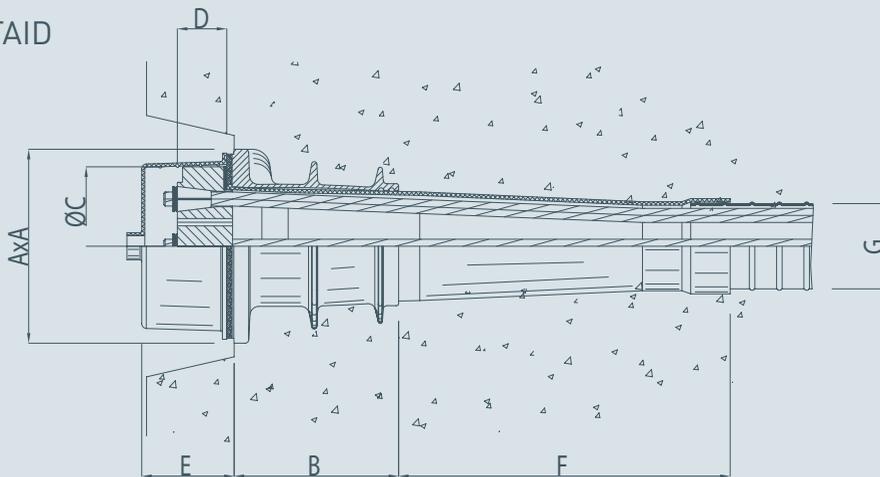
SISTEMA ACOPLADOR MTG



UNIDAD DEL SISTEMA MTG	4	7	9	12	15	19	22	27	31	37
A [mm]	185	215	230	248	265	280	340	340	390	430
B [mm]	110	110	110	110	115	125	130	140	140	150
C [mm]	330	380	400	430	460	460	600	600	730	815
D [mm]	100	120	180	190	208	225	240	250	300	360
E [mm]	150	180	200	220	250	280	300	325	370	400
F (int/ext) [mm]*	45/50	62/67	72/77	80/85	85/90	95/100	100/105	110/115	115/120	130/135

* = en caso de utilizar ductos metálicos

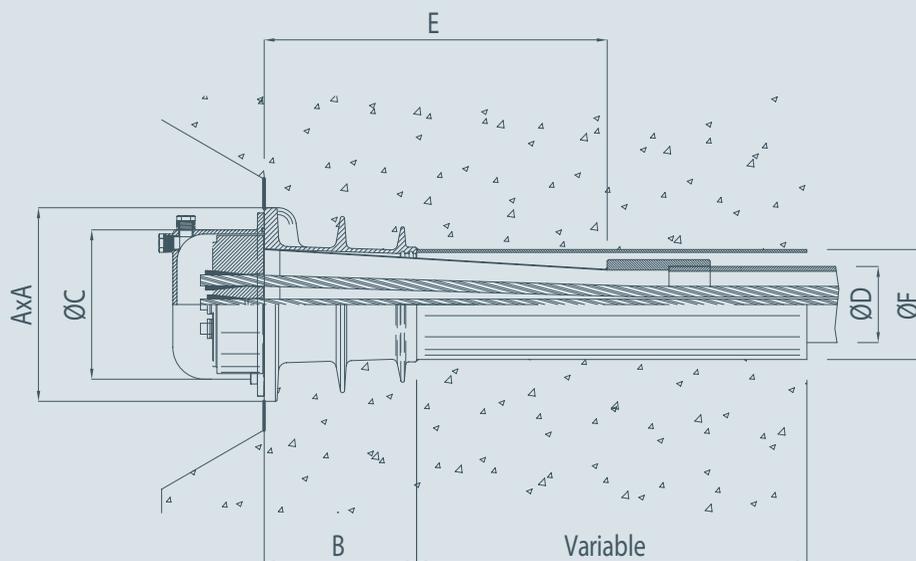
SISTEMA MTAID



UNIDAD DEL SISTEMA MTAID	4	7	9	12	15	19	22	27	31	37
A [mm]	150	180	200	220	250	280	300	325	350	400
B [mm]	100	120	180	190	208	225	240	250	300	360
C [mm]	110	135	160	180	200	220	250	270	285	305
D [mm]	45	49	52	62	69	74	80	87	91	96
E [mm]	90	90	90	90	95	100	110	115	125	135
F [mm]	390	565	500	505	382	560	490	615	610	795
G (int/ext) [mm]*	48/73	59/74	76/91	85/100	100/116	100/116	115/134	115/134	130/150	130/150

* = solo con ductos de plástico

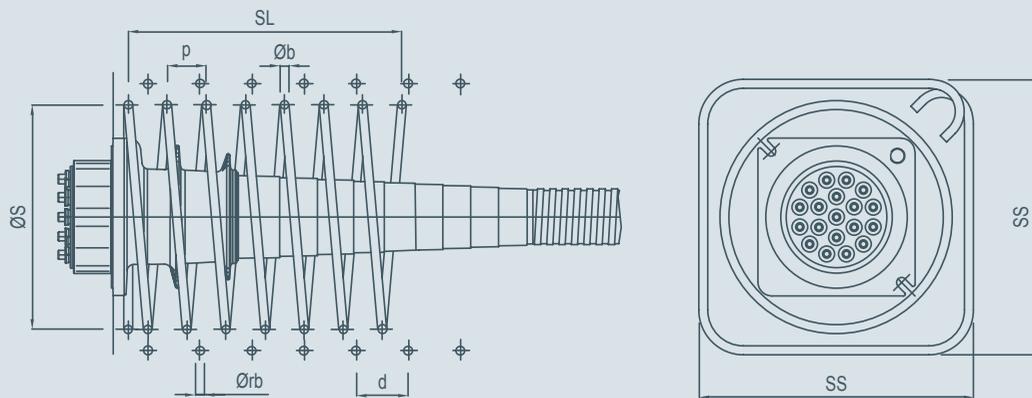
SISTEMA MTAIE



UNIDAD DEL SISTEMA MTAIE	4	7	9	12	15	19	22	27	31	37
A [mm]	150	180	200	220	250	280	300	325	350	400
B [mm]	100	120	180	190	208	225	240	250	300	380
C [mm]	135	160	177	195	210	245	265	295	330	330
D [mm] / espesor [mm]*	63/3.6	75/4.5	90/5.4	110/6.6	110/6.6	125/7.4	125/7.4	140/8.3	160/9.5	160/9.5
E [mm]	310	360	430	450	520	600	660	700	750	800
F [mm]	80	102	120	140	145	159	193.7	193.7	219	229

*=con uso de ductos de plástico liso

ACERO DE REFUERZO Y CONFINAMIENTO (ADICIONAL)

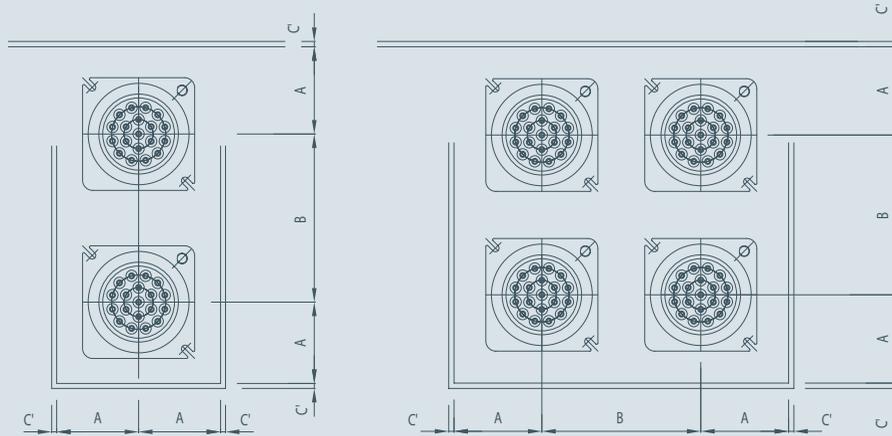


UNIDAD DEL SISTEMA MTAI	4			7			9			12			15		
Resistencia del hormigón $f_{cm,0-cyl}$ [MPa]	25	33	45	25	33	45	25	33	45	25	33	45	25	33	45
Φs [mm]	200	170	150	250	210	180	290	260	230	340	310	280	380	350	315
Φb [mm]	10			12			12			14			14		
SL [mm]	250	225	200	360	300	270	420	360	330	480	420	360	510	450	420
p [mm]	50			60			60			60			60		
Nº de giros	5	4.5	4.5	6	5	4.5	7	6	5.5	8	7	6	8.5	7.5	7
Φrb [mm]*	8			10			10			10			12		
d [mm]*	50			55			55			55			60		
SS [mm]*	230	180	170	310	260	230	380	320	280	440	360	320	490	420	360
Nº de estribos*	4	4	4	6	6	5	6	6	6	7	6	6	9	8	8

UNIDAD DEL SISTEMA MTAI	19			22			27			31			37		
Resistencia del hormigón $f_{cm,0-cyl}$ [MPa]	25	33	45	25	33	45	25	33	45	25	33	45	25	33	45
Φs [mm]	410	380	360	470	430	400	500	470	440	540	500	470	560	530	500
Φb [mm]	16			16			20			20			20		
SL [mm]	570	510	450	660	540	480	720	600	540	750	630	570	780	720	630
p [mm]	60			60			60			60			60		
Nº de giros	9.5	8.5	7.5	11	9	8	12	10	9	12.5	10.5	9.5	13	12	10.5
Φrb [mm]*	12			12			14			14			16		
d [mm]*	60			60			65			65			65		
SS [mm]*	540	460	410	610	500	450	680	580	490	720	600	530	800	680	600
Nº de estribos*	9	9	8	9	9	8	11	11	10	11	11	10	14	13	13

* = el refuerzo [adicional] sugerido en la zona de anclaje debe ser verificado por el Diseñador según las normas vigentes en el lugar de uso

DISTANCIA ENTRE ANCLAJES Y CARA EXTERNA DEL HORMIGON



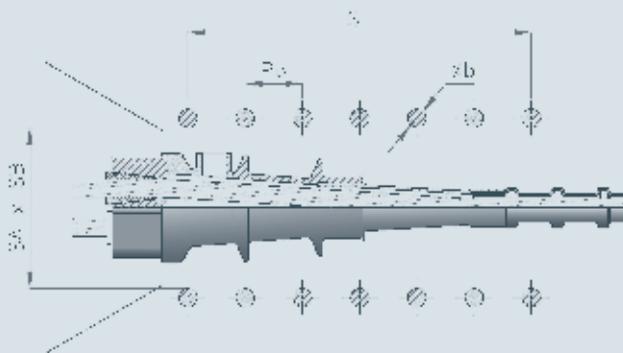
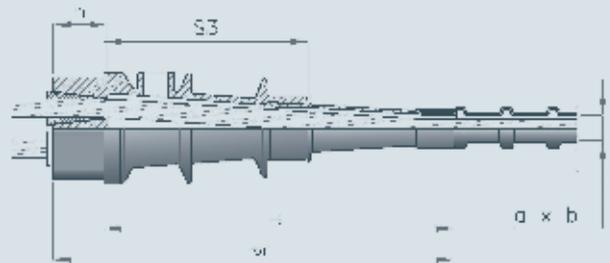
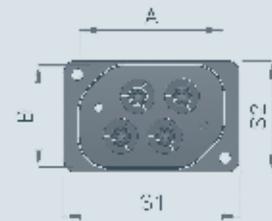
C' - recubrimiento del hormigón según la Norma Europea EN

EN 1992-1-1 y las normas nacionales vigentes en el lugar de uso

UNIDAD DEL SISTEMA MTAI	4	7	9	12	15	19	22	27	31	37
Distancia mínima a la cara externa del hormigón [A] [mm] sin incluir recubrimiento										
$f_{cm,0 - cyl} = 25 \text{ MPa}$	125	165	190	220	250	280	305	340	365	410
$f_{cm,0 - cyl} = 33 \text{ MPa}$	110	145	165	195	220	245	265	300	325	360
$f_{cm,0 - cyl} = 45 \text{ MPa}$	95	130	144	170	190	215	230	260	280	310
Distancia mínima entre ejes de anclaje [B] [mm]										
$f_{cm,0 - cyl} = 25 \text{ MPa}$	270	355	400	465	520	580	630	700	755	840
$f_{cm,0 - cyl} = 33 \text{ MPa}$	240	315	355	410	460	515	555	620	670	740
$f_{cm,0 - cyl} = 45 \text{ MPa}$	210	280	315	360	405	450	485	540	585	640

SISTEMA PTSE

UNIDAD DEL SISTEMA PTSE	2	4	5
LTOT [mm]	24	344	374
S1 [mm]	115	150	185
S2 [mm]	75	95	95
S3 [mm]	150	175	190
A [mm]	88	123	150
B [mm]	67	87	87
h [mm]	47	47	47
Lt [mm]	240	300	330
a x b (int) ducto metálico [mm]	42 / 18	69 / 18	86 / 18
a x b (int) ducto plástico [mm]	38 / 22	72 / 21	90 / 21

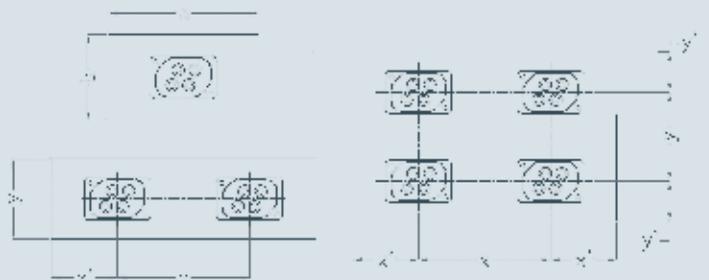


REFUERZO DE CONFINAMIENTO

UNIDAD DEL SISTEMA PTSE	2	4	5
Resistencia del hormigón $f_{cm,0 - cyl}$ [MPa]	20	20	20
Φb [mm]	12	16	16
SA [mm]	135	200	235
SB [mm]	120	140	160
SL [mm]	180	300	350
Pb [mm]	45	50	50
Nº de estribos	5	7	8

DISTANCIA ENTRE EJES DE ANCLAJE Y CARA EXTERNA DEL HORMIGON

UNIDAD DEL SISTEMA PTSE	2	4	5
Dimensiones de bloque ensayado a	220	340	380
Dimensiones de bloque ensayado b	160	195	220
Espesor mínimo de losa	140	165	190



La distancia entre ejes y a la cara externa del hormigón en la estructura deberán cumplir:

$$Ac = x \cdot y \geq a \cdot b$$

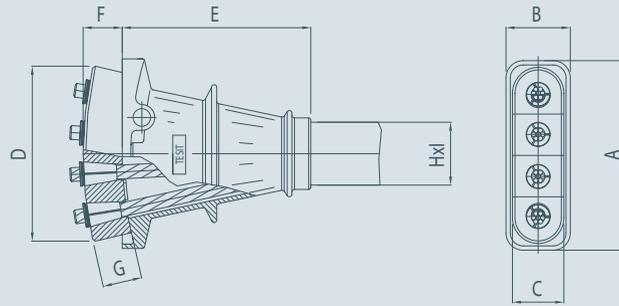
$$x \geq 0.85 \cdot a$$

$$y \geq 0.85 \cdot b$$

$$x' \geq 0.5 \cdot x$$

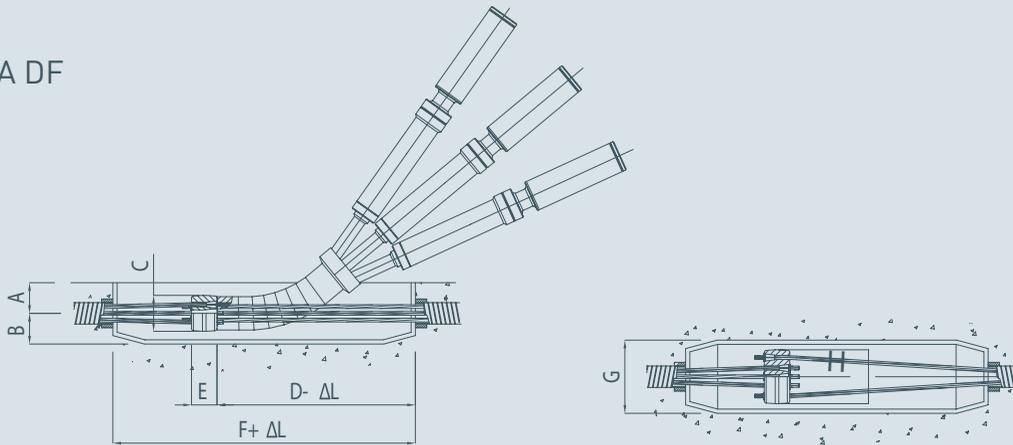
$$y' \geq 0.5 \cdot y$$

SISTEMA PTS



UNIDAD DEL SISTEMA PTSE	3 - 13 (3 torones 12.7 mm)	3 - 15 (3 torones 15.2 mm)	4 - 13 (4 torones 12.7 mm)	4 - 15 (4 torones 15.2 mm)	5 - 15 (5 torones 12.7 mm)	5 - 15 (5 torones 15.2 mm)
A [mm]	170	170	220	220	220	265
B [mm]	75	75	75	75	75	75
C [mm]	50	60	50	60	50	60
D [mm]	125	155	160	205	200	250
E [mm]	190	190	220	220	220	270
F [mm]	45	45	45	45	45	45
G [mm]	45	45	45	45	45	45
H [mm]	72	72	72	72	72	92
I [mm]	20	20	20	20	20	22

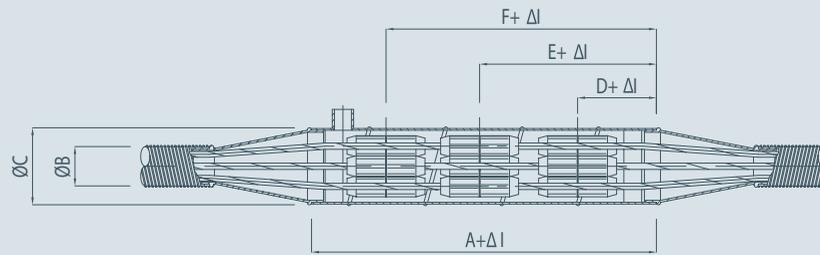
SISTEMA DF



UNIDAD DEL SISTEMA DF	2	4	6	8	12
A [mm]	85	90	110	115	120
B [mm]	55	60	80	85	90
C [mm]	90	100	140	150	160
D [mm]	100	160	230	320	400
E [mm]	70	80	100	130	160
F [mm]	560	710	860	950	1200
G [mm]	170	200	240	300	330
H [mm]	140	170	210	270	300

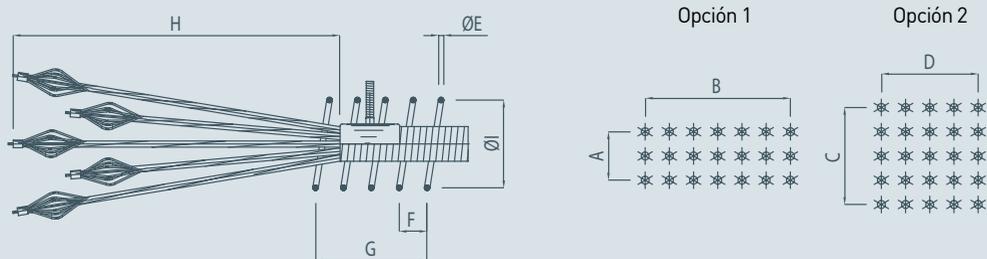
Tamaños disponibles bajo pedido.

SISTEMA DE ACOPLADOR CU



UNIDAD DEL SISTEMA CU	4T15	7T15	9T15	12T15	15T15	19T15	22T15	27T15
A [mm]	675	800	950	1250	1250	1300	1385	1700
B [mm]	45/50	62/67	72/77	80/85	85/90	95/100	100/105	110/115
C [mm]	140	159	177	193	193	193	219	244
D [mm]	300	340	400	400	400	400	400	400
E [mm]	-	-	800	800	800	800	800	600
F [mm]	-	-	-	1200	1200	1200	1800	1400

SISTEMA DE ANCLAJE PASIVO ST

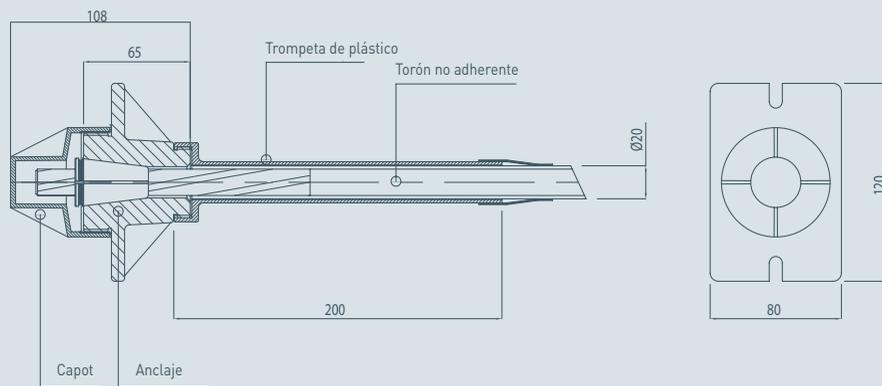


UNIDAD DEL SISTEMA ST	4	7	9	12	15	19
A [mm]	-	80	-	80	-	-
B [mm]	210	240	-	400	-	-
C [mm]	80	-	160	160	160	240
D [mm]	80	-	160	160	160	240
E [mm]	10	10	12	14	14	14
F [mm]	50	50	60	60	60	60
G [mm]	250	350	400	400	400	400
H [mm]	800	800	800	800	800	900
I [mm]	100	100	150	150	150	220

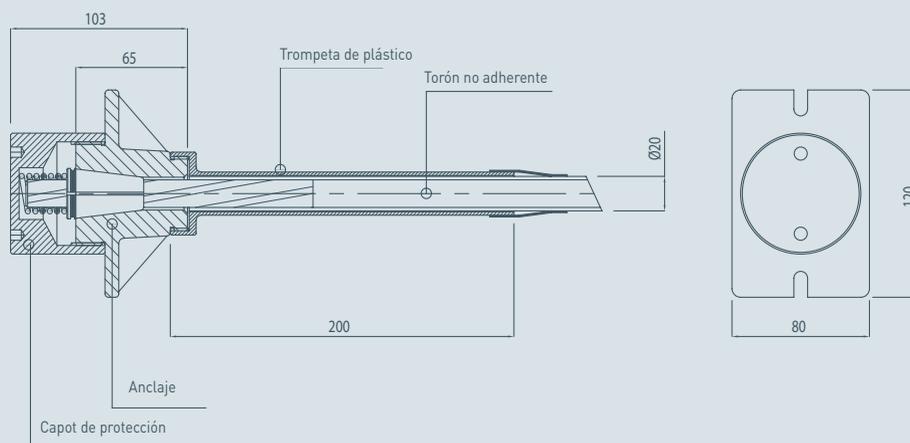
MONOTORÓN

SISTEMAS DE POSTENSADO

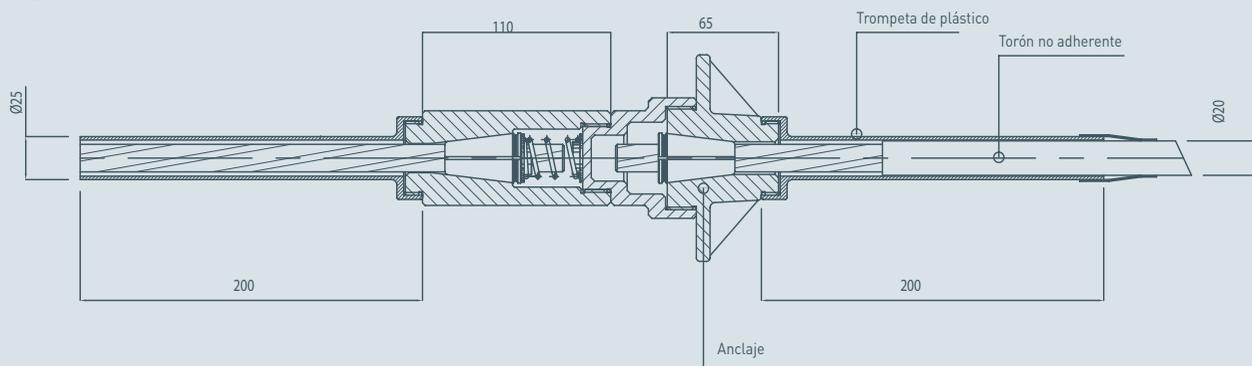
TESIT 1C15-UL



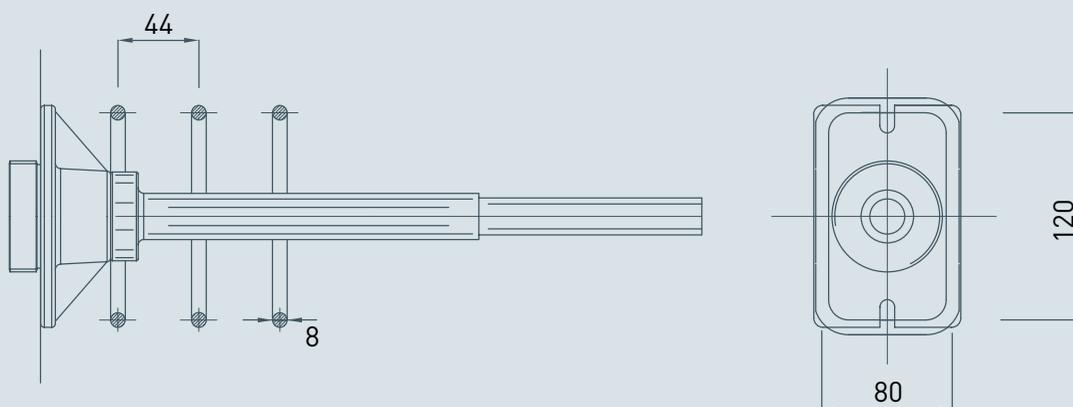
TESIT 1C15-UD



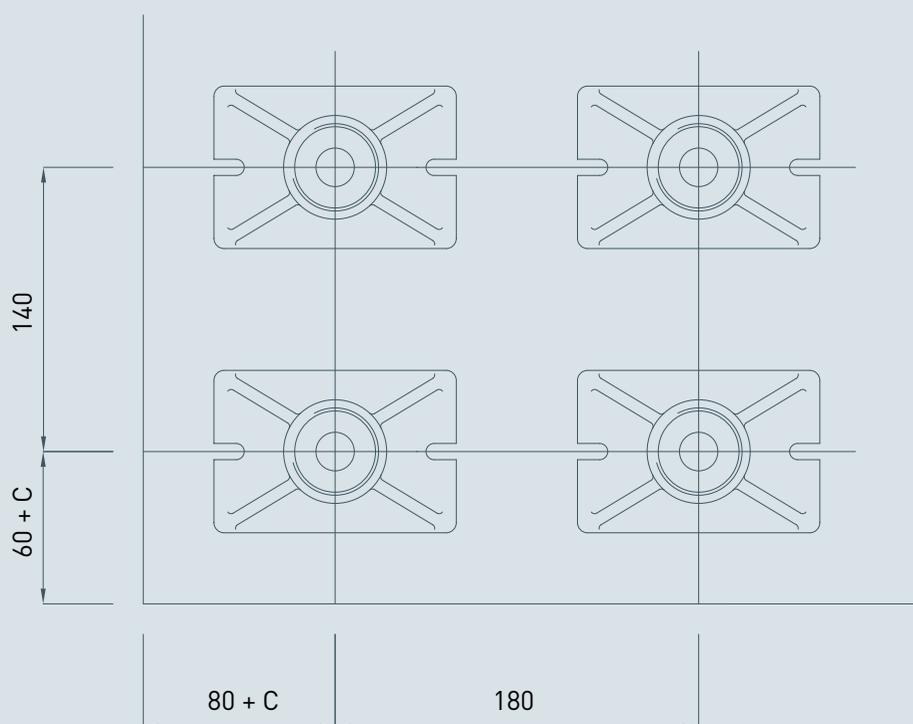
TESIT 1C15-UC



REFUERZO DE CONFINAMIENTO



DISTANCIA ENTRE EJES Y CARA EXTERNA DEL HORMIGÓN



Valores válidos para $f_{cm,0-cyl} \geq 16.5$ MPa

c = recubrimiento de hormigón según la Norma Europea EN 1992-1-1 y las normas nacionales vigentes en el país de uso

ELEMENTOS DE CÁLCULO

PÉRDIDAS POR FRICCIÓN

El cálculo de la pérdida de la fuerza de postensado debido a los efectos de fricción dentro de los cables se hace normalmente partiendo de la siguiente ecuación (fuente: EN 1992-1-1):

$$\Delta P_{\mu(x)} = P_{\max} (1 - e^{-\mu(\theta+kx)})$$

donde:

$\Delta P_{\mu(x)}$ = pérdida de fuerza de postensado de 0 a x distancia [kN]

x = distancia desde el punto de tensado [m]

P_{\max} = fuerza en el extremo de tensado [kN]

μ = coeficiente de fricción entre torones y ductos [1/rad]

θ = suma de la desviación angular de 0 a x distancia, independientemente de la dirección o signo [rad]

k = desviación angular no intencionada dentro de los cables, coeficiente de tambaleo [rad/m]

Los valores para el coeficiente de fricción μ están entre 0,18 y 0,22 mientras que los valores k están entre 0,005 y 0,01.

Los valores recomendados para el cálculo son $\mu = 0.19$ [1/rad] y $k = 0.005$ [rad/m].

ANÁLISIS DE ALARGAMIENTOS

El alargamiento del cable, bajo la acción de uno o dos gatos, se determina en el diseño estructural y se verifica en la obra. El diseñador debe especificar teóricamente el cálculo de alargamientos y los elementos correctivos tenidos en consideración. Debe ser posible establecer con precisión la relación entre el alargamiento estimado y el medido en obra. De hecho, los efectos secundarios deberían ser sumados al alargamiento del cable para obtener la elongación correcta. La verdadera elongación medida en obra es definida por tanto como la suma de los siguientes elementos:

- ΔL_a : alargamiento teórico del torón, calculado sobre la base de la longitud entre anclajes, en uno o dos de los extremos, dependiendo de si se utilizan uno o dos gatos.
- ΔL_b : acortamiento elástico del hormigón. Este dato, como es extremadamente reducido, normalmente se ignora.
- ΔL_r : acumulación de deformaciones de los dispositivos de anclaje, para la deformación de los anclajes en el hormigón y para la aproximación de las cuñas.
- ΔL_v : penetración de cuñas dentro de los gatos y las deformaciones de los gatos.

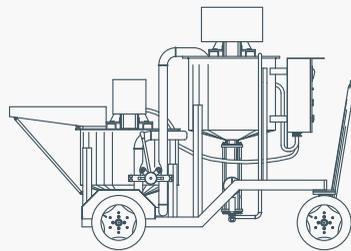
$$\Delta L_o = \Delta L_a + \Delta L_b + \Delta L_r + \Delta L_v$$



05

INSTALACIÓN

Nuestros técnicos en obra se ocupan de las distintas fases de instalación, gracias a la experiencia de décadas en obra y a métodos de trabajo específicos.



FASES DE INSTALACIÓN

La instalación de los sistemas de postensado de TENSA está compuesta de las siguientes fases:

COLOCACIÓN DE DUCTOS Y ANCLAJES

Para el postensado interno, los ductos se colocan antes del hormigonado, fijados al acero de refuerzo para evitar que su posición cambie durante la fase de vaciado.

Para el postensado longitudinal, se suelen colocar siguiendo una disposición parabólica.

Los anclajes están sujetos firmemente al encofrado.

ENFILADO DE LOS TORONES

Los torones se enfilan uno por uno dentro del ducto colocado, utilizando máquinas especiales para empujar el torón.

Las operaciones de enfilado se llevan a cabo teniendo cuidado de no dañar el torón ni el ducto.

TENSADO

El tensado se lleva a cabo utilizando gatos multitorón o monotorón, dependiendo del sistema utilizado y las condiciones locales del lugar de trabajo, los equipos cuentan con un sistema de bloqueo hidráulico automático.

INYECCION DE LECHADA

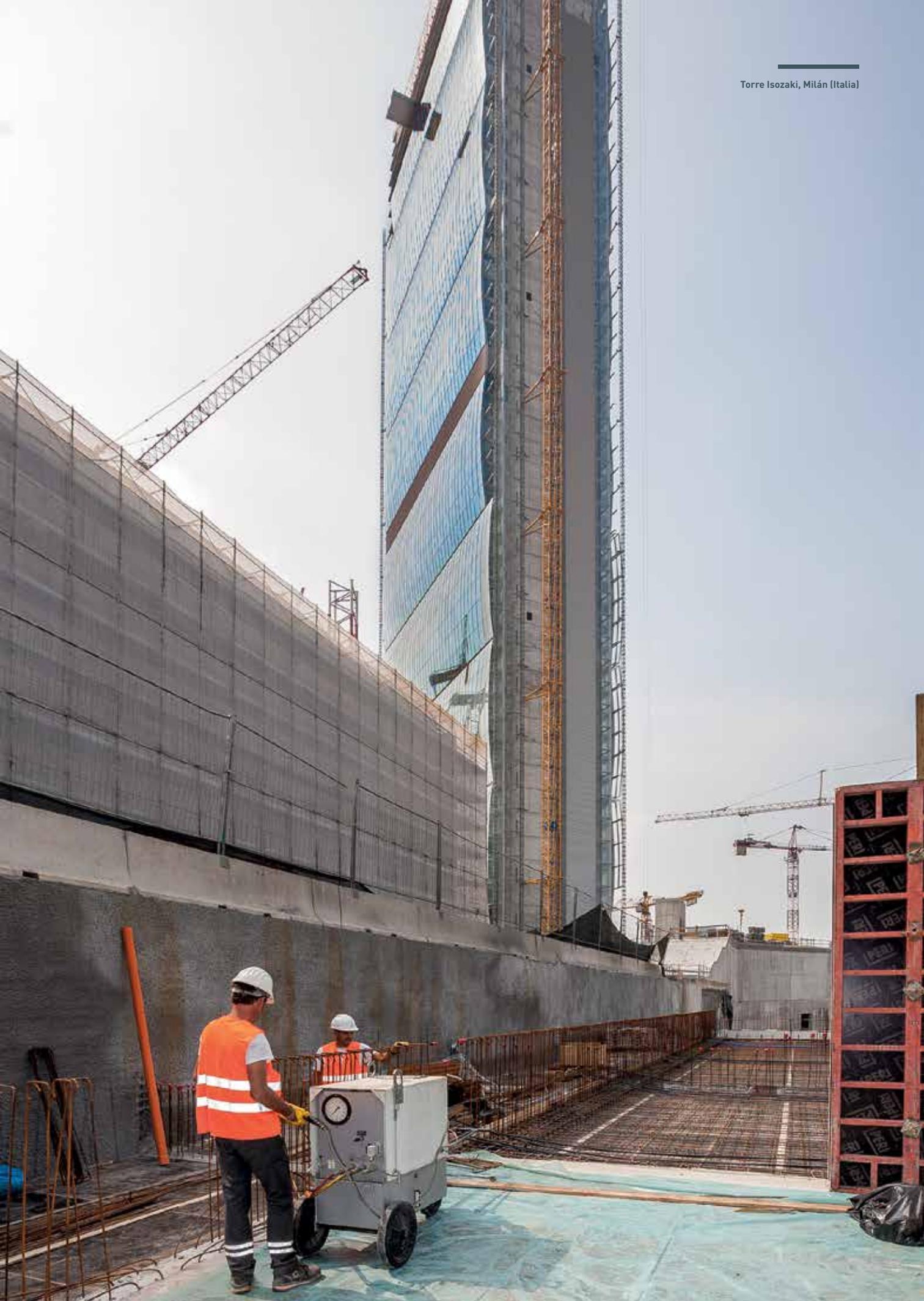
La inyección de lechada en los cables se realiza para proteger los torones de la corrosión y puede realizarse con lechada de cemento o compuestos blandos contra la corrosión. Los ductos de los cables están provistos de purgas de aire en los puntos más altos para asegurar la ausencia de bolsas de aire y deben estar completamente sellados. En caso de una disposición de cables compleja o de aplicaciones especiales, es posible realizar la inyección en vacío usando equipos especializados.

Junto con el sistema de postensado, TENSA ha desarrollado una amplia gama de equipos de instalación, incluyendo gatos de tensado multitorón y monotorón, centrales hidráulicas, máquinas de inyección de lechada y células de carga.

En la actualidad TENSA está orgullosa de participar en el diseño y producción de nuevos gatos de tensado aplicando tecnología y experiencia para conseguir mejores rendimientos.

Aeropuerto de Sa Carneiro, Porto (Portugal)



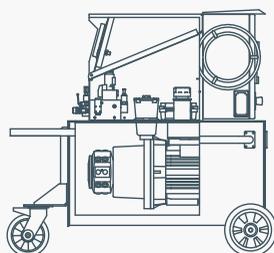




06

EQUIPOS DE INSTALACIÓN

Una amplia gama de equipos para la instalación de cables que asegura un proyecto completo y seguro.



GATOS MULTITORÓN Y MONOTORÓN

TENSA fabrica varios tipos de gatos de tensado "MT", entre 1000 y 10000 kN. Han sido diseñados y construidos considerando las siguientes necesidades de tensado: pérdidas mínimas de torón (300 mm a 500 mm), bloqueo automático, fácil extracción y control de las cuñas, rotación del gato alrededor de su propio eje.

SERIE MT

Los gatos MT han sido diseñados y construidos por TENSA para considerar las siguientes necesidades de tensado: pérdidas mínimas de torón, circuito hidráulico incorporado en el gato, cierre controlado, cuñas fáciles de extraer y verificar, rotación del gato sobre su propio eje facilitando su colocación en el cable. La alta funcionalidad y la alta calidad del material han hecho que esta línea de gatos tenga mucho éxito en las condiciones operativas más severas.



SERIE MTX

Los gatos de la serie MTX, como evolución natural del gato de la serie MT, han sido diseñados y construidos para tensado en zonas muy confinadas donde las dimensiones del gato son un factor fundamental.



SERIE MTP

Los gatos de la serie MTP son la evolución más reciente del equipo de tensado de TENSA. Esta serie ha sido diseñada teniendo en cuenta todas las lecciones aprendidas de muchos años de experiencia en las obras de los proyectos de todo el mundo, y está diseñada para garantizar el mejor rendimiento durante la instalación.



SERIE MTA

Los gatos de la serie MTA son la novedad en gatos multitorón de TENSA, diseñados con cuñas de arrastre delanteras que permiten reducir la longitud de los rabos de torones. El tamaño y peso de los gatos están optimizados para proporcionar un buen equilibrio entre el rendimiento y las necesidades de la obra. Los gatos están equipados como de costumbre con un sistema de bloqueo hidráulico automático y conexiones para su fácil transporte y movimiento.



SERIE PT (MONOTORÓN)

TENSA fabrica cuatro tipos de gatos de serie PT monotorón, que difieren en el área de tensado, el peso y las dimensiones. Todos los gatos de la serie PT están equipados con el sistema de bloqueo automático.



CENTRAL DE TENSADO

TENSA ofrece una amplia gama de centrales hidráulicas, que difieren en rendimiento, dimensiones y peso. Los gatos de la serie PT necesitan bombas de tensado con potencias entre 2,2 y 10 kW.

Los gatos de la serie MT, MTX y MTP necesitan bombas de tensado con potencias entre 7,5 y 30 kW.

Todas las centrales de TENSA están equipadas con un circuito de bloqueo automático.



MAQUINA DE INYECCION DE LECHADA

La máquina GP está disponible en varios modelos, que difieren en rendimiento. La máquina de inyección está compuesta de una batibomba helicoidal excéntrica, una mezcladora y una turbomezcladora.

Todas las máquinas están equipadas con un panel de control con botonera.



BOMBA DE VACÍO

TENSA ofrece bombas de vacío con índices de potencia entre 4 kW y 7,5 kW. Esta bomba se utiliza para inyectar lechada bajo vacío, garantizando una inyección perfecta sin la presencia de aire.



GATO DE EXTRUSIÓN

El equipo consiste de un gato portátil de alta potencia (XG2) alimentado por una central hidráulica. El gato extrusiona los anclajes pasivos (terminales de compresión) en los extremos de los torones. La propulsión del gato varía según el tipo de central al que está conectado.



MÁQUINA DE ENFILADO DE TORONES

Este equipo, diseñado para enfilear torones en los ductos, está formado por una central hidráulica y una unidad que puede empujar los torones a largas distancias dentro de los conductos.

Las dos unidades pueden ser instaladas en una ubicación remota.

TENSA ofrece varios modelos para satisfacer los requisitos de la obra.

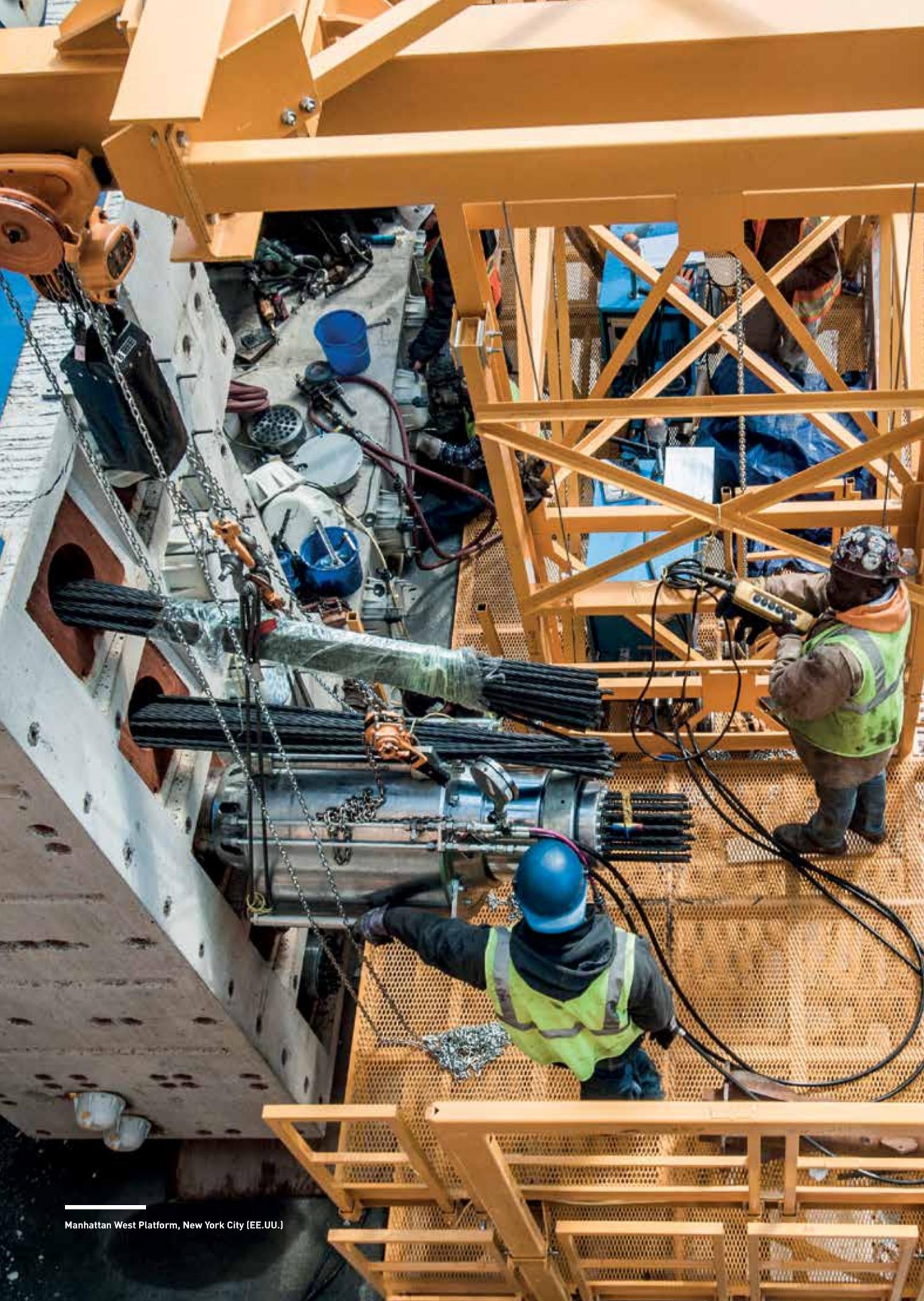


MÁQUINA DE ANCLAJE PASIVO

El equipo está formado por una central hidráulica XST/3" y una unidad operativa (gato UST/3") que abre los hilos del torón y crea el bulbo.

La realización de bulbo en un extremo del torón es completamente automática, controlada por un dispositivo electrónico que regula la duración y la intensidad de la fuerza aplicada.



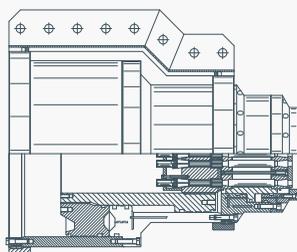




07

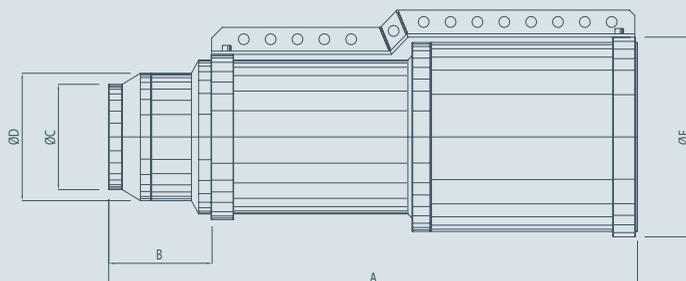
PROPIEDADES Y DIMENSIONES DE LOS EQUIPOS

Un resumen de todas las propiedades
y dimensiones para cada equipo.



GATOS DE TENSADO MULTITORÓN

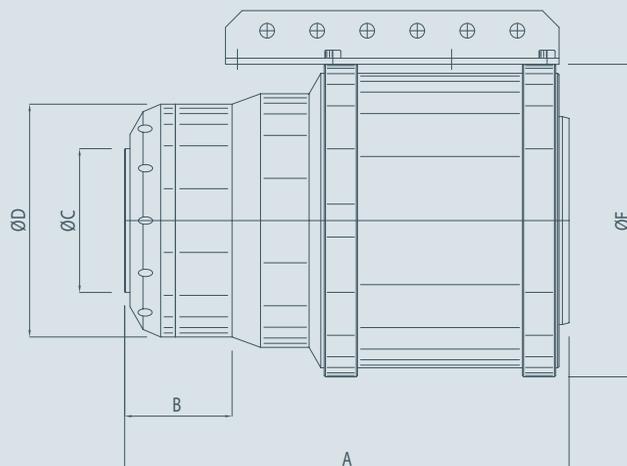
SERIE MT



TIPO DE GATO	MT1000kN	MT1500kN	MT2500kN	MT3000kN	MT3500kN	MT4500kN	MT6000kN	MT9000kN
Capacidad [kN]	1000	1500	2500	3000	3500	4500	6000	9000
Carrera [mm]	250	250	250	250	250	250	300	150
Peso [kg]	100	180	290	350	420	600	1000	1250
Area de tensado [cm ²]	155.51	302.18	361.00	400.55	492.44	725.71	879.60	1625.00
Presión de tensado máx. [bar]	600	500	700	700	700	700	700	700
Presión de retorno máx. [bar]	180	180	180	180	180	180	180	180
Presión de cierre máx. [bar]	165	165	165	165	165	165	165	165
Longitud de rabos para el tensado [cm]	35	37	37	38	38	45	51	52
A [mm]	950	931	951	984	970	1107	1237	1016
B [mm]	155	130	150	154	147	200	207	191
C [mm]	137	152	173	195	214	243	295	322
D [mm]	162	185	213	236	252	310	380	407
E [mm]	248	310	339	370	415	512	615	714

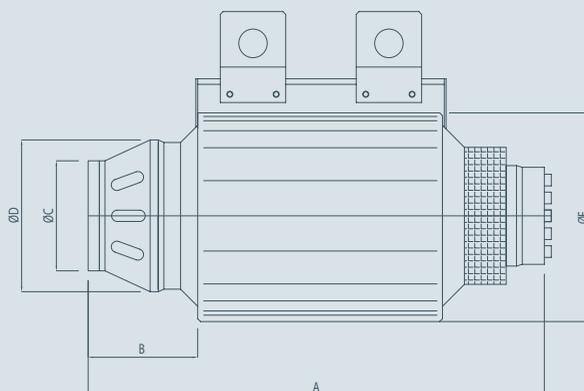
Fichas técnicas detalladas y manuales de instrucciones disponibles bajo pedido.

SERIE MTX



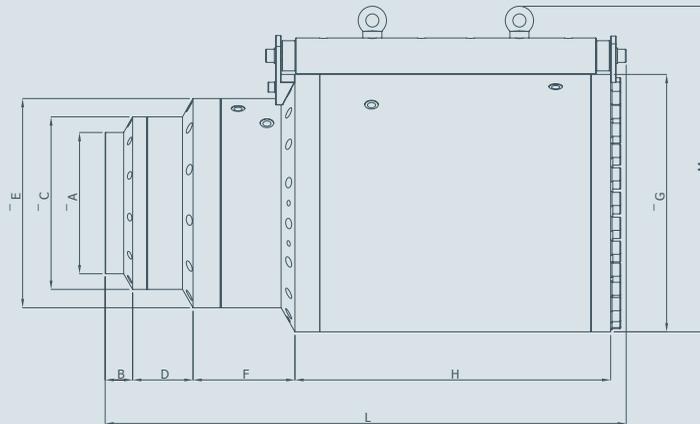
TIPO DE GATO	MTX3000kN	MTX4500kN
Capacidad [kN]	3000	4500
Carrera [mm]	100	100
Peso [kg]	350	500
Area de tensado [cm ²]	564.22	636.43
Presión de tensado máx. [bar]	660	660
Presión de retorno máx. [bar]	100	100
Presión de cierre máx. [bar]	100	100
Longitud de rabos para el tensado [cm]	26	26
A [mm]	665	680
B [mm]	175	165
C [mm]	214	255
D [mm]	347	400
E [mm]	466	537

SERIE MTP



TIPO DE GATO	MTP (MS) 850kN	MTP (MS) 2600kN	MTP (MS) 4800kN	MTP (MS) 6800kN	MTP (MS) 7000kN	MTP (MS) 9750kN
Capacidad [kN]	850	2600	4800	6800	7000	9750
Carrera [mm]	150	250	300	300	295	300
Peso [kg]	106	290	700	875	1200	1770
Area de tensado [cm ²]	194.78	549.78	876.51	1237.01	1258.00	1772.45
Presión de tensado máx. [bar]	500	550	550	550	550	550
Longitud de rabos para el tensado [cm]	85	80	110	115	115	115
A [mm]	493	880	1185	1200	1275	1200
B [mm]	217	195	195	217	320	195
C [mm]	136	227	290	256	320	370
D [mm]	146	270	330	336	396	470
E [mm]	230	375	470	560	560	680

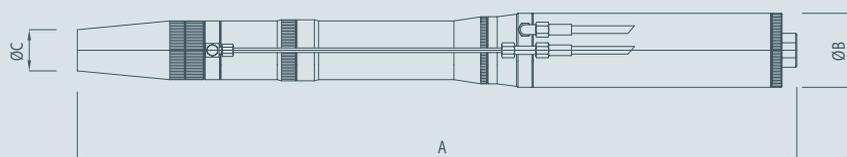
SERIE MTA



TIPO DE GATO	MTA 950kN	MTA 1700kN	MTA 2200kN	MTA 2900kN	MTA 3600kN	MTA 4600kN	MTA 5300kN	MTA 6500kN	MTA 7400kN	MTA 8800kN	MTA 10000kN
Capacidad [kN]	950	1700	2200	2900	3600	4600	5300	6500	7400	8800	10000
Carrera [mm]	250	250	250	250	250	250	300	300	300	300	300
Peso [kg]	150	250	450	545	610	670	980	1055	1250	1400	1550
Area de tensado [cm ²]	173.72	317.42	404.06	520.72	703.72	841.16	989.6	1193.8	1353.17	1643.11	1836.62
Presión de tensado máx. [bar]	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Presión de retorno máx. [bar]	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Presión de cierre máx. [bar]	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Longitud de rabos para el tensado [cm]	70	70	70	70	70	70	75	75	75	75	75
A [mm]	137	168	189	203	225	258	276	293	333	363	400
B [mm]	33	36	39	42	45	50	55	65	70	75	82
C [mm]	195	230	250	270	285	315	345	360	410	450	490
D [mm]	90	90	100	108	110	111	163	108	110	115	120
E [mm]	270	300	320	337	352	382	412	427	470	500	540
F [mm]	160	165	170	176	181	187	187	220	235	250	270
G [mm]	320	340	360	385	420	470	520	545	565	595	630
H [mm]	517	559	591	591	585	580	639	646	665	710	728
L [mm]	800	850	900	945	950	957	1072	1072	1080	1150	1200
M [mm]	450	470	490	512	545	595	660	678	705	735	770

GATOS DE ESFUERZO MONOTORÓN

SERIE PT



TIPO DE GATO	PT 150 kN	PT 200 kN	PT 250 kN	PT 300 kN
Capacidad [kN]	150	200	250	300
Carrera [mm]	100	200	200	200
Peso [kg]	16	23	23	28
Area de tensado [cm ²]	32.80	47.20	47.20	58.32
Presión de tensado máx. [bar]	550	450	550	550
Presión de retorno máx. [bar]	180	180	180	180
Presión de cierre máx. [bar]	165	165	165	165
Conexión	2 mangueras	2 mangueras	2 mangueras	2 mangueras
A [mm]	685	957	930	874
B [mm]	115	97	97	107
C [mm]	38	53	54	57

TENSA AROUND THE WORLD

TENSA HEADQUARTERS

TENSA - HEAD OFFICE
Via Pordenone, 8
20132 Milano - ITALY
T +39 02 4300161
F +39 02 48010726
mail@tensainternational.com

TENSA - ROME OFFICE
Via Cremona, 15b
00161 Roma - ITALY
T +39 06 8084621
F +39 06 8085427
mail@tensainternational.com

TENSA - WORKSHOP
Via Buttrio, 36
33050 Pozzuolo del Friuli (UD) - ITALY
T +39 0432 6071
mail@tensainternational.com

BRANCHES

TENSA AMERICA LLC
1111 Kane Concourse, S.te 200
Bay Harbor Island - 33154 FL
T +1 305 8669917
mail@tensaamerica.com
www.tensaamerica.com

TENSA INDIA
Private LTD, India
K-71, Lokmanya Pan Bazar,
Chunabhatti,
Mumbai 400021
M + 91 98 70793974
www.tensaindia.com

TENSA RUSSIA
5th Yamskogo Polya Street, 5
Bldg 1, 16th Floor
125040 Moscow
T +7 495 2300024
mail@tensarussia.com
www.tensarussia.com





TENSA PORTUGAL

Constr. Civil e Obras Publicas
Rua Eng. Frederico Ulrich, 3210-3
Sala 314
4470-605 Moreira da Maia
T +351 229416633
F +351 229415151
mail@tensainternational.com
www.tensainternational.com

TENSA AUSTRALIA

Level 1, 488 Botany Road
Alexandria, NSW 2015
T +61 2 8332 6151
F +61 2 8332 6101
mail@tensainternational.com
www.tensainternational.com

TENSA MIDDLE EAST

RAKIA Business Center 5
Building A4, floor 12, office 1209
T +971 72432888
mail@tensainternational.com
www.tensainternational.com



TENSA

**Via Pordenone, 8
20132 Milano, Italy**

T +39 02 4300161

F +39 02 48010726

mail@tensainternational.com

www.tensainternational.com