



Maschinenfabrik GmbH & Co. KG

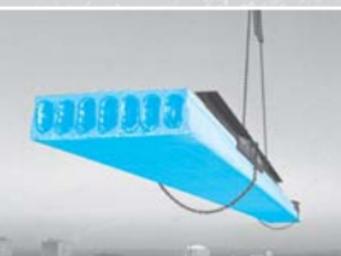
# Panorama global Técnica de hormigón tensado



Tensado de  
torres y postes



Tensado de  
traviesas

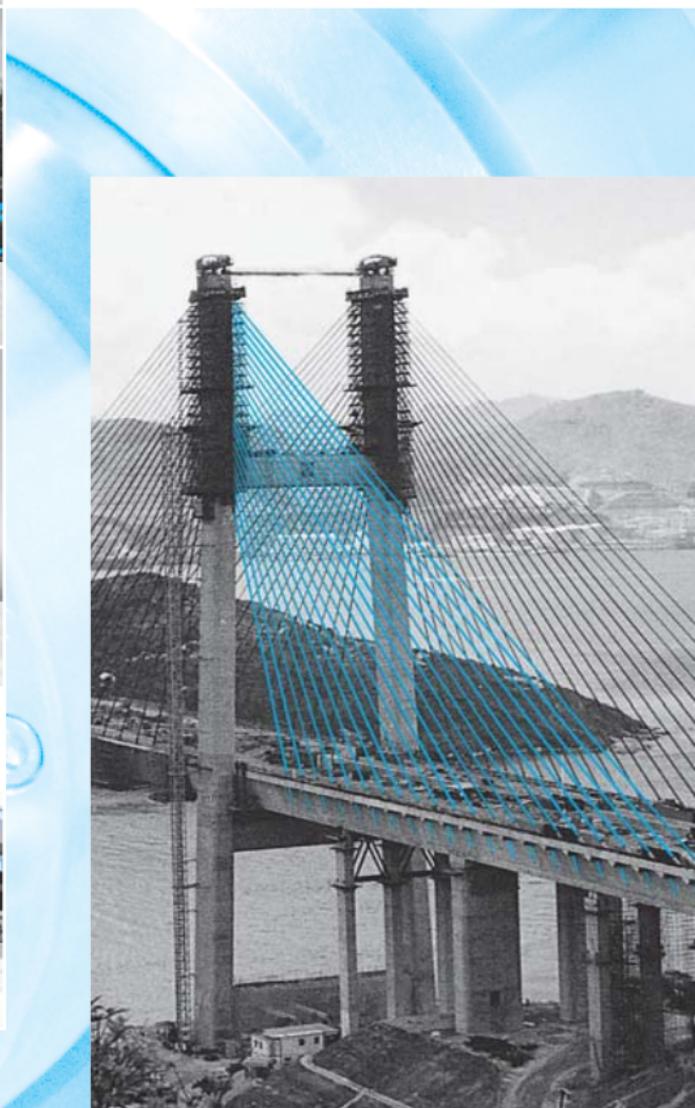


Tensado de  
placas alveolares



Pretensado de estruc-  
tura prefabricada

**made**  
**in**  
**Germany**



Tensado de cables inclinados



En los 37000 m<sup>2</sup> de nuestras naves en Dürmentingen se encuentran el montaje, la construcción, la distribución y el taller para aprendices. La superficie completa de nuestras instalaciones es de más de 120000 qm.

# ÍNDICE



Tradición y Experiencia

4



Planificación y Asesoramiento

6



Pretensado en la fábrica

8



Tensor a pie de la obra

10



Prensas multifilares y sistemas para cables inclinados

12



Instalaciones para la producción de torres y postes

14



Producción de traviesas

16



Manipulación de acero de tensor

18



Anclajes de tensado

20

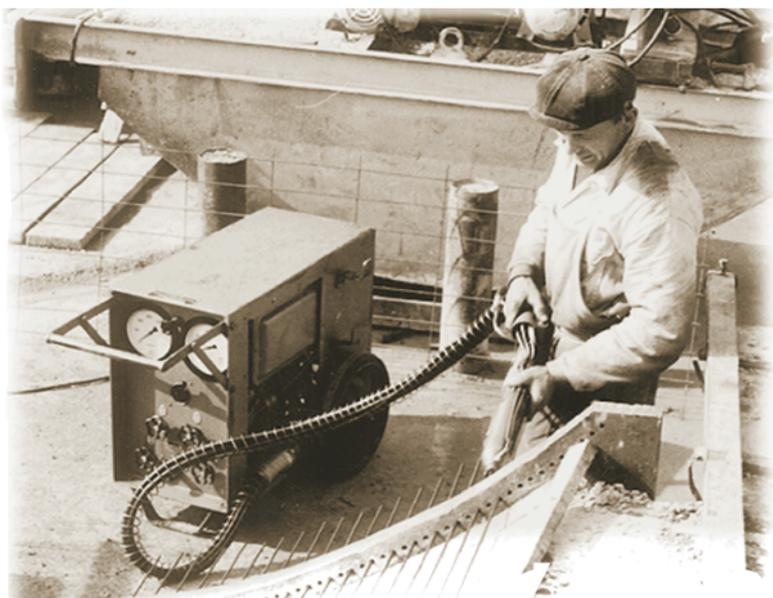


Comprobar y Medir

21



# TRADICIÓN Y EXPERIENCIA



PAUL fabrica máquinas y accesorios para la producción de hormigón pretensado desde los años 50 en estrecha cooperación con usuarios de todo el mundo.

## Máquinas de renombre mundial

En 1959, PAUL suministró la primera prensa de tensar unifilar para la producción de cascos hiperboloides con el entonces revolucionario mando por dos botones y, con este desarrollo, puso la primera piedra para un futuro con éxito.

La gama de productos, ampliada y complementada poco a poco en el curso de los años, abarca en la actualidad una extensa variedad de máquinas y accesorios para los diferentes procedimientos y campos de la producción de

hormigón pretensado. Estamos en condiciones de suministrar todas las máquinas y accesorios que hacen posible un pretensado racional.

La amplia selección de prensas de tensar, agregados de bomba y cilindros de destensar para diferentes fuerzas de tensar se complementa con aparatos prácticos como el cortador para alambres de acero o el lanzacables que facilitan enormemente el trabajo diario en la planta de prefabricado.



Dib. 1: Nuestra primera prensa de tensar (30 kN, Carrera 170 mm, Año 1959)



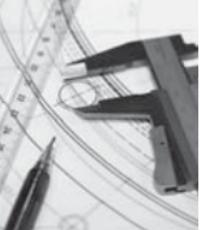
*Dib. 2: Agregados de bomba y prensas multifilares para trabajos de postensado*

Damos una especial importancia a una gran profundidad de producción. De este modo mantenemos el máximo control posible en todo el proceso de producción, asegurando así el alto nivel de calidad de nuestras máquinas e instalaciones.

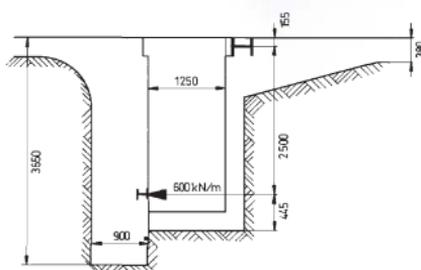
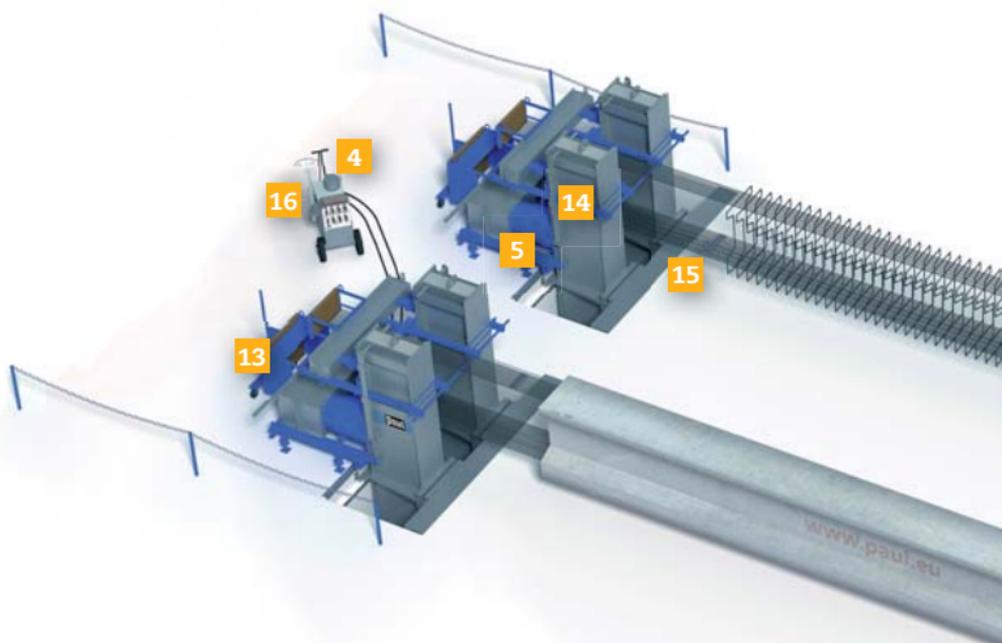
En tornos automáticos se producen diariamente más de 20000 piezas brutas de cuñas, las cuales posteriormente se mecanizan en máquinas especiales.



*Dib. 3: Producción de anclajes de tensar con autómatas giratorias*



# PLANIFICACIÓN Y ASESORAMIENTO



Dib. 4: Contrafuertes de presión sobre el suelo

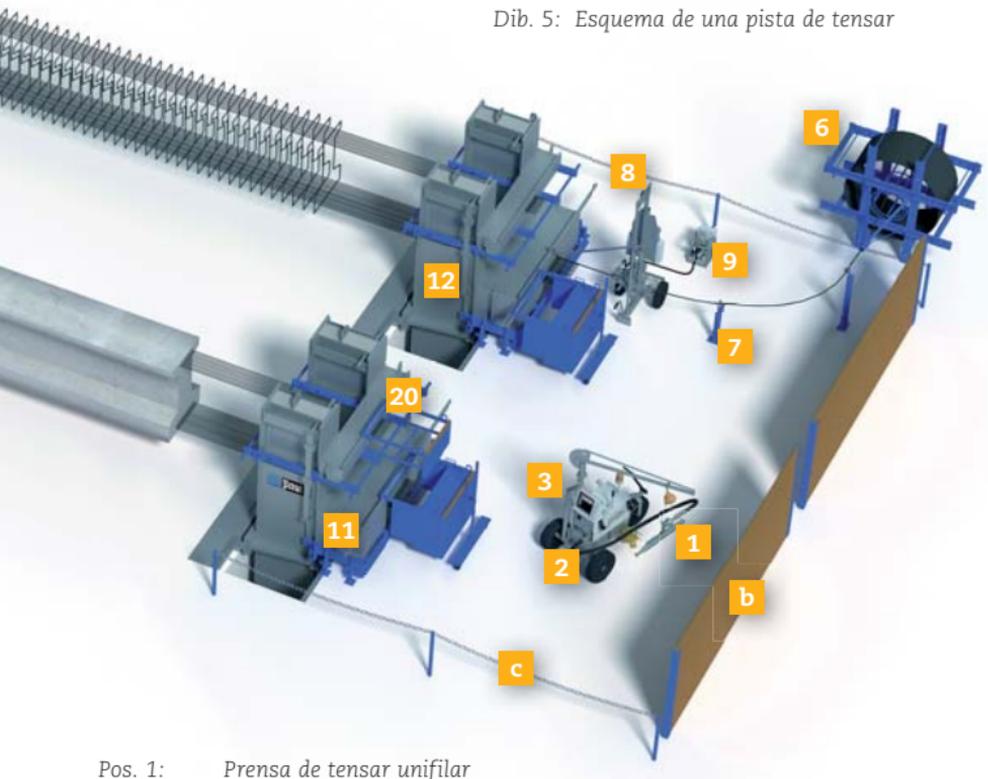
A parte de considerar sus necesidades actuales, intentamos dimensionar una instalación de pretensado también para tareas futuras.

Nuestros planos para contrafuertes pesados y de presión sobre el suelo le ahorran cálculos propios costosos. ¡Aproveche la experiencia de varias décadas!

Concebimos y desarrollamos instalaciones complejas y pistas de tensar completas. Le asesoramos ya durante la planificación y le ofrecemos nuestra asistencia hasta la puesta en marcha.

Un fuerte particular es el desarrollo y la producción de soluciones especiales adaptadas a las ideas y exigencias de cada usuario.

Dib. 5: Esquema de una pista de tensar



- Pos. 1: Prensa de tensar unifilar
- Pos. 2: Agregado de bomba
- Pos. 3: TENSACONTROL MAXI 6
- Pos. 4: Bomba de destensado
- Pos. 5: Cilindro de destensado
- Pos. 6: Devanadera para trenzado
- Pos. 7: Rodillos de desvío
- Pos. 8: Lanzacables eléctrico
- Pos. 9: Cortador hidráulico
- Pos. 11: Placa perforada transversal
- Pos. 12: Viga de contrafuerte
- Pos. 13: Dispositivo de protección
- Pos. 14: Apoyos
- Pos. 15: Acoplamiento
- Pos. 16: Indicador de carrera sincrónico
- Pos. 20: Anclaje de tensar
- Pos. b: Pared de protección (por parte del cliente)
- Pos. c: Cadena de cierre (por parte del cliente)



## PRETENSADO EN LA FÁBRICA



Dib. 6: Agregado de moto-bomba y 4 cilindros de destensado de 1500 kN

Suministramos todos los componentes de instalación, máquinas y accesorios para el pretensado en pistas de tensar. Se trata, entre otros, de los componentes instalados fijos, como vigas de contrafuerte, placas perforadas transversales, etc. (véase página 6 y 7). También en la selección de los equipos de tensar móviles, nuestra extensa gama de productos ofrece siempre la solución adecuada.

- Agregados de bomba como unidad de accionamiento universal para prensas de tensar, cortadores de acero, etc.
- Lanzacables para introducir los trenzados en el encofrado.
- Prensas de tensar unifilares de 30 hasta 300 kN de fuerza de tensar (véase tabla 1).

- Prensas de tensar rosca-das para el tensado exacto de alambres cortos.
- Las prensas de tensar dobles para tensar monotrenzados pueden colocarse desde arriba.
- Cilindros de destensado de 200 hasta 10000 kN fuerza de tensar (Dib. 6) para la aplicación uniforme del pretensado (destensar).

Para la fabricación deslizante se han desarrollado y suministrado contrafuertes transitables y anclajes de tracción especiales (Dib. 7).



Dib. 7: Anclajes de tracción



Dib. 8: Prensa de 2 mangueras 60 kN, carrera 200 mm

La extensa gama de prensas de tensar unifilares (véase tabla 1) para diferentes fuerzas de tensar y carreras, así como potentes agregados de bomba ofrecen para cada aplicación las máquinas adecuadas.



Dib. 9: Prensa de 4 mangueras 160 kN

Las prensas de tensar pequeñas son adecuadas para pretensar alambres delgados, p.ej. en la producción de pilotes para verjas o para aprendizaje y se utilizan mediante bombas manuales o agregados de bomba pequeñas.

Dib. 10: Prensa de 2 mangueras 250 kN en uso

| Fuerza tensor max. (kN)       | Carrera max. (mm) | Sobresaliente acero min. (mm) | Peso (kg) |
|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|-----------|
| <b>Prensas de 4 mangueras</b> |                   |                               |           |
| 30                            | 200               | 160                           | 18,5      |
| 30                            | 500               | 160                           | 24,0      |
| 60                            | 200               | 160                           | 19,5      |
| 60                            | 400               | 160                           | 25,0      |
| 120                           | 200               | 170                           | 29,0      |
| 120                           | 500               | 170                           | 45,0      |
| 160                           | 200               | 170                           | 31,0      |
| 160                           | 300               | 170                           | 34,0      |
| 160                           | 500               | 170                           | 47,0      |
| 300                           | 200               | 155                           | 39,0      |
| 300                           | 400               | 170                           | 50,0      |
| <b>Prensas de 2 mangueras</b> |                   |                               |           |
| 30                            | 200               | 185                           | 17,0      |
| 30                            | 600               | 185                           | 27,0      |
| 60                            | 200               | 185                           | 18,0      |
| 60                            | 600               | 185                           | 28,0      |
| 180                           | 250               | 333                           | 36,0      |
| 180                           | 500               | 333                           | 43,0      |
| 250                           | 250               | 345                           | 44,0      |
| 250                           | 500               | 345                           | 56,0      |

Tab. 1





# TENSAR A PIE DE OBRA

Para el pretensado a pie de obra ofrecemos una gran cantidad de accesorios fácilmente transportables y por lo tanto flexibles en su empleo.

Entre ellos están los agregados de bomba portátiles y móviles, los lanzacables grandes con ruedas neumáticas, mandos por cable o radiocontrol etc.

Todos los aparatos pesados están provistos de cán-

camos robustos y por ello pueden ser cargados fácilmente por grúa.



Dib. 11: Agregado de bomba portátil



Dib. 12: Prensa de tensar multifilar TENSA M 4800 kN

Dib. 13: Agregado de bomba portátil y prensa multifilar para el pretensado con unión posterior en servicio móvil



Dib. 14: Agregado de bomba móvil



Un mando por cable o radiocontrol simplifica el manejo de un lanzacables: El operario no se encuentra al lado del lanzacables, sino directamente al lado del miembro de tensar, pudiendo vigilar así mucho mejor la introducción de trenzados.

Naturalmente un mando por radiocontrol también es muy útil en las plantas de prefabricados de hormigón para introducir los trenzados en el molde.



Dib. 15: Mando control remoto NCS-5



Dib. 16: Lanzacables accionados hidráulicamente

# PRENSAS DE TENSAR MULTIFILARES Y TÉCNICA DE CABLES INCLINADOS

Con una prensa multifilar se tensa de manera rápida y exacta los miembros de tensar, formados por numerosos trenzados individuales después del fraguado del hormigón.

En comparación con la serie TENSA M, el tipo TENSA M-PV necesita un sobresaliente mínimo inferior de los trenzados (véase tabla 2)



Dib. 17: TENSA M 6800 kN en el miembro de tensar

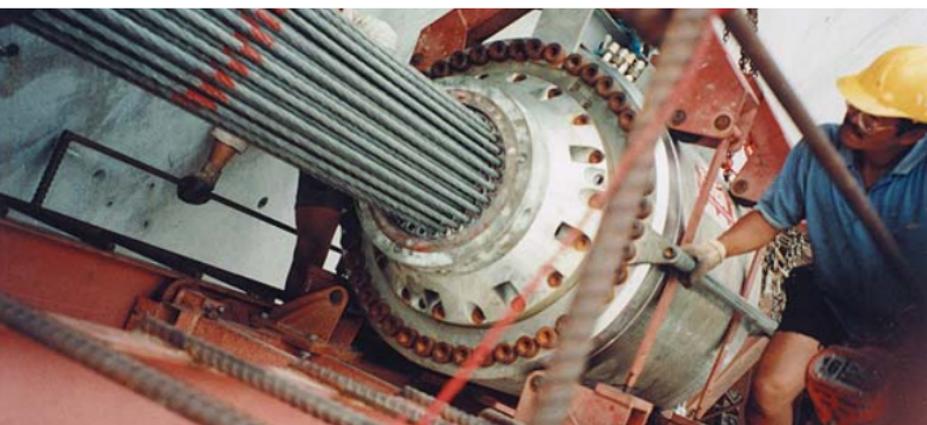
| Fuerza tensar max. (kN)                | Carrera tensar max. (mm) | Sobresaliente de trenzado | Número de trenzados(0,6") | Peso (kg) |
|--|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| <b>Prensas multifilares TENSA M</b>    |                          |                           |                           |           |
| 1000                                   | 250                      | 700                       | 7                         | 120       |
| 1090                                   | 200                      | 650                       | 5                         | 80        |
| 1500                                   | 250                      | 650                       | 9                         | 195       |
| 1700                                   | 250                      | 750                       | 7                         | 190       |
| 2100                                   | 250                      | 800                       | 12                        | 260       |
| 3000                                   | 460                      | 1000                      | 15                        | 420       |
| 4800                                   | 300                      | 1050                      | 22                        | 750       |
| 6800                                   | 300                      | 1100                      | 31                        | 1185      |
| 9750                                   | 300                      | 1200                      | 37                        | 1770      |
| 15000                                  | 500                      | 1650                      | 108                       | 5800      |
| <b>Prensas multifilares TENSA M-PV</b> |                          |                           |                           |           |
| 650                                    | 120                      | 260                       | 3                         | 70        |
| 650                                    | 450                      | 150                       | 3                         | 136       |
| 850                                    | 250                      | 160                       | 4                         | 100       |
| 3100                                   | 250                      | 230                       | 15                        | 390       |
| 4800                                   | 100                      | 320                       | 22                        | 643       |
| 7100                                   | 120                      | 245                       | 31                        | 920       |
| 8600                                   | 300                      | 500                       | 61                        | 2150      |

Tab. 2

Las prensas de tensar CFK de construcción ligera destacan sobre todo por su peso enormemente reducido.

Son muy flexibles y sencillas en su empleo en las obras.





Dib. 18: TENSA M 15000 kN en servicio

Según el método, los cables inclinados se tensan o bien completos con grandes prensas multifilares o bien se introducen uno por uno en los tubos para cables inclinados y se tensan con prensas de tensar ligeras para trenzados individuales.

Para ambos métodos suministramos prensas de tensar y aparatos para introducir los trenzados.

Los cables inclinados de puentes ya existentes se corrigen con grandes prensas de tensar multifilares. Mediante el tensado de todo el cable inclinado o el apriete o aflojamiento de las tuercas de anclaje se aumenta o reduce la tensión.



Dib. 19: Prensas de tensar multifilares CFK en construcción ligera y prensa de tensar unifilar TENSA SM 240 kN



# INSTALACIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE TORRES Y POSTES



Dib. 20: Lanzacables eléctrico con mesa de estirar cable de 15 m



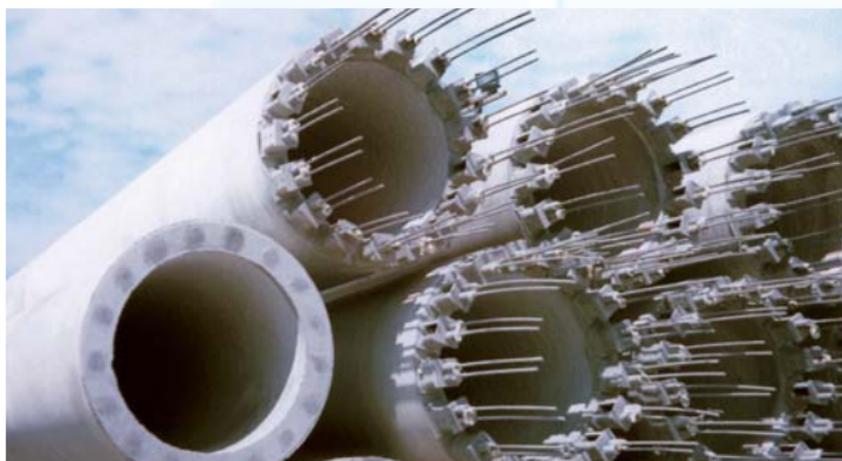
Dib. 21: Bobinadora de espirales de acero para armaduras de postes

Para la fabricación de postes se emplean diferentes métodos: En caso de muchos alambres de tensar con diámetro pequeño y cabecitas remachadas parcialmente, se recomienda tensar en grupo con una prensa de tensar de postes. Para alambres de tensar sin cabecitas y trenzado se tensa con una prensa unifilar.

La oferta se complementa por lanzacables semi-automáticos/ automáticos. Con la ayuda de un mando

con contador de metros, el usuario produce en corto tiempo la cantidad correcta de alambres de tensar. Se pueden prefabricar alambres para varios postes y depositarlos en diferentes canales.

La armadura en forma de espiral se puede fabricar de modo sencillo mediante una bobinadora de espirales. Los mandriles para diferentes medidas de cono del poste se pueden cambiar en pocos minutos.



Dib. 22: Postes pretensados



Dib. 23: Instalaciones eólicas con torres de hormigón tensados

Las torres eólicas de hormigón necesitan un pretensado vertical. Con las prensas ligeras de tensar CFK se produce la fuerza de pretensado en el espacio de sótano debajo de la torre. Para el trabajo desde arriba se pueden emplear dispositivos de elevación ligeros de aluminio. Con el dispositivo de elevación accionado hidráulicamente el operario puede enfilear la prensa de tensar sin ningún esfuerzo. El agregado

hidráulico correspondiente se queda fuera del sótano y se acciona con una botonera de mando. El equipo de tensar se puede complementar por el sistema de medición y protocolo TENSACONTROL.

Dib. 24: Máquina de tensar con cilindro de émbolo hueco CFK y dispositivo de elevación



Dib. 25: Segmento de torre prefabricado durante el transporte

Los anclajes de tensar se pueden prefabricar en fábrica y ser llevados en bobinas a la obra. Para la fabricación de anclajes, PAUL suministra a parte de lanzacables también instalaciones de fabricación de anclajes controladas por ordenador.



# PRODUCCIÓN DE TRAVIASAS



Dib. 26: Instalación remachadora controlado por CNC

Suministramos instalaciones de tensado y destensado para diferentes métodos de producción de traviesas de hormigón pretensado.

Entre ellos están las instalaciones remachadoras

controladas por CNC, autómatas de tensar y destensar con alimentador por husillo integrado para la producción de traviesas en molde de acero autoresistentes.



Dib. 27: Autómata de tensar



Dib. 28: Autómata de destensar



Dib. 29: Tensado de los alambres en cuerpos de traviesa ya fraguados

Para otro método suministramos autómatas para el tensado de alambres en cuerpos de traviesas ya fraguados.

También en este método se utilizan robots que pretensan con precisión y rapidez un gran número de traviesas.



Dib. 30: Carril fijo

# MANIPULACIÓN DE ACERO DE TENSAR

Un estudiado sistema de almacenamiento y una conducción controlada de los alambres y trenzados facilita y acelera la colocación de la armadura en una pieza de construcción.

Para ello, PAUL suministra devanaderas para almacenamiento y para el desbobinado controlado de la bobina, dispositivos de desvío, así como lanzacables eléctricos y cortadores de acero.

Con el cortadores hidráulico de acero 140 kN, equipado con cuchillas reversibles, se corta acero de tensar hasta  $\varnothing$  12,7 mm y acero de construcción hasta  $\varnothing$  22 mm con escasas rebabas.



Dib. 32: Cortador hidr. de acero 140 kN



Dib. 31: Lanzacables eléctrico

Introducidos en la devanadera de trenzado de PAUL, los alambres de tensar se pueden devanar de la bobina sin

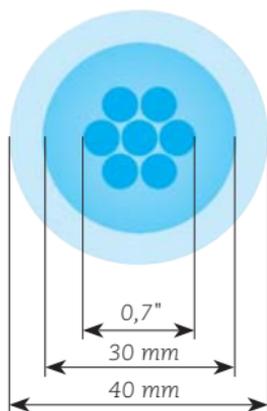
problemas. Los dispositivos de desvío conducen uno o varios trenzados hasta el molde o una vaina.



Dib. 33: Devanadera de trenzado



Dib. 34: Cortador de acero de alto rendimiento 300 kN



Dib. 35

Con un cortador de acero de alto rendimiento 300 kN se pueden cortar de un modo sencillo y rápido trenzados (0,6–0,7"), aceros mejorados (max.  $\varnothing$  30 mm, 800 N/mm<sup>2</sup>) y aceros de construcción (max.  $\varnothing$  40 mm, 600 N/mm<sup>2</sup>).

Ambos cortadores (140 kN y 300 kN) están apropiados para montar en el lanzacables para proporcionar al operario un lanzar y cortar racionales.



# ANCLAJES DE TENSADO

Las cuñas se fabrican de acero de cementación especialmente fundido para PAUL.

Una producción automatizada con alta precisión y una rigurosa inspección garantizan la máxima calidad.



Dib. 37: Cuñas y cajas de anclajes

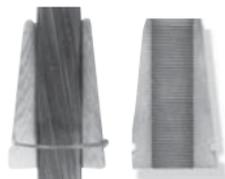
En las cajas distinguimos tres tipos:

**Tipo A:** cajas abiertas, la ejecución más sencilla y económica

**Tipo F:** cajas cerradas con cierre roscado o cierre de bayoneta

**Tipo K:** acoplamiento, con el cual se unen dos trenzados para poder aprovechar restos de acero

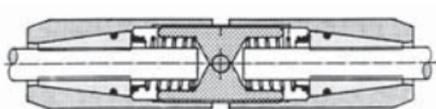
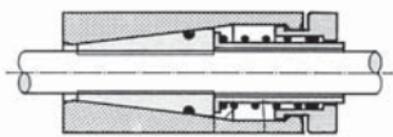
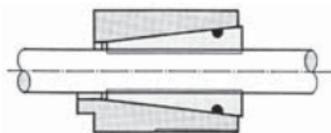
Dib. 36: Piezas de una cuña



Cada segmento de la cuña es comprobado por cámaras para asegurar una forma de diente exacta.

Las cajas se fabrican en un procedimiento especial partiendo de un material de alta resistencia, sometido a inspecciones de fisuras. Sin una comprobación por ultrasonido no se sella y valida para su envío.

Así aseguramos una máxima seguridad de trabajo y una larga duración de los elementos de anclaje.



Dib. 38

# COMPROBAR Y MEDIR



Para la aplicación exacta de la fuerza de tensar es imprescindible medirla ya durante el tensado, directa o indirectamente mediante el recorrido de dilatación.

TENSAcontrol MAXI 6, el sistema de medición y protocolo averigua la presión de tensar así como el recorrido de dilatación, memorizando estos datos en pendrive USB. A continuación pueden ser analizados en el ordenador y los resultados de mediación pueden ser impresos.

Las prensas de tensar calibra el usuario con el dinamómetro DMS. Con este aparato también se controla la fuerza de tensar de aceros tensados. La precisión del indicador digital es de un 0,5%.



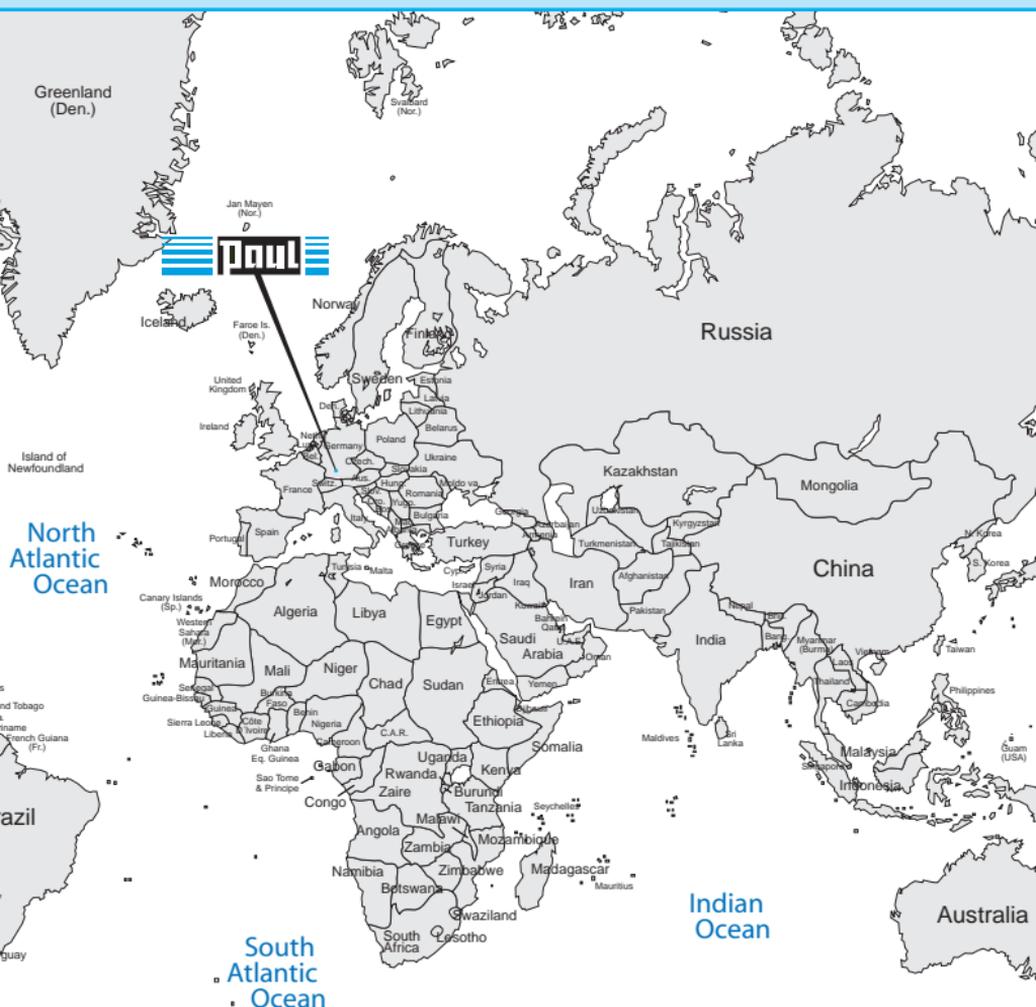
Dib. 39: Sistema de medición y protocolo TENSACONTROL MAXI 6



Dib. 40: Dinamómetro DMS



Estamos para Uds.  
mundialmente in situ.



Encuentre su  
representante PAUL  
y más información en

[www.paul.eu](http://www.paul.eu)



Maschinenfabrik GmbH & Co. KG

Max-Paul-Straße 1  
88525 Dürmentingen/Germany  
Phone +49 (0) 73 71/5 00-0  
Fax +49 (0) 73 71/5 00-111  
Mail: [spannbeton@paul.eu](mailto:spannbeton@paul.eu)  
Web: [www.paul.eu](http://www.paul.eu)



1602

Salvo errores y modificaciones.

PAUL-Info B 147.01/1

es