

Soluciones integradas de pretensado de edificios mediante armaduras activas postesadas



D I S E Ñ A R , C O N S T R U I R , M A N T E N E R



FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

El grupo Freyssinet

Freyssinet reúne un conjunto de experiencias sin parangón en el sector de la ingeniería civil especializada. La empresa aplica soluciones con gran valor añadido en dos áreas clave: la construcción y la reparación.

Gracias a sus más de 5.000 colaboradores, Freyssinet ha participado en numerosos proyectos de envergadura repartidos por los cinco continentes, lo que le ha llevado a convertirse en el líder mundial en sus especialidades: pretensado, métodos de construcción, estructuras con cables, equipamiento de obras, y reparación, refuerzo y mantenimiento de estructuras.

Freyssinet está plenamente comprometida con las cuestiones relativas al desarrollo sostenible y, en este sentido, multiplica sus acciones, en especial aquellas iniciativas orientadas a reducir el impacto medioambiental de las obras, o a reforzar su política de responsabilidad social.

Freyssinet es una filial del grupo Soletanche Freyssinet, líder mundial en estructuras y suelos, así como en el sector nuclear.

*Fotografía de portada:
Torre de telecomunicaciones en Malasia*

Freyssinet participa, desde hace más de medio siglo, en la construcción de edificios y torres de gran altura, optimizando sus estructuras gracias a las ventajas que ofrece la técnica del forjado pretensado. Mediante su oferta de soluciones, que integran el diseño, el suministro y la instalación de estos sistemas de pretensado, Freyssinet pone a disposición de los jefes de obra y de los arquitectos, su experiencia y saber hacer en el diseño de estructuras cada vez más funcionales y duraderas, siempre teniendo en cuenta las limitaciones de construcción.

Asesoramiento técnico desde la fase de diseño arquitectónico

Las tendencias arquitectónicas modernas privilegian las grandes superficies ininterrumpidas, la flexibilidad de la distribución interior y la facilidad para transformar espacios y circular por ellos, mejorando además considerablemente la durabilidad de los edificios. Todas estas exigencias pueden satisfacerse recurriendo al pretensado con armadura activa postesas, que permite crear grandes luces sin obstáculos, con un número mínimo de pilares y con forjados de menor canto.

Freyssinet acompaña a sus clientes desde el inicio del diseño y optimización de las estructuras, con el fin de reducir costes y plazos de construcción, respetando en todo momento las exigencias arquitectónicas.

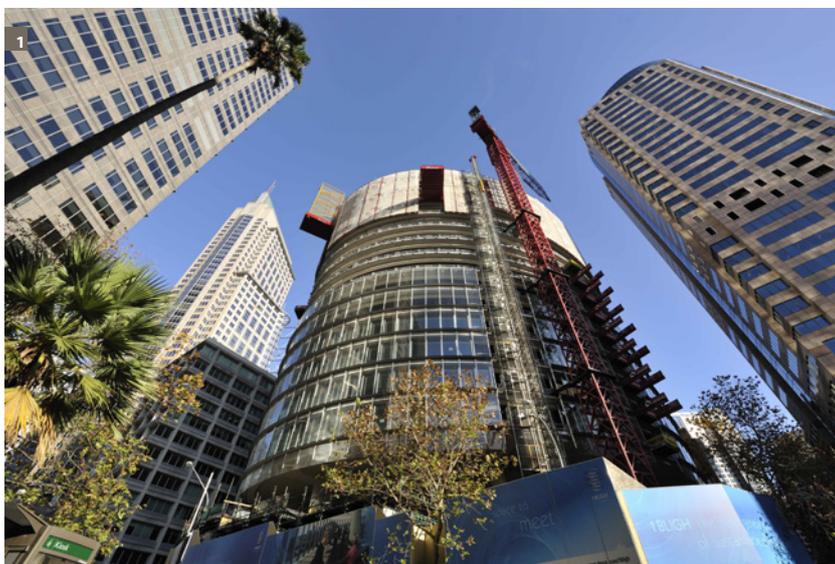
Integración controlada de las obras de pretensado en el ciclo de construcción

Dado que las operaciones de pretensado forman parte del programa de construcción, las limitaciones relacionadas con la planificación y concatenación de los trabajos suponen un importante reto. Freyssinet ofrece a sus clientes la garantía de una prestación de calidad que respeta estrictamente los ciclos de producción gracias a sus numerosas ventajas:

- El sistema de pretensado Freyssinet, que cuenta con certificación y marcado CE, ha sido diseñado para permitir una alta productividad en la obra.
- El material de instalación diseñado por Freyssinet garantiza la rapidez y la calidad de la ejecución.
- Además, los equipos especializados de Freyssinet cumplen las exigencias de formación y cualificación impuestas por la norma CWA 14646.

Índice

Las ventajas del postesado	p3
Diseño del pretensado	p6
Anclaje de pretensado multicordón	p8
Anclaje de pretensado monocordón	p12
Etapas de instalación	p14



LAS VENTAJAS DEL POSTESADO

Freyssinet ha desarrollado sistemas de pretensado compactos adaptados a forjados de cantos reducidos. Estos sistemas permiten optimizar considerablemente las soluciones que se utilizan habitualmente en los edificios.

Ventajas principales

- Aumento de la luz de las losas que permite reducir el número de pilares y proporciona una gran libertad en su distribución.
- Según el tipo de losa, supresión de vigas descolgadas o reducción del canto de los forjados. El incremento de altura logrado de este modo puede traducirse en un aumento del número de plantas del edificio.
- Ahorro de materiales (acero pasivo y hormigón).
- Reducción y simplificación de la cimentación.
- Plazos de entrega más cortos debido a la enorme rapidez de ejecución.

Y además:

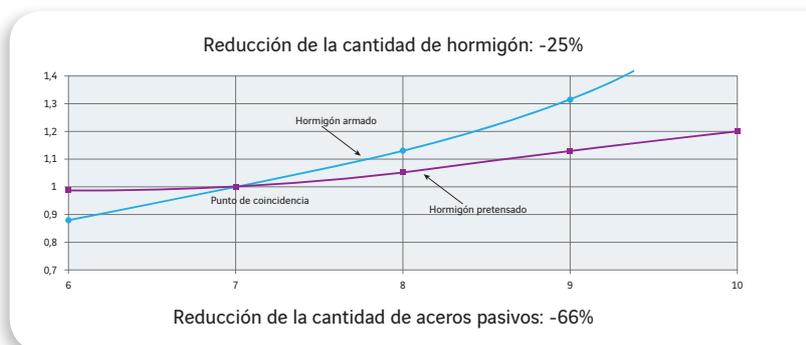
- Reducción o eliminación de las flechas en servicio.
- Reducción, e incluso supresión, del número de juntas de retracción para las soleras y de juntas de dilatación para los forjados.
- Un mayor control de la fisuración por retracción, que permite mejorar la estanquidad y, por lo tanto, la durabilidad.

El empleo de forjados pretensados mediante postensado permite reducir un 20% las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a los diseños tradicionales con hormigón armado.

Diversas aplicaciones

Los sistemas de pretensado de Freyssinet también pueden utilizarse en forjados, soleras y estructuras de transferencia de edificios, al igual que en soleras de instalaciones industriales. Se trata de una solución económica y fiable que permite optimizar una gran variedad de estructuras:

- Edificios de viviendas.
- Torres de oficinas.
- Centros comerciales.
- Aparcamientos subterráneos o al aire libre.
- Hospitales.
- Centros educativos.
- Centros de negocios.
- Edificios industriales.
- Espacios deportivos.
- Muelles portuarios, etc.



1 - Torre de Blige Street (Australia)
2 - Torres Park (Emiratos Árabes Unidos)

Comparación de costes de las soluciones de forjado en función de la luz (m)

DIVERSAS APLICACIONES



Forjados de edificios

Normalmente se trata de losas de canto reducido continuas a lo largo de varios tramos, que se apoyan puntualmente sobre pilares. El pretensado incrementa la resistencia a flexión provocada por las cargas permanentes y variables.

El tendido de los tendones puede realizarse en dos direcciones ortogonales o en una dirección preferencial con complementos de aceros pasivos en la dirección perpendicular.

El pretensado de los forjados de edificios genera múltiples ahorros:

- En el caso de edificios de gran altura:
 - La altura entre los forjados se reduce al mínimo, lo que permite ahorrar materiales destinados a los elementos verticales, sean estructurales o no.
 - El ciclo de construcción de cada nivel es más rápido, reduciéndose de ese modo el plazo global del proyecto y el número de encofrados.
 - Se reduce al máximo la masa del forjado, lo que minimiza el descenso de cargas sobre los cimientos y los esfuerzos en los apuntalamientos en caso de episodios sísmicos.
- En el caso de edificios con grandes superficies por planta:
 - Obtención de superficies sin pilares más grandes y funcionales que permiten utilizar mejor el espacio.
 - En el caso de algunos edificios comerciales o industriales, se limita enormemente la aparición de flechas y la apertura de fisuras.



Losas de cimentación

Las Losas de cimentación están directamente en contacto con el suelo y su función es cimentar las construcciones sobre terrenos con características mecánicas mediocres.

El trazado ondulado del pretensado permite compensar las cargas permanentes y variables. La compresión permanente del hormigón también mejora la estanquidad de la losa frente a posibles venidas de agua.



1 - Torres Mirage (México)

2 - Forjado pretensado, plaza Cardinal (Inglaterra)

3 - Solera del edificio Aster (Arabia Saudí)

4 - Losa de transferencia en The Elysian (Irlanda)

5 y 6 - Plataforma multimodal del puerto Botany (Australia)

Losas de transferencia

Las estructuras de transferencia suelen ser losas de gran espesor, sometidas a grandes esfuerzos y que asumen las cargas de los pilares superiores apeados. Generalmente se usan en edificios de gran altura para despejar espacios sin elementos portantes o para hacer la transición entre los niveles del aparcamiento. El pretensado permite reducir considerablemente el canto de las losas de transferencia. En algunos casos, Freyssinet puede proponer la instalación de tendones de gran potencia, equipados con anclajes de la gama C para estructuras de ingeniería civil.

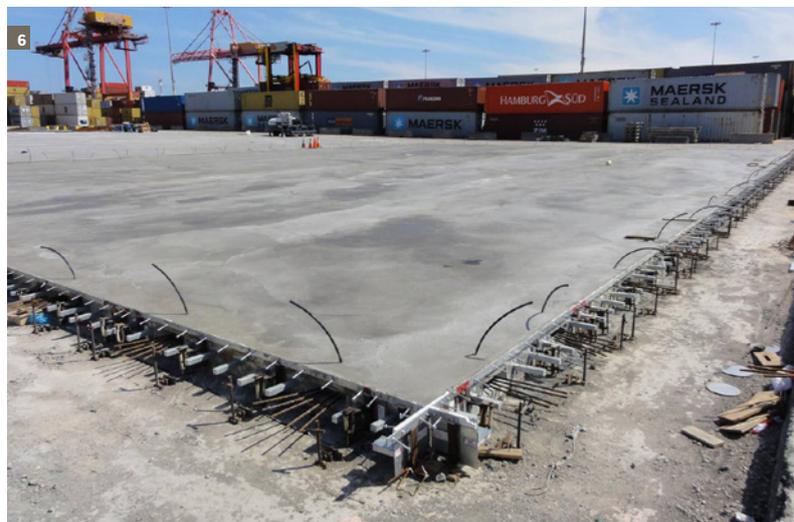
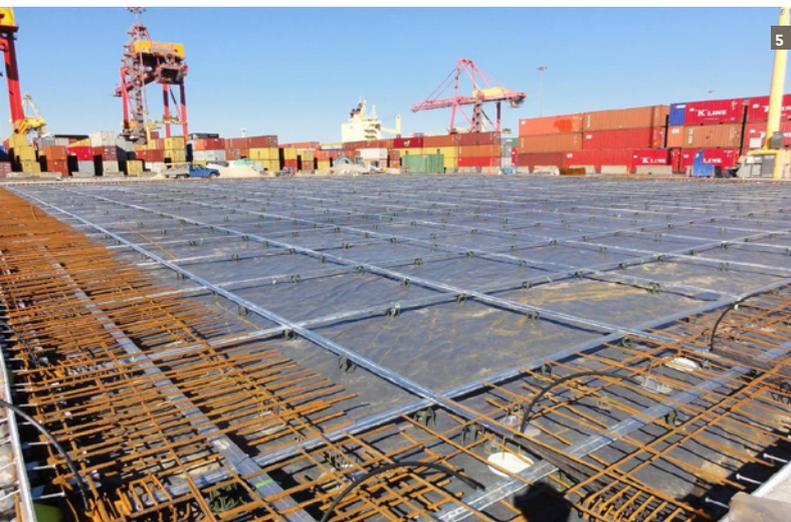
Soleras de instalaciones industriales

Las soleras reposan directamente sobre el terreno de apoyo. Los tendones de pretensado son rectilíneos y están centrados y dispuestos en las dos direcciones. Permiten reducir e incluso suprimir el acero pasivo de refuerzo en la parte corriente de la losa y además, mejoran la resistencia a la flexión y garantizan el control de la fisuración por retracción.

Freyssinet realiza soleras industriales de grandes dimensiones, reduciendo e incluso llegando a suprimir las juntas de retracción. Estas juntas constituyen el punto débil en cuanto a desgaste debido al tráfico y su eliminación resulta especialmente destacable en caso de instalación de sistemas de transporte automatizados, que requieren superficies perfectamente planas.

La compresión permanente del hormigón debido al pretensado permite mejorar la estanquidad de las soleras de hormigón.

El trabajo por fases minimiza las molestias para la entidad explotadora.



DISEÑO DEL PRETENSADO

Freyssinet, en estrecha colaboración con el arquitecto y la oficina de proyectos encargados del diseño general, ajusta la concepción, y posteriormente realiza un estudio detallado de los forjados para proporcionar, entre otros, todos los elementos de cálculo necesarios para el dimensionamiento de los elementos verticales.

Freyssinet también puede intervenir para proponer variantes optimizadas de las soluciones básicas con hormigón armado.

Para poder reducir el canto de las losas y eliminar total o parcialmente los aceros pasivos, Freyssinet dimensiona los forjados con programas de cálculo de elementos finitos en 2D o 3D. Se trata siempre de software profesional y de reconocido prestigio que cumple la normativa y los usos locales.

Estos programas de cálculo permiten acometer desde la fase del anteproyecto, la verificación y el cálculo preciso de las cantidades:

- En el caso de losas, la resistencia a punzonamiento bajo el efecto de las cargas permanentes y de explotación.
- En el caso de forjados con vigas, la flecha sometida a la acción exclusiva de las cargas de explotación e incluso el esfuerzo cortante o la abertura de fisuras.

Pretensado adherente

El pretensado con armaduras postesas suele ser de tipo adherente, es decir, suele estar formado por cordones de acero alojados en un conducto que se inyecta con lechada de cemento tras el tesado. Esta disposición permite transferir los esfuerzos de los cordones a la estructura de hormigón por adherencia, lo que permite optimizar y reducir significativamente el entramado de refuerzos con armadura pasiva.

Además de otras ventajas, el pretensado interior del hormigón permite garantizar un mejor nivel de protección frente a incendios y garantiza la posibilidad de volver a anclar los tendones en caso de que se realicen aberturas de huecos a posteriori.

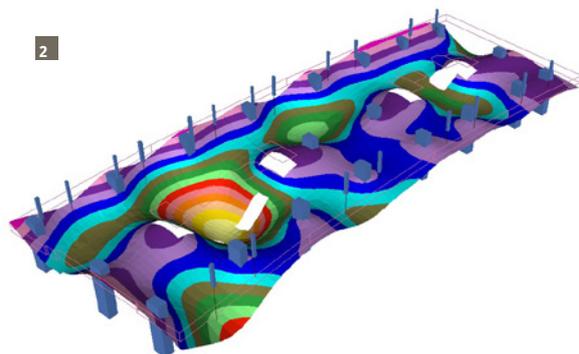
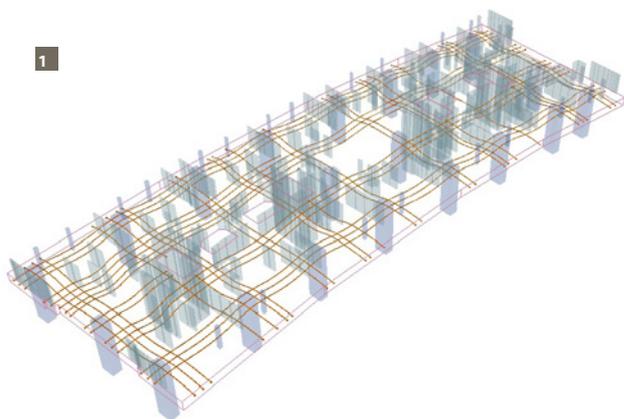
Pretensado no adherente

En el caso de los proyectos que presenten limitaciones concretas, Freyssinet también puede proponer un pretensado no adherente, constituido por cordones envainados y engrasados instalados en el forjado antes del hormigonado. Estos conservan su independencia mecánica de la estructura durante toda su vida útil y se deslizan libremente en el hormigón.

El pretensado no adherente permite reducir el canto de la losa y ofrece una mayor libertad a la hora de diseñar la estructura.

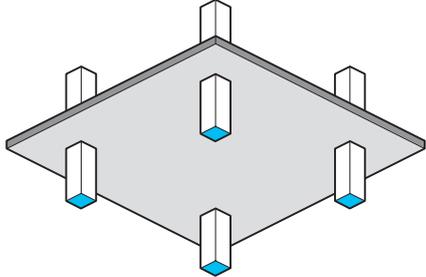
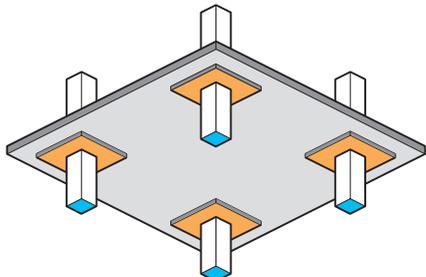
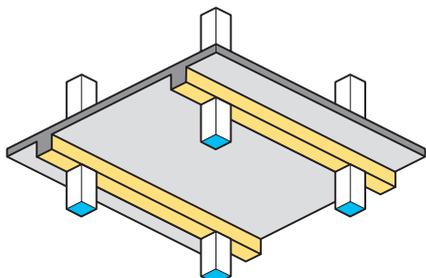
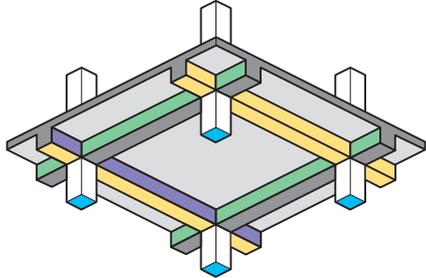
Prefabricación

En caso necesario, Freyssinet puede ofrecer soluciones mixtas que asocie elementos prefabricados a elementos pretensados ejecutados in situ, para optimizar los plazos y reducir costes.



Criterios de predimensionamiento de los forjados pretensados

La siguiente tabla describe los principales tipos de forjados pretensados y permite predimensionarlos rápidamente.

	Esquema	Carga de explotación (kN/m ²)	Relación L/h (con aceros pasivos)
Forjado de losa (portante en dos direcciones) Cargas de explotación relativamente ligeras o medias.		1,5	45
		2,5	40
		5	35
Forjado de losa con ábacos Mismas aplicaciones pero para luces mayores y cargas de explotación medias. Arranque del ábaco entre 0,75h y 1,5h y saliente entre 3h y 6 h.		1,5	50
		2,5	45
		5	40
Losa portante en una sola dirección Recomendada para los forjados que tienen una luz dominante en una dirección.		1,5	55
		2,5	45
		5	35
Losa portante en dos direcciones Luces muy similares en ambas direcciones.		1,5	70
		2,5	60
		5	50

ANCLAJE DE PRETENSADO

Anclajes activos/pasivos de gama B

1 La gama B, del sistema de pretensado Freyssinet, permite lograr tendones de pretensado interior de 3 a 5 cordones T13 o T15.

Los anclajes de gama B permiten realizar anclajes activos o pasivos y se componen de los siguientes elementos:

- Una placa de anclaje de fundición perdida en el hormigón que permite la difusión del esfuerzo de pretensado en la estructura.
- Un bloque, con sus respectivas cuñas, que apoyado sobre la tromplaca garantiza el anclaje de los cordones.

Las disposiciones de construcción previstas en el proyecto deben cumplir la normativa local en vigor y, en caso necesario, las fichas técnicas, los procedimientos Freyssinet y la aprobación técnica relativos al uso y a la aplicación del sistema de pretensado de la gama B.

Pretensado adherente

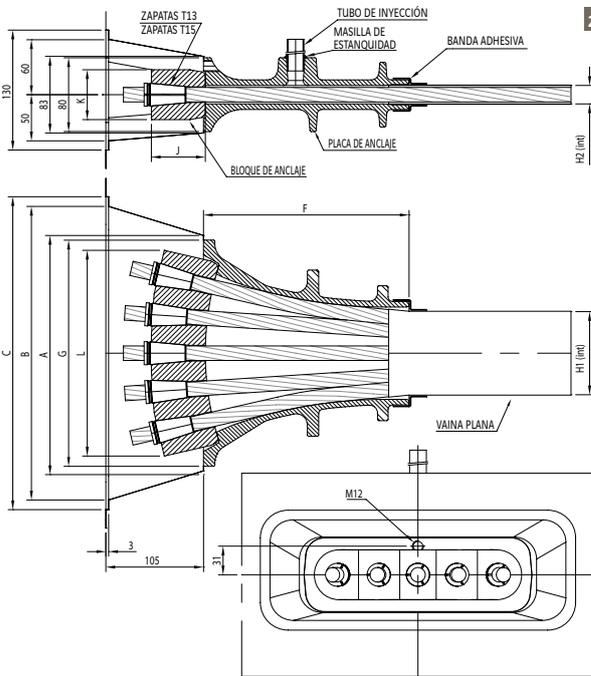
En esta configuración, los anclajes de la gama B se emplean con cordones desnudos en una vaina plana de fleje metálico o plástico, para facilitar la introducción en los forjados. Los cordones se enfilan en sus vainas antes del hormigonado para paliar posibles problemas de aplastamiento de la misma, que impedirían el enfilado.

Después del tesado de los cordones y el corte de la sobrelongitud de cordón necesaria para el tesado, se inyecta lechada de cemento en la vaina.

Pretensado no adherente

En algunos proyectos concretos, los anclajes del sistema B se pueden usar con cordones protegidos con grasa y revestidos con una vaina individual de PEAD, para lograr un pretensado no adherente. En ese caso, se incorporan los cordones directamente en el forjado antes del hormigonado.

Después del tesado de los cordones y el corte del cordón sobrante, se sella el cajetín con lechada de cemento.



Cota Anclaje	Hueco reservado			Placa de anclaje		Vaina lisa		Vaina anillada		Bloque de anclaje		
	A	B	C	F	G	H1	H2	H1	H2	J	K	L
3B13	124	187	208	117	124	40	20	58	21	60	46	111
3B15	164	227	248	147	164	70	20	58	21	57	54	138
4B13	164	227	248	147	164	70	20	58	21	53	55	155
4B15	202	265	286	180	192	70	20	75	21	59	54	181
5B13	202	265	286	180	192	70	20	75	21	50	55	187
5B15	255	318	339	221	245	90	20	90	21	58	54	223



MULTICORDÓN

Cordones de pretensado

La tabla que aparece a continuación reúne las características principales de los cordones más habituales que pueden utilizarse con el sistema de pretensado de Freyssinet.

Nombre	Clase MPa	Diámetro nominal de la armadura (mm)	Sección nominal de la armadura (mm ²)	Masa nominal (kg/m)	Carga de rotura garantizada (FpK Kn)	Límite elástico (Fp0,1 kN)
pr EN 10138-3	1 770	12,5	93	0,73	165	145
		12,9	100	0,78	177	156
		15,3	140	1,09	248	218
		15,7	150	1,18	265	234
	1 860	12,5	93	0,73	173	152
		12,9	100	0,78	186	164
		15,3	140	1,09	260	229
		15,7	150	1,18	279	246

- El alargamiento característico con carga máxima para todos los cordones es $\geq 3,5\%$
- La relajación máxima a 1.000 horas con 0,7 fpk es para todos los cordones $\leq 2,5\%$

Disposiciones de los anclajes

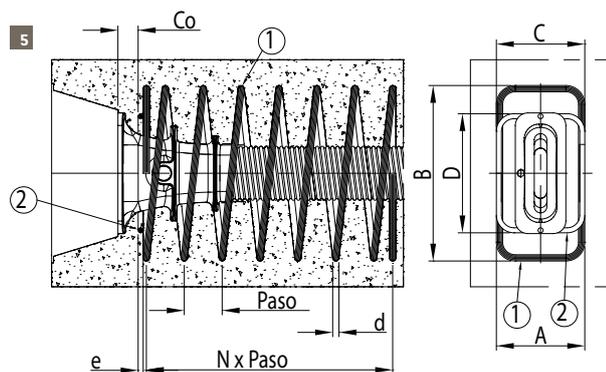
Los anclajes deben estar situados a una distancia suficiente del borde y han de estar separados por una distancia entre ejes mínima. Estas distancias se obtienen a partir de las dimensiones de los montajes de prueba realizados en el marco del procedimiento de la Aprobación Técnica Europea (ATE).

Zunchado

Par una correcta difusión de la fuerza concentrada en los anclajes, se impone la necesidad de instalar un zunchado de refuerzo de los anclajes en las estructuras de hormigón. Este refuerzo local incluye un zunchado de rotura y los elementos de acero complementarios definidos en el documento de la Aprobación Técnica Europea. En el esquema adjunto aparece un ejemplo de disposición del refuerzo local.

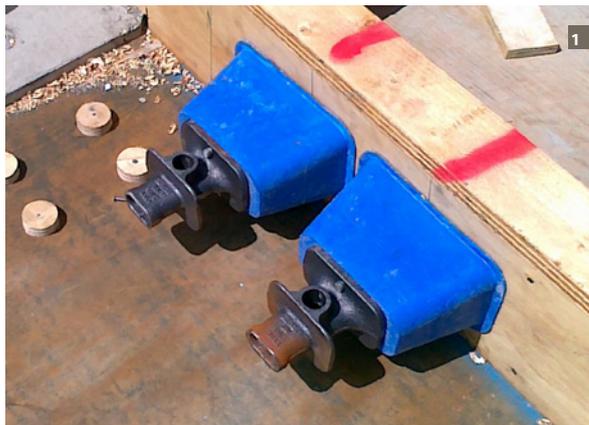
El refuerzo que se muestra en las tablas anteriores normalmente ha de completarse mediante armaduras generales (no aparecen en las figuras) que deben corresponder al mínimo necesario por fisuración y a las armaduras de equilibrio general. La persona encargada de elaborar el proyecto debe verificar el equilibrio general de las zonas de anclaje.

Unidad	1 Acero B500						2 Acero B500		
	Paso	d	N	A	B	Co	e	C	D
3B13	60	8	4	120	200	45	8	120	120
4B13	60	10	6	140	240	45	8	140	160
5B13	60	10	6	140	260	45	8	140	190
3B15	60	10	6	140	240	45	8	140	160
4B15	60	10	6	140	280	45	8	140	190
5B15	60	12	6	140	320	45	10	140	240



- 1 - Vistas 3D de los anclajes 3B15 y 5B15
- 2 - Dimensiones generales
- 3 - Anclaje 4B15 completo con vaina
- 4 - Fábrica agroalimentaria (Singapur)
- 5 - Zunchado

ANCLAJE DE PRETENSADO



Anclajes activos/pasivos de la gama B

Accesorios de encofrado

Freyssinet ofrece una completa gama de accesorios para crear los cajetines que permiten el posterior sellado de los anclajes: tanto en el extremo activo /pasivo ubicado en el canto del forjado, como en los dispuestos en la cara superior del mismo.

Vaina de pretensado adherente

Existen dos modalidades de vainas de pretensado: la vaina de fleje plana y lisa (la más habitual) y la vaina de fleje circular corrugada (con marcado CE), de metal o de plástico. Es conveniente la verificación de los radios de curvatura en los desvíos y los coeficientes de rozamiento empleados de acuerdo al sistema por Freyssinet, desde la etapa de diseño.

Tesado

Los tendones provistos de anclajes de gama B se ponen en tensión con gatos hidráulicos monocordón equipados opcionalmente con un sistema de bloqueo hidráulico de las cuñas de anclaje. Las fuerzas iniciales antes y después de la transferencia deben respetar la normativa local y los documentos de ejecución de Freyssinet.

No podrá iniciarse la operación de tesado si la resistencia en compresión del hormigón medida en la obra en las proximidades de la zona de anclaje es inferior al valor indicado en proyecto.

Sellado

Tras la puesta en tensión de los tendones y el corte de la sobrelongitud de tesado de los cordones, habitualmente se protegen los anclajes mediante el sellado del cajetín con hormigón.

Lechada de cemento e inyección

Cuando los cordones de pretensado no están envainados y engrasados individualmente, se protegen mediante la inyección del conducto que los contiene. El producto de relleno es una lechada de cemento que genera una capa de pasivación en la superficie del acero que sirve de protección contra la corrosión. Freyssinet se basa en los estudios de laboratorio y los ensayos realizados sobre el terreno para definir una lechada de pretensado adaptada a las condiciones del proyecto.



- 1 - Detalla de cajetín plástico
- 2 - Instalación de vaina
- 3 - Vista de cajetín sellado
- 4 - Anclaje de gama G
- 5 - Anclaje de gama N
- 6 - Realización de un anclaje de gama G

MULTICORDÓN

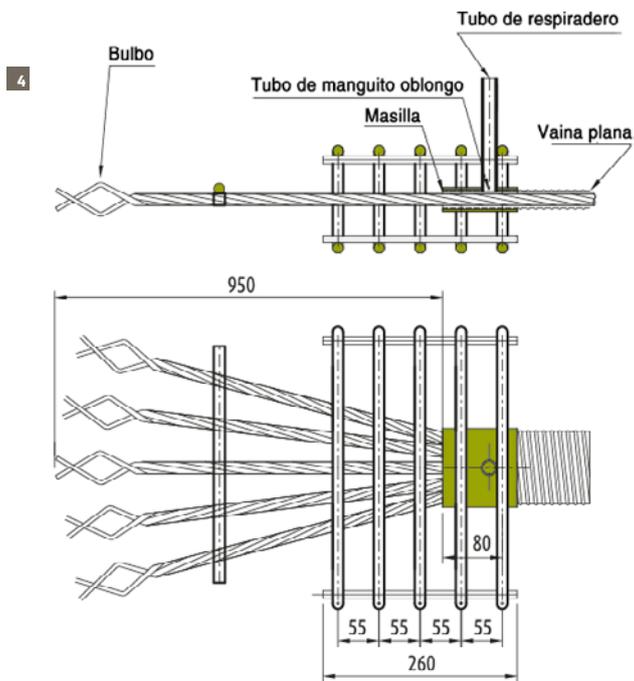
Anclajes pasivos ahogados, gamas G y N

Los anclajes activos de la gama B puede usarse en combinación con dos gamas de anclajes pasivos ahogados en el hormigón:

- la gama G, anclaje mediante tramo de cordón desnudo y bulbo final, y
- la gama N, que sustituye el bulbo por una placa individual y un manguito roscado.

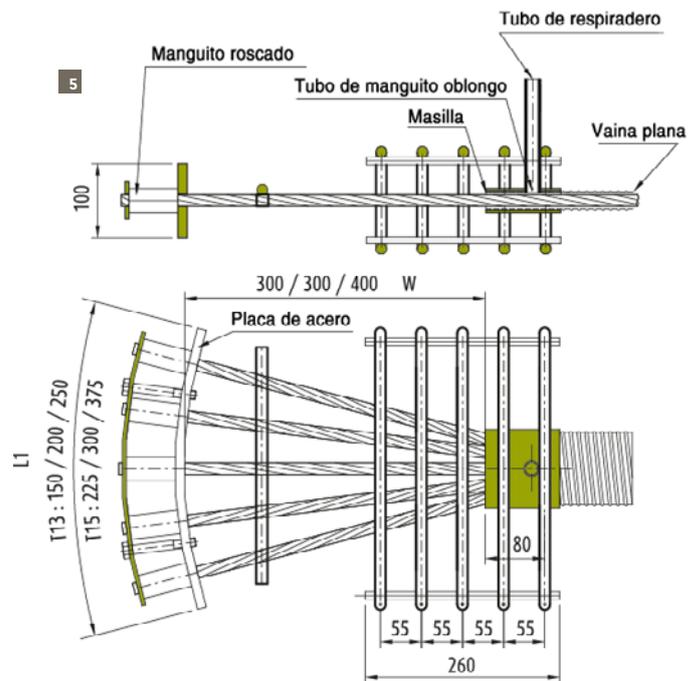
Anclaje perdido de gama G

El anclaje de gama G es un anclaje que funciona por adherencia. El extremo de cada cordón está preformado de forma que se crea un bulbo de anclaje.



Anclaje perdido de gama N

En el anclaje de gama N, cada cordón cuenta con un manguito roscado que se apoya individualmente en una placa de acero. Cada uno de estos anclajes se utiliza con un zunchado específico.



ANCLAJE DE PRETENSADO

1 Anclaje monocordón activo/pasivo de la gama F

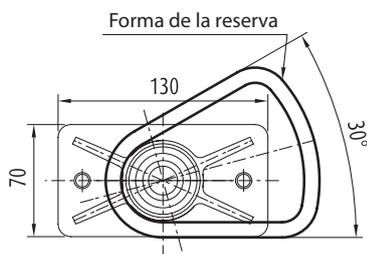
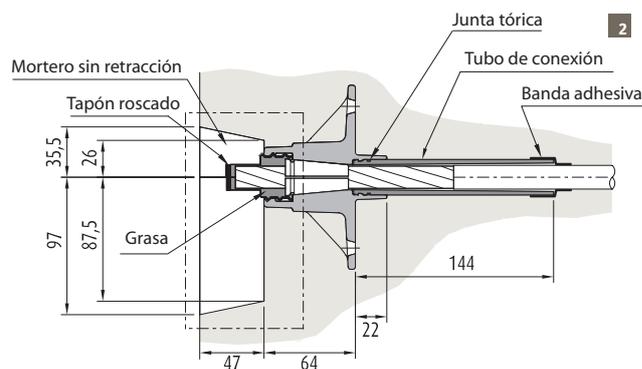
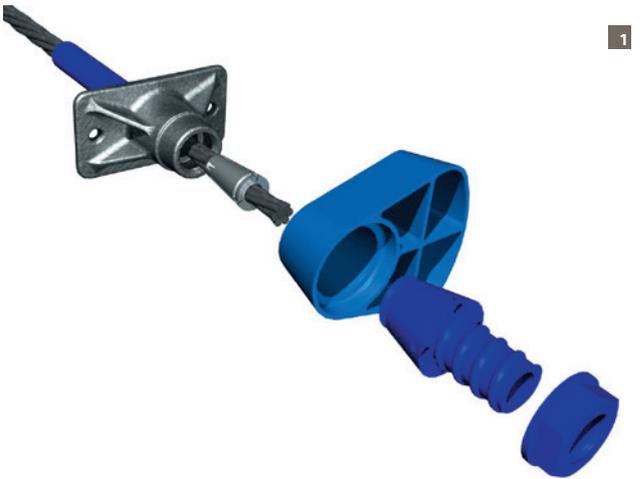
El anclaje 1F15 monocordón permite realizar un pretensado no adherente. Se trata de un anclaje activo que se utiliza también como anclaje pasivo mediante un bloqueo previo.

Composición del sistema 1F13/15

- El anclaje 1F13/15 está formado por los siguientes elementos:
 - Un cuerpo de anclaje de fundición (y su cuña), perdido en el hormigón y que garantiza a la vez la difusión del esfuerzo de pretensado en la estructura y el anclaje del cordón.
 - Un tubo de conexión de plástico que protege permanentemente la parte desnuda del cordón.
 - Una tapa de plástico rellena con grasa que brinda protección permanente a las cuñas.
 - Opcionalmente, accesorios de encofrado para efectuar el cajetín y sellar tras el tesado.
- Los zunchos, que forman parte del refuerzo frente a rotura.
- Los cordones de pretensado protegidos con vainas no adherentes.

Pretensado no adherente

Se incorporan los cordones directamente en el forjado antes del hormigonado.



- De 1 a 3 - Unidad monocordón 1F13/15
4 - Losa de aparcamiento en Toulouse (Francia)
5 - Anclaje prebloqueo NB 1F15
6 - Anclaje mediante manguito roscado
7 - Disposición habitual antes del hormigonado en Lanslebourg (Francia)

MONOCORDÓN

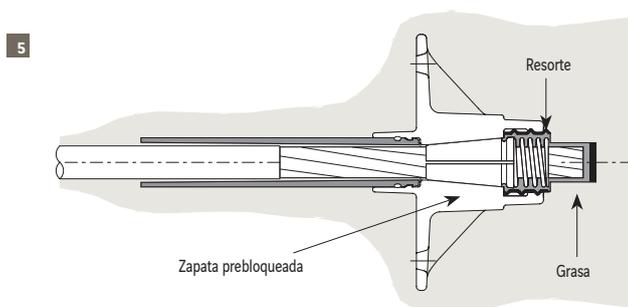
Anclaje monocordón pasivo ahogado en el hormigón

El anclaje activo 1F13/15 puede usarse en combinación con dos gamas de anclajes pasivos ahogados en el hormigón:

- el anclaje mecánico NB1F15 prebloqueado; y
- la gama N, que usa una placa individual sobre la que se apoya un manguito extrusionado.

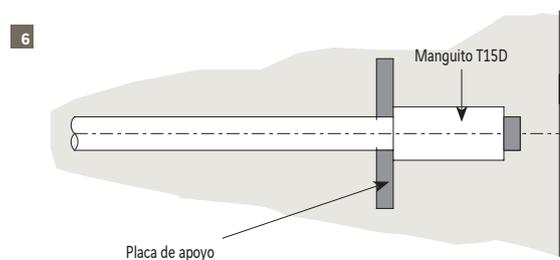
Anclaje ahogado, gama NB 1F13/15

El anclaje ahogado NB 1F13/15 es similar al anclaje activo 1F13/15. Para su uso como anclaje perdido la cuña se preboca en el gato antes de la instalación del anclaje en el encofrado. A continuación y antes del hormigonado, se equipa con un tapón relleno de grasa atornillado a la parte posterior del anclaje y dotado de un muelle de retención de la cuña que evita cualquier riesgo de deslizamiento del cordón.



Anclaje perdido de gama N

En el anclaje de gama N, cada cordón cuenta con un manguito extrusionado que se apoya individualmente en una placa de acero.



Disposición habitual

- Mallado base y refuerzos de armadura pasiva.
- Distribución regular de los monocordones en una dirección
- Agrupación de los monocordones a lo largo de las alineaciones de pilares
- Armaduras pasivas de refuerzo en cara superior de forjado.
- Instalación de los pasos de instalaciones (electricidad, bajantes, calefacción radiante, etc.)



ETAPAS DE INSTALACIÓN



Como proveedor especializado, Freyssinet le ofrece en sus proyectos, soluciones integradas con prestaciones llave en mano, realizadas con los mayores estándares de calidad y seguridad.

La instalación del pretensado se realiza en varias etapas:

1. Instalación del encofrado
2. Colocación de la malla inferior y de la armadura inferior de las vigas
3. Colocación de los anclajes activos en los huecos de hormigonado
- 3a. Pretensado adherente: instalación de las vainas y enfilado de los cordones
- 3b. Pretensado no adherente: instalación de los cordones envainados y engrasados, que pueden ser prefabricados
4. Realización de los anclajes pasivos
5. Acotado de los tendones con ayuda de soportes plásticos
6. Disposición de la armadura pasiva de refuerzo en cara superior de forjado
7. Inspección del pretensado y de los zunchos por parte de un responsable de Freyssinet
8. Hormigonado de la losa en presencia de un responsable de Freyssinet
9. Tesado al 25% en caso necesario
10. Tesado al 100%
11. Verificación de los alargamientos
12. Desencofrado de la losa
13. Corte de la sobrelongitud de tesado de los cordones
14. Sellado de los cajetines de anclaje
15. Inyección de las vainas con lechada de cemento en el caso del pretensado adherente



Equipos especializados

El encargado de la instalación del pretensado Freyssinet ha realizado un curso formativo interno en la empresa y es el garante de la buena ejecución de nuestros trabajos, de conformidad con las exigencias de la certificación voluntaria CWA N°14 646. A este respecto nos comprometemos a suministrar e instalar el kit de pretensado según lo dispuesto en nuestra Aprobación Técnica Europea.



Rapidez de la instalación

La escasa cantidad de acero pasivo que hay que instalar con respecto a una solución de hormigón armado permite acelerar los ciclos de construcción.

El tesado al 25% durante las primeras etapas del hormigón (24 horas) brinda la posibilidad de controlar la fisuración de las losas y de garantizar que la abertura de fisuras será inferior a 0,3 mm.

El tensado al 100% de los tendones de pretensado pasados unos tres días se traduce en un desencofrado rápido y definitivo de los elementos horizontales que pueden absorber la totalidad de las cargas para las que han sido dimensionados.

Resistencia al tesado

La primera fase de tesado del cordón al 25% de la fuerza de tesado final, puede realizarse si el hormigón en la zona del anclaje ha alcanzado una resistencia a compresión media, medida en probeta cilíndrica de al menos:

- 10,5 MPa para los anclajes de la gama F13.
- 9,5 MPa para los anclajes de la gama B13.
- 10,5 MPa para los anclajes de la gama F15.
- 11,0 MPa para los anclajes de la gama B15.

Los equipos de Freyssinet

El carácter práctico de la instalación, que constituye uno de los puntos importantes de nuestra actividad, conduce al uso de elementos poco pesados que pueden ser manejados por el personal operario, reduciendo el tiempo de ocupación de las grúas. Los distintos equipamientos necesarios para la instalación del pretensado son los siguientes:

- Gatos monocordones de unos 25 kg;
- Bombas de tesado térmicas o eléctricas portátiles que pueden manejarse manualmente;
- Cajetín prefabricado a canto de forjado;
- Cajetín prefabricado a cara superior de forjado;
- Gatos para la realización de bulbos;
- Gatos de extrusionado de manguitos;
- Gatos para prebloqueo de cuñas;
- Central de mezclado e inyección.

1 - Instalación vainas

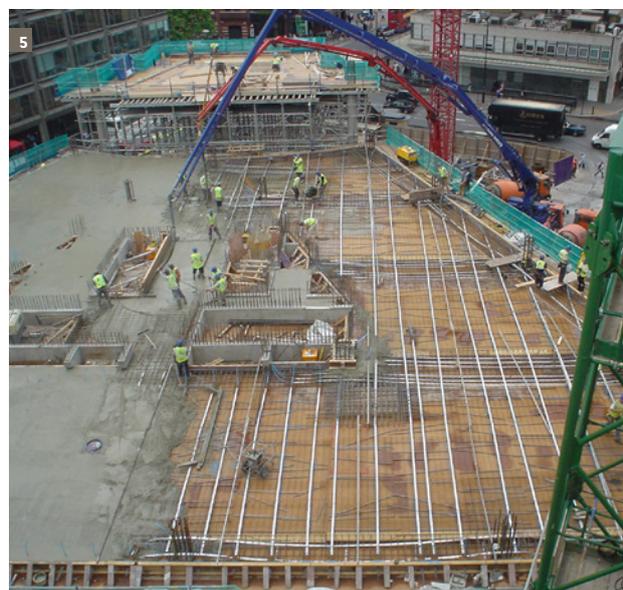
2 - Anclajes pasivos ahogados

3 - Cajetín prefabricado para anclaje a cara superior de forjado

4 - Detalle de anclaje y zuncho de refuerzo

5 - Hormigonado

6 - Puesta en tensión de los cordones





Más de 60 establecimientos en todo el mundo

AMÉRICAS . Argentina . Brasil . Canadá . Chile . Colombia . El Salvador . Estados Unidos . México . Panamá . Venezuela . EUROPA . Bélgica . Bulgaria . Dinamarca . Eslovenia . España . Estonia . Francia . Hungría . Irlanda . Islandia . Letonia . Lituania . Luxemburgo . Macedonia . Noruega . Países Bajos . Polonia . Portugal . Reino Unido . República Checa . Rumanía . Rusia . Serbia . Suecia . Suiza . Turquía . ÁFRICA Y ORIENTE MEDIO . Abu Dhabi . Arabia Saudí . Argelia . Dubai . Egipto . Jordania . Kuwait . Marruecos . Omán . Qatar . Sharja . Sudáfrica . Túnez . ASIA . Corea del Sur . Hong Kong . India . Indonesia . Japón . Macao . Malasia . Pakistán . Singapur . Tailandia . Taiwán . Vietnam . OCEANÍA . Australia . Nueva Zelanda



FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY



www.freyssinet.com

Síguenos en:

