

Sistema de Reconstrucción De Miembros

Orthofix desea agradecer a los siguientes cirujanos su aportación en el desarrollo de la técnica:

S. NAYAGAM, MD
M. OLEKSAK, MD

2 INTRODUCCIÓN

3 CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

Componentes para Aplicación Estándar

Componentes para Corrección Progresiva

Componentes para Corrección Precisa en Agudo

8 EQUIPAMIENTO NECESARIO

10 ALARGAMIENTO Y PÉRDIDAS ÓSEAS

Principios Generales

Alargamiento

Pérdida Ósea

25 CORRECCIÓN DE DEFORMIDADES

Principios Generales

Cabezal Basculante Micrométrico y Cabezal de Traslación-Angulación

Uso del Cabezal Multiplanar

Uso del Cabezal T-Garches

Uso de la Bisagra para Aro

Uso de las Plantillas de Corrección Precisa en Agudo

47 REFERENCIAS

49 ANEXO

INTRODUCCIÓN

El Sistema de Reconstrucción de Miembros Orthofix (LRS) es un fijador modular monolateral externo que se utiliza en procedimientos de reconstrucción para el tratamiento de acortamiento de miembros, pérdidas de masa ósea, fracturas abiertas, pseudoartrosis y deformidades angulares.

Muchos años de experiencia clínica han confirmado la eficacia del dispositivo, ofreciendo buenos resultados en las indicaciones anteriormente mencionadas y mejorando las técnicas quirúrgicas originales (ver páginas 10 - 11 para referencias).

La introducción del LRS Advanced ha generado una mayor eficiencia, facilitando su aplicación en la corrección de deformidades, contracturas articulares y transporte óseo de segmentos cortos. Esto ha aumentado las opciones del cirujano, que ahora dispone de un sistema de fijación externa para el tratamiento efectivo de deformidades y defectos de huesos mejor tolerado por los pacientes.

El sistema está diseñado para manipular dos o más segmentos óseos entre sí: los separa lentamente para crear hueso nuevo, modifica su posición relativa para corregir una deformidad o realiza los dos procedimientos juntos. Esto se consigue fijando cada segmento con dos o tres tornillos óseos que se aseguran en las ranuras de los cabezales del Raíl y pueden moverse a lo largo del eje del mismo. La angulación y traslación de un segmento óseo con relación a otro puede realizarse sin problemas. La corrección en agudo se lleva a cabo utilizando plantillas precisas para la corrección angular, mientras que la corrección gradual se realiza utilizando cabezales de corrección progresiva.

El cabezal T-Garches permite realizar una corrección exacta de deformidades en varo o en valgo de la rodilla (tanto en agudo como progresivamente a través de una técnica de hemicallotaxis).

La posibilidad de colocar tornillos óseos en diferentes planos a lo largo del eje del hueso sirve para proporcionar una excelente estabilidad y reducir la longitud del montaje.

Estas características permiten al Sistema de Reconstrucción de Miembros realizar una fijación segura en fracturas conminutas con pérdida ósea, pseudoartrosis, consolidaciones viciosas y huesos osteoporóticos.

El LRS Advanced aporta los siguientes beneficios al cirujano:

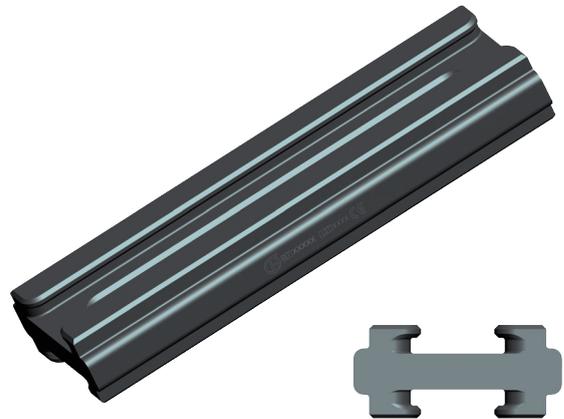
- Flexibilidad y versatilidad
- Menos tiempo en quirófano
- Disponibilidad de componentes radiotransparentes
- Seguridad durante la corrección angular
- Gran estabilidad
- Curva de aprendizaje corta

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

Componentes para Aplicación Estándar

Raíl

- Los cabezales pueden colocarse a ambos lados del raíl gracias a la doble acanaladura
- Disponible en diferentes tamaños: 120, 200, 250, 300, 350 y 400 mm
- Puede utilizarse en el lado izquierdo o derecho del paciente
- Fabricados en material radiotransparente (y, bajo pedido, en aluminio anodizado)



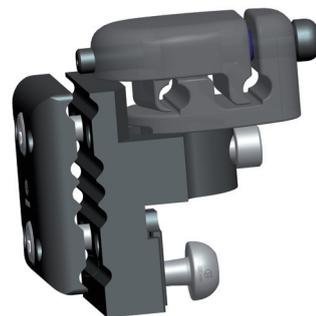
Cabezal recto (53530)

- Mayor capacidad de distracción gracias a la longitud más corta del cabezal (50 mm)
- Posibilidad de situar los tornillos más próximos entre dos cabezales
- Cuatro orificios para la unidad de compresión-distracción; esto aporta una mayor eficacia a la hora de realizar la corrección, ya que la unidad puede colocarse más cerca del hueso cuando se sitúa en los orificios más cercanos al mismo
- Actúa como su propia plantilla para las guías de tornillo, permitiendo que los tornillos sean insertados en la posición correcta



Cabezal Metafisario (53520)

- Múltiples configuraciones de tornillo
- Los tornillos pueden ser insertados en segmentos óseos cortos o estrechos gracias a las ranuras convergentes del componente en T
- Fijación estable de segmentos óseos cortos (3 tornillos en dos planos)
- El componente en T es radiotransparente



Cabezal Inclinable (53580)

- Los tornillos pueden colocarse con diferentes inclinaciones para poder capturar segmentos óseos que tengan una curvatura en su perfil
- Uso diestro e izquierdo sacando el tornillo de bloqueo (a) y volviendo a colocarlo en el lado contrario
- Permite la inserción de tornillos hasta con 14° grados de inclinación

**Dyna-Ring (53536)**

- Se bloquea al raíl situando su anillo de silicona justo debajo del cabezal que se ha dinamizado, evitando el colapso a la vez que se permite la carga axial
- Permite la dinamización controlada del segmento en cuestión, actuando a la vez como protector ante el colapso
- Permite una conversión más rápida de modo rígido a dinámico y reduce el periodo de neutralización

**Bisagra para Aro (53570)**

- Compatible con los sistemas Sheffield y TrueLok
- Facilita la conexión de un aro con la parte final de un raíl y también hace posible la estabilización a puente de una articulación
- Si se utiliza junto con un aro para la corrección angular, deberá utilizarse un mínimo de tres tornillos óseos para la fijación ósea
- Radiotransparente



Componentes para la Corrección Progresiva

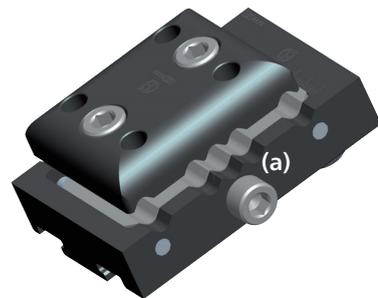
Cabezal Basculante Micrométrico (53115)

- Corrección angular progresiva de hasta $\pm 24^\circ$
- Escala graduada que indica la cantidad de deformidad corregida
- Se puede rotar la abrazadera sin perder estabilidad, ya que los tornillos óseos están fijados y rotan en una plataforma diferente
- La conexión de la unidad de compresión-distracción del LRS facilita la corrección distribuyendo la fuerza sobre los cuatro orificios de la tapa del cabezal.



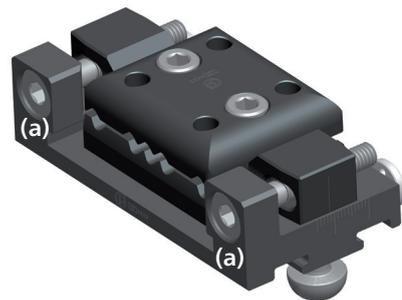
Cabezal Micrométrico de Traslación (53111)

- Cada giro del tornillo (a) proporciona 1 mm de traslación y permite una corrección progresiva a lo largo del eje del tornillo
- Traslación de hasta 10 mm



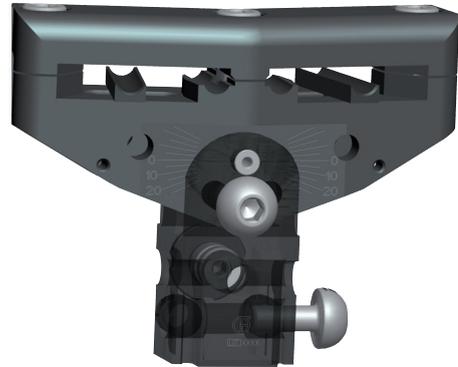
Cabezal Micrométrica de Traslación-Angulación (53585)

- Permite la traslación y angulación progresiva:
 - Si se giran ambos tornillos (a) en la misma dirección (en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario), se produce la traslación
 - girando los tornillos en direcciones opuestas se produce la angulación
- El nuevo mecanismo de bloqueo proporciona una mayor estabilidad
- Traslación de hasta 16 mm
- Corrección angular progresiva de hasta $\pm 13^\circ$



Cabezal T-Garches (53031)

- Tiene una bisagra uniplanar y permite:
 - Alargamiento de la tibia en la metáfisis proximal, con un buen control sobre la desviación en valgo o en varo
 - Corrección angular en la tibia proximal por hemicallotasis
- Dos acanaladuras laterales giratorias permiten la colocación convergente de tornillos externos
- Se aconseja utilizar tres tornillos óseos para una estabilidad óptima
- Perfil ergonómico
- Radiotransparente

**Cabezal Multiplanar (53581)**

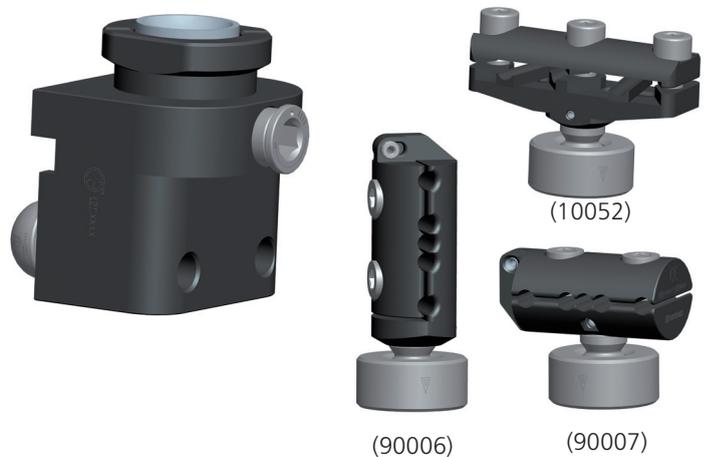
- Se acopla a cualquiera de los extremos del raíl
- Para la corrección progresiva de la deformidad angular en cualquier plano hasta $\pm 35^\circ$ (incluyendo traslación hasta un máximo de 12 mm)



Componentes para Corrección Precisa en Agudo

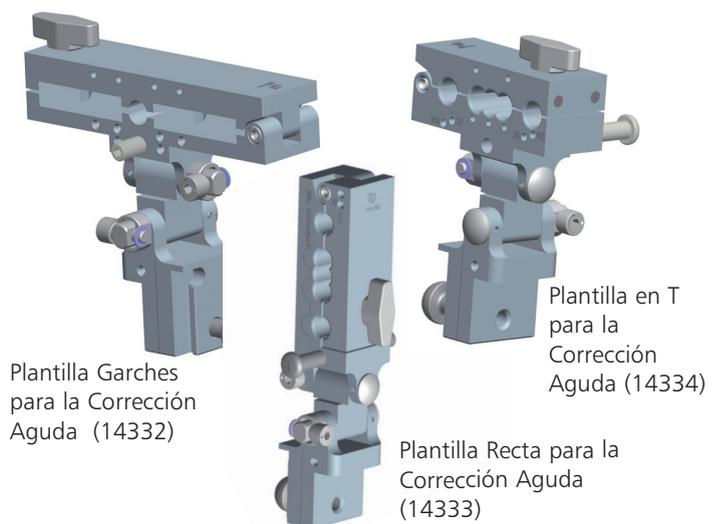
Cabezal de Rótula Articular (53541)

- Para utilizar con: Cabezal Torbay-Garches (10052), Cabezal Recto ProCallus (90006) o Cabezal en T ProCallus (90007)
- Se acopla a cualquiera de los extremos del raíl
- Permite realizar correcciones inmediatas y precisas
- Permite una rotación sin restricciones de hasta 36° en todos los planos



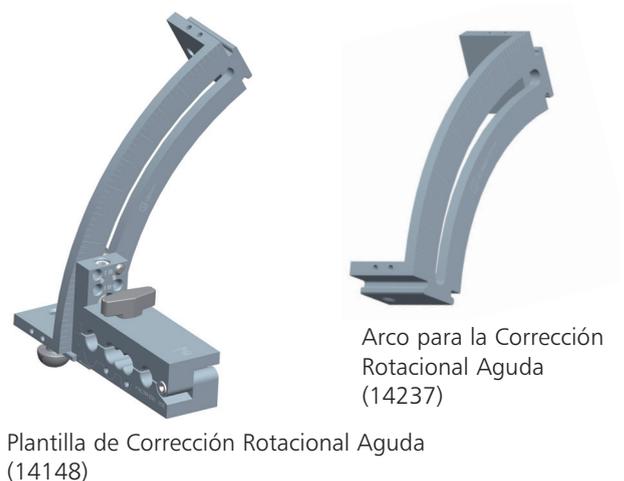
Plantillas de Corrección Precisa en Agudo

- Se acoplan a cualquier de los extremos del raíl y permiten la inserción de tornillos para reflejar la deformidad
- Tiene dos bisagras ortogonales, lo que permite la corrección de deformidades en el plano coronal y sagital
- Permite insertar tornillos perpendiculares al eje del segmento óseo a ambos lados de una deformidad. Puede corregir la angulación en cualquier plano



Plantilla de Corrección Rotacional Aguda

- La Plantilla de Corrección Rotacional Aguda está formada por dos componentes:
 1. Un arco con un radio de 130 mm que se desliza por el raíl
 2. Una plantilla de cabezal que se puede deslizar por el arco para conseguir un ángulo de corrección predeterminado. La máxima cantidad de corrección posible es de 50°
- Disponibilidad de un arco con un radio de 100 mm para miembros de tamaño reducido, proporcionando hasta 47° de corrección
- Puede utilizarse solo o combinado con una plantilla de corrección angular en agudo para la corrección de deformidades tanto angulares como rotacionales



EQUIPAMIENTO REQUERIDO

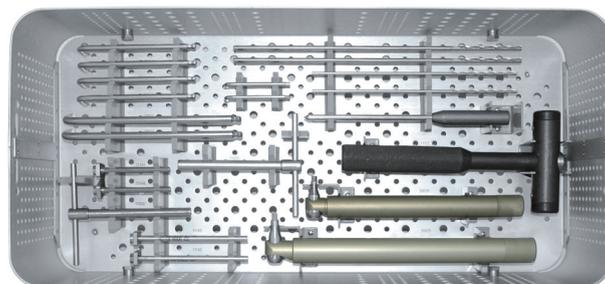
53995 - LRS Advanced, Caja de instrumentación

Puede contener:

Referencia	Descripción
------------	-------------

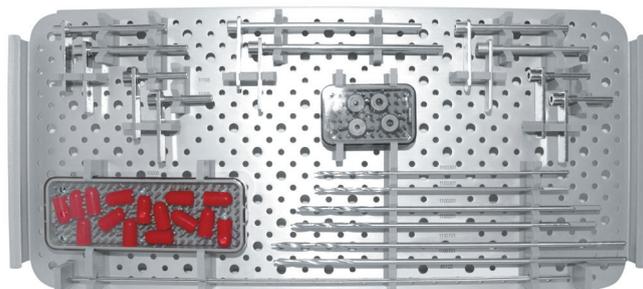
Bandeja inferior

2x10012	Llave Allen 3 mm
2x10017	Llave Allen 6 mm
1x10025	Llave dinamométrica 6 mm
2x11000	Llave en T o 2x91150 Llave en T universal
1x11004	Trocar
1x30025	Llave Dinamométrica 5 mm (Serie 31000)
2x1101101	Broca canulada Ø 3.2 mm, longitud 200 mm
2x1101201	Broca canulada Ø 4.8 mm, longitud 280 mm
2x11144	Aguja guía Ø 2 mm, longitud 75 mm
2x11145	Aguja guía Ø 2 mm, longitud 115 mm
2x30017	Llave Allen 5 mm
2x36017	Llave Allen 4 mm
1x11111	Martillo



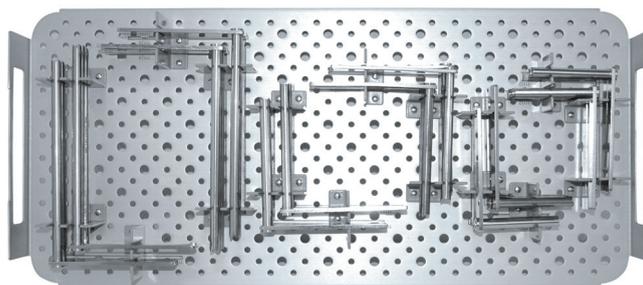
Bandeja central

2x11104	Guía de broca, Ø 4.8 mm, longitud 40 mm
2x11105	Guía de broca, Ø 4.8 mm, longitud 80 mm
2x11106	Guía de broca, Ø 3.2 mm, longitud 40 mm
2x11116	Guía de broca, Ø 3.2 mm, longitud 80 mm
2x11125	Guía de broca, Ø 4.8 mm, longitud 140 mm
5x80122	X-Wire sin oliva Ø 2 mm, length 400 mm
2x1100201	Broca, Ø 4.8 mm, longitud 240 mm
2x1100301	Broca, Ø 3.2 mm, longitud 200 mm
2x1100701	Broca, Ø 4.8 mm, longitud 280 mm
1x10200	Tapones esterilizables para tornillos (lote de 20)
2x11005	Tope de broca, Ø 4.8 mm
2x11006	Tope de broca, Ø 3.2 mm



Bandeja superior

10x11102	Guía de tornillo, longitud 60 mm
10x11103	Guía de tornillo, longitud 100 mm
10x11124	Guía de tornillo, longitud 160 mm

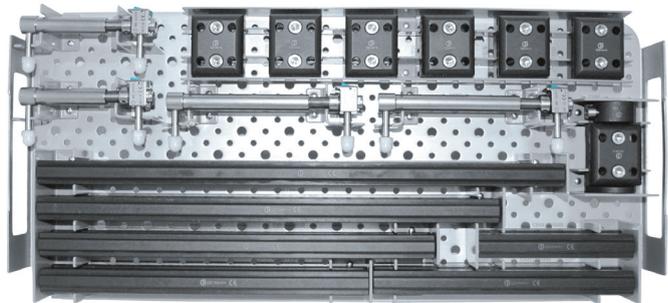
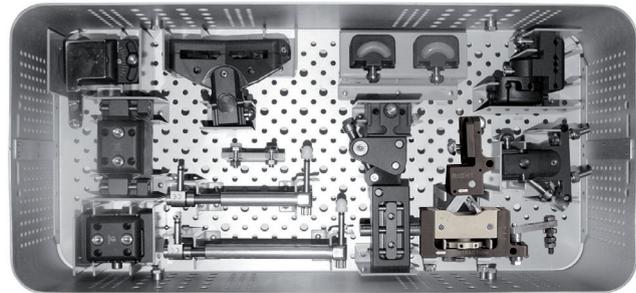


53995UEC – INSTRUMENTAL COMPLETO LRS ADVANCED

53990 - LRS Advanced, Caja de componentes A

Puede contener:

Referencia	Descripción
Bandeja superior	
6x53530	Cabezal recto
1x53560R or 53560	ADV Raíl radiotransparente 400mm o Raíl radio-opaco 400mm (por encargo)
1x53555R or 53555	ADV Raíl radiotransparente 350mm o Raíl radio-opaco 350mm (por encargo)
1x53550R or 53550	ADV Raíl radiotransparente 300mm o Raíl radio-opaco 300mm (por encargo)
1x53549R or 53549	ADV Raíl radiotransparente 250mm o Raíl radio-opaco 250mm (por encargo)
1x53545R or 53545	ADV Raíl radiotransparente 200mm o Raíl radio-opaco 200mm (por encargo)
1x53544R or 53544	ADV Raíl radiotransparente 120mm o Raíl radio-opaco 120mm (por encargo)
2x50008	Clicker de compresión-distracción, extiende 4cm
2x50009	Clicker de compresión-distracción, extiende 8cm
1x53580	Cabezal inclinable
Bandeja inferior	
1x53115	Cabezal Micrométrico Basculante
1x53111	Cabezal de Traslación
1x53585	Cabezal de Traslación-Angulación
1x53520	Cabezal Metafisario
1x53031	Cabezal T-Garches
1x53004	Unidad de compresión-distracción Garches estándar, extiende 5,5 cm
1x53005	Unidad de compresión-distracción Garches larga, extiende 10cm
1x53034	Kit de conexión para aro TrueLok
2x53581	Cabezal Multiplanar
1x53570	Bisagra para aro
2x53536	Dyna-Ring
1x53590	ADV Knee Hinge*



53990C - LRS ADVANCED, CAJA DE COMPONENTES COMPLETA A
(Raíles de Aluminio) – Bajo Pedido

53990RC - LRS ADVANCED, CAJA DE COMPONENTES COMPLETA A
(Raíles Radiotransparentes)

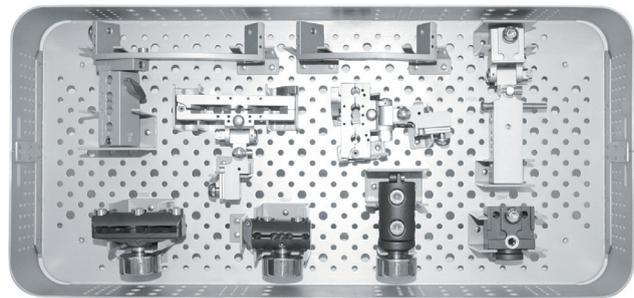
53991 - LRS Advanced, Caja de componentes B

Puede contener:

Referencia	Descripción
1x10052	Cabezal Torbay-Garches
1x90006	Cabezal Recto ProCallus
1x90007	Cabezal en T ProCallus
1x53541	Acople de Rótula Articular
1x14148	Plantilla de Corrección Rotacional Aguda**
1x14332	Plantilla Garches de Corrección Aguda**
1x14333	Plantilla Recta de Corrección Aguda**
1x14334	Plantilla en T de Corrección Aguda**
1x14237	Arco para Corrección Rotacional**

** Para aplicaciones en adultos y pediátricas.

*Por favor, lea la técnica quirúrgica específica del Cabezal Articulado de Rodilla LRS ADV (LR-1001-OPT)

**53991C - LRS ADVANCED, CAJA DE COMPONENTES COMPLETA B**

Kits LRS Advanced	Compuestos por
53510R	1 Raíl LRS Adv. 400 mm (53560), 2 Cabezales Rectos (53530), 1 Cabezal Inclinable (53580), 1 Clicker de compresión distracción (50008), 1 Clicker de compresión distracción (50009), 1 Llave Allen de 5 mm (30017), 1 Llave Allen de 6 mm (10017)
53510	Como el anterior, pero con raíles de aluminio (únicamente bajo pedido)
53500R	1 Raíl LRS Adv. 300 mm (53550), 3 Cabezales Rectos (53530), 1 Clicker de compresión distracción (50008), 1 Clicker de compresión distracción (50009), 1 Llave Allen de 5 mm (30017), 1 Llave Allen de 6 mm (10017)
53500	Como el anterior, pero con raíles de aluminio (únicamente bajo pedido)
53515R	1 Raíl LRS Adv. 200 mm (53545), 2 Cabezales Rectos (53530), 1 Clicker de compresión distracción (50008), 1 Clicker de compresión distracción (50009), 1 Llave Allen de 5 mm (30017), 1 Llave Allen de 6 mm (10017)
53515	Como el anterior, pero con raíles de aluminio (únicamente bajo pedido)

Para limpieza, desinfección, esterilización y mantenimiento de la instrumentación, por favor, lea PQ ISP.

ALARGAMIENTO Y PÉRDIDAS ÓSEAS

Principios Generales

Cirugía a Múltiples Niveles

El Sistema de Reconstrucción de Miembros fue diseñado principalmente para el manejo de múltiples segmentos.

Las indicaciones principales son el tratamiento de pérdidas de masa ósea, deformidad y acortamiento, que pueden darse individualmente o combinados. El sistema permite la corrección en estas situaciones a través de técnicas de alargamiento, transporte óseo y compresión-distracción, tanto con cirugía a un solo nivel como con cirugía multifocal. Se muestran ejemplos en el cuadro resumen que aparece a continuación (Fig. 1)

Callotasis

La mayoría de estos protocolos utilizan la osteogénesis por distracción para formar hueso nuevo. Esta técnica fue originalmente desarrollada por Ilizarov y sus colegas utilizando una fijación externa circular. De Bastiani y sus colaboradores modificaron la técnica para utilizarla con fijación externa monolateral e introdujeron el término 'callotasis' para describir la distracción controlada del callo para formar nuevo hueso. El principio puede utilizarse para rellenar defectos óseos (transporte óseo) o para alargar el hueso con el fin de corregir la discrepancia de longitud de un miembro o para incrementar la estatura de ciertos pacientes. La hemicallotasis es una aplicación particular de esta técnica y consiste en abrir progresivamente una cuña ósea con el fin de corregir la deformidad.

Las primeras experiencias de alargamiento con elongadores telescópicos monolaterales fueron descritas en las publicaciones clásicas de la escuela de Verona a finales de la década de los 80.^{1,2,3,9,10} Aunque los dispositivos empleados eran mucho más estable que los fijadores con rótula articular, tenían la desventaja de resultar menos estables cuando se distraía el fijador. El raíl del Sistema de Reconstrucción de Miembros resolvió este problema permitiendo colocar los cabezales a corta distancia, acoplando tres o incluso cuatro cabezales al mismo segmento óseo.

Los principios de la callotasis son los siguientes:

1. Fijación externa estable con la misma longitud en cada segmento óseo.
2. Osteotomía realizada con una técnica precisa y mínimamente invasiva. Si es necesario, se pueden liberar partes blandas.
3. El periostio debe conservarse y repararse cuando sea posible. El suministro vascular al periostio es muy importante para una buena regeneración.

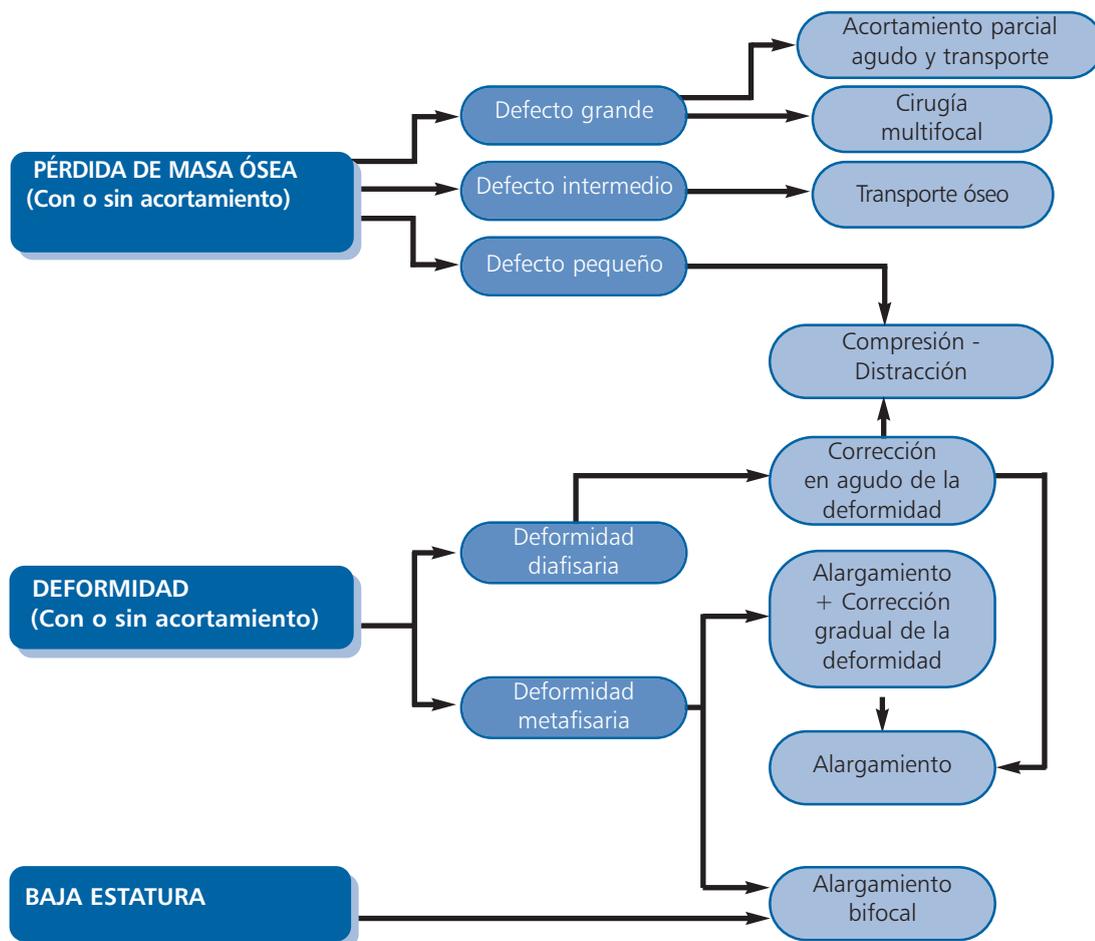
(Kojimoto et al^{15,16})

4. Si es posible, la osteotomía debe realizarse en la metáfisis.
5. La técnica de corticotomía descrita por Ilizarov resultó ser innecesaria: una osteotomía más simple pero también mínimamente invasiva producía resultados similares.
6. Antes de la distracción se realiza un período de latencia de entre 7 y 14 días con la osteotomía cerrada y el fijador bloqueado.
7. Distracción de 0,75-1 mm al día, dependiendo del hueso (1 mm en el fémur, la tibia y el húmero, pero más lenta en el antebrazo o en el metatarsiano/metacarpianos) o del nivel del hueso (más lenta en osteotomías diafisarias) a través de un cuarto de giro del hexágono de compresión-distracción varias veces al día. Cada cuarto de giro avanza el alargamiento 0,25 mm.
8. Control de la calidad de la formación del callo durante el alargamiento y modificación de la velocidad de distracción según fuese necesario.
9. Especial atención a mantener la movilidad de las articulaciones a ambos lados del segmento a alargar.
10. Al final de la fase de distracción, el fijador se bloquea con firmeza y se aumenta el soporte de carga. Esta es la fase de neutralización.
11. El nuevo hueso, llamado columna de regeneración, se va desarrollando progresivamente bajo la influencia de la estabilidad y los estímulos de la carga. Las radiografías documentan la progresión de las vetas longitudinales del hueso (microcolumnas) a su posterior diferenciación en corticales y la recanalización medular.
12. Cuando el nuevo hueso es lo suficientemente fuerte, se suelta la tuerca de bloqueo del cabezal para permitir una carga axial completa, mientras que el fijador mantiene la alineación de los fragmentos óseos. Este proceso fue denominado dinamización.
13. El fijador externo se va retirando progresivamente, normalmente un tornillo de cada vez, para aumentar el grado de peso que el nuevo hueso puede soportar a medida que se consolida el regenerado.
14. La retirada completa del fijador se lleva a cabo cuando son visibles tres de cuatro corticales en dos vistas de radiografías ortogonales.
15. Por tanto, el proceso de alargamiento está dividido en cuatro fases: Período de Latencia, Distracción, Neutralización y, finalmente, Dinamización.^{4-8,11,14,18-24}

Las técnicas de alargamiento y transporte óseo fueron refinadas por cirujanos europeos, japoneses y norteamericanos a lo largo de la década siguiente. Las primeras publicaciones que trataban sobre el uso del raíl LRS salieron a la luz a principios de los 90 y describían el uso de técnicas bifocales para mayores alargamientos, o para la corrección angular y alargamiento en diferentes niveles. Donnan estudió a niños que habían sido sometidos a alargamientos y a corrección de deformidades, y concluyó que el alargamiento no debía practicarse en un lugar en el que se hubiese llevado a cabo una corrección en agudo de más de 30 grados. Pouliquen y sus colegas demostraron las bondades de la aplicación de micro-movimiento axial precoz mediante el uso del la DynaRing. Dos publicaciones de Sheffield (Reino Unido) estudiaron el uso de la fijación monolateral en

el tratamiento de pseudoartrosis y definieron nuevos principios.^{42,44} También surgieron muchos informes que describían el uso del transporte óseo para rellenar grandes defectos óseos.²⁵⁻⁵⁷ En estos casos, el raíl LRS fue utilizado con técnicas bifocales para restaurar la continuidad ósea en pérdidas de masa ósea ocasionadas por trauma o infección. Se puede obtener una unión más rápida en el punto de atraque si se trata formalmente como una no unión cuando el defecto original es mayor de 3 cm en la tibia o de 5 cm en el fémur.

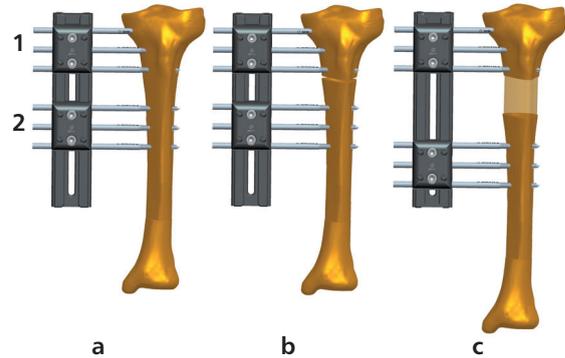
Fig.1 Cirugía a Diferentes Niveles: las opciones de tratamientos con el Sistema LRS



Alargamiento

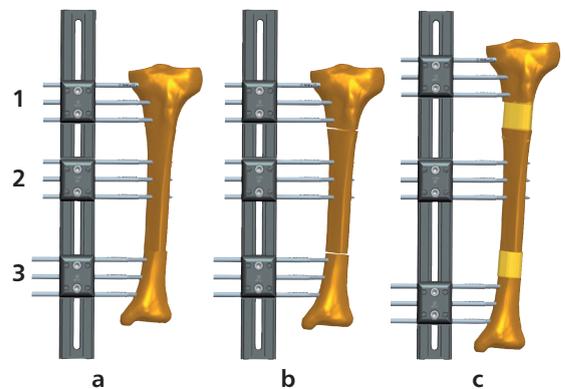
Alargamiento Monofocal

- Se implanta el Sistema de Reconstrucción de Miembros
- Osteotomía proximal metafisaria
- Distracción (alargamiento) con el cabezal 1 bloqueado al raíl y el cabezal 2 desbloqueado, permitiendo el movimiento distal por el raíl.



Alargamiento Bifocal

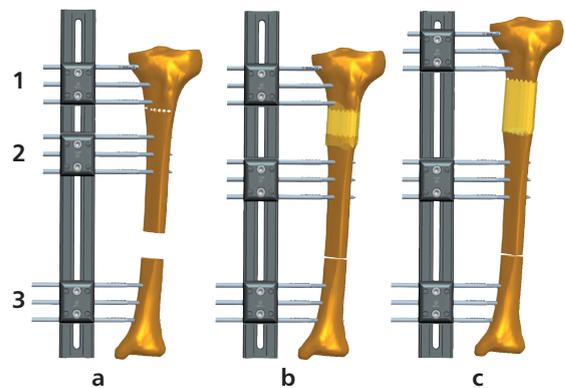
- Para una notable disimetría o para un tamaño pequeño. Se implanta el Sistema de Reconstrucción de Miembros.
- Osteotomía proximal metafisaria entre los cabezales 1 y 2 y osteotomía distal metafisaria entre los cabezales 2 y 3.
- Alargamiento simultáneo en cada punto de osteotomía. El cabezal 2 está fijado al raíl dejando los cabezales 1 y 3 con libertad de movimiento por el raíl en direcciones opuestas.



Pérdida de masa ósea

Defecto de Tamaño Intermedio: Transporte Óseo

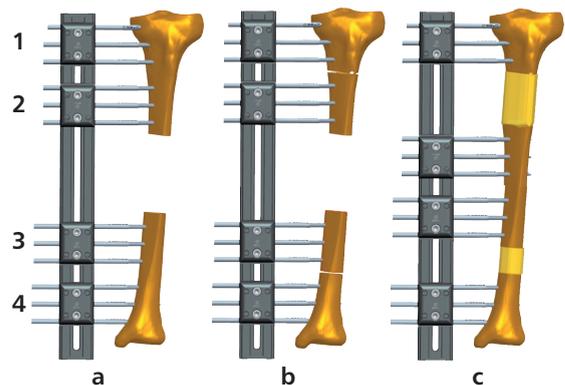
- Defecto Distal de Tamaño Intermedio con Acortamiento. Se aplica un LRS con tres cabezales.
- Osteotomía proximal metafisaria entre los cabezales 1 y 2, seguida de transporte con los cabezales 1 y 3 fijados al raíl y el cabezal 2 con movimiento distal.
- Alargamiento para restaurar el tamaño original del miembro. Las abrazaderas 2 y 3 están acopladas al raíl y la abrazadera 1 con movimiento hacia proximal.



Defecto Importante: Cirugía Multifocal y Transporte

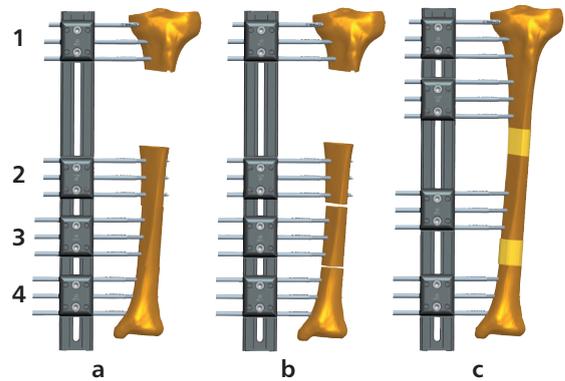
Defecto Central

- Defecto óseo central importante. Se implanta el Sistema de Reconstrucción de Miembros.
- Osteotomías metafisarias distal y proximal.
- Transporte simultáneo hacia proximal y hacia distal con los cabezales 1 y 4 fijados al raíl, el cabezal 2 con movimiento distal y el cabezal 3 con movimiento proximal hasta que los segmentos se encuentren en el punto de atraque.



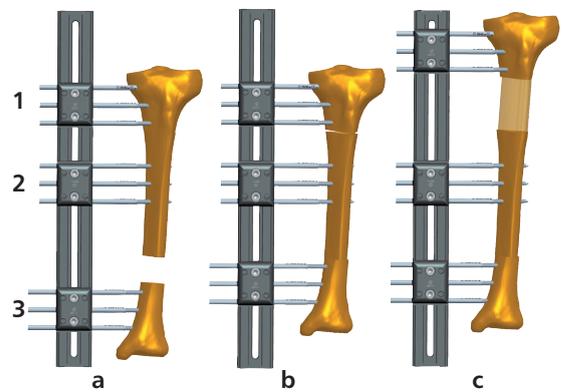
Defecto Periférico

- a) Importante defecto óseo periférico. Se implanta el Sistema de Reconstrucción de Miembros.
- b) Dos osteotomías en el fragmento óseo más grande.
- c) Transporte proximal simultáneo con los cabezales 1 y 4 fijados al raíl y los cabezales 2 y 3 moviéndose proximalmente hasta que el segmento principal llega al punto de atraque.



Defecto Pequeño: Compresión-Distracción

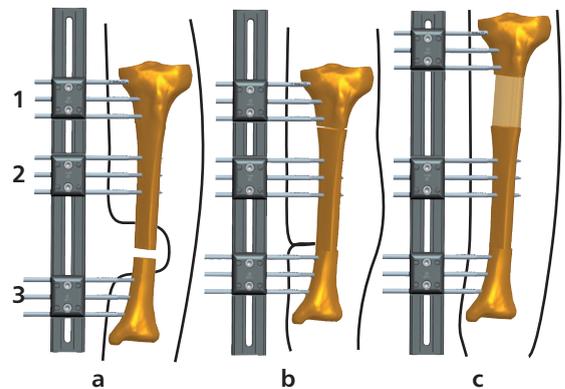
- a) Pequeño defecto óseo distal. Se implanta el Sistema de Reconstrucción de Miembros.
- b) Compresión en agudo entre los cabezales 2 y 3 para cerrar el defecto. Osteotomía proximal realizada entre los cabezales 1 y 2.
- c) Con los cabezales 2 y 3 fijos al raíl para mantener la compresión, el cabezal 1 se mueve hacia proximal para restaurar el tamaño original del hueso por callotasis.



Fractura con importante defecto de partes blandas

Compresión-Distracción

- a) Fractura con importante defecto de partes blandas y exposición del hueso.
- b) Desbridamiento y resección suficiente de hueso para permitir que las partes blandas se cierren tras una compresión en agudo con estabilización distal. Osteotomía proximal en el mismo procedimiento o retardada.
- c) Distracción proximal progresiva (alargamiento) para restaurar el tamaño original del hueso.



Alargamiento

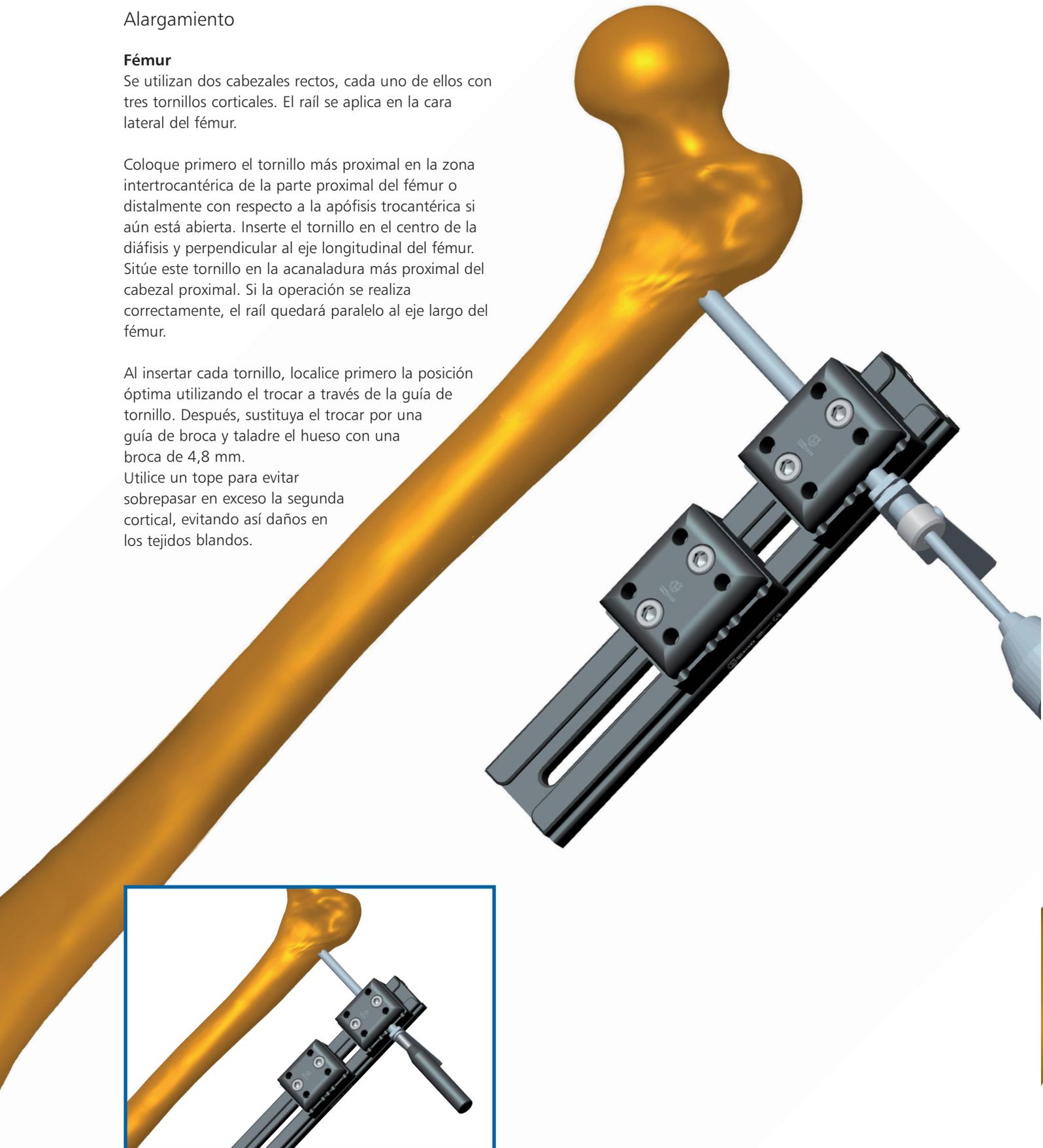
Fémur

Se utilizan dos cabezales rectos, cada uno de ellos con tres tornillos corticales. El raíl se aplica en la cara lateral del fémur.

Coloque primero el tornillo más proximal en la zona intertrocanterica de la parte proximal del fémur o distalmente con respecto a la apófisis trocantérica si aún está abierta. Inserte el tornillo en el centro de la diáfisis y perpendicular al eje longitudinal del fémur. Sitúe este tornillo en la acanaladura más proximal del cabezal proximal. Si la operación se realiza correctamente, el raíl quedará paralelo al eje largo del fémur.

Al insertar cada tornillo, localice primero la posición óptima utilizando el trocar a través de la guía de tornillo. Después, sustituya el trocar por una guía de broca y taladre el hueso con una broca de 4,8 mm.

Utilice un tope para evitar sobrepasar en exceso la segunda cortical, evitando así daños en los tejidos blandos.

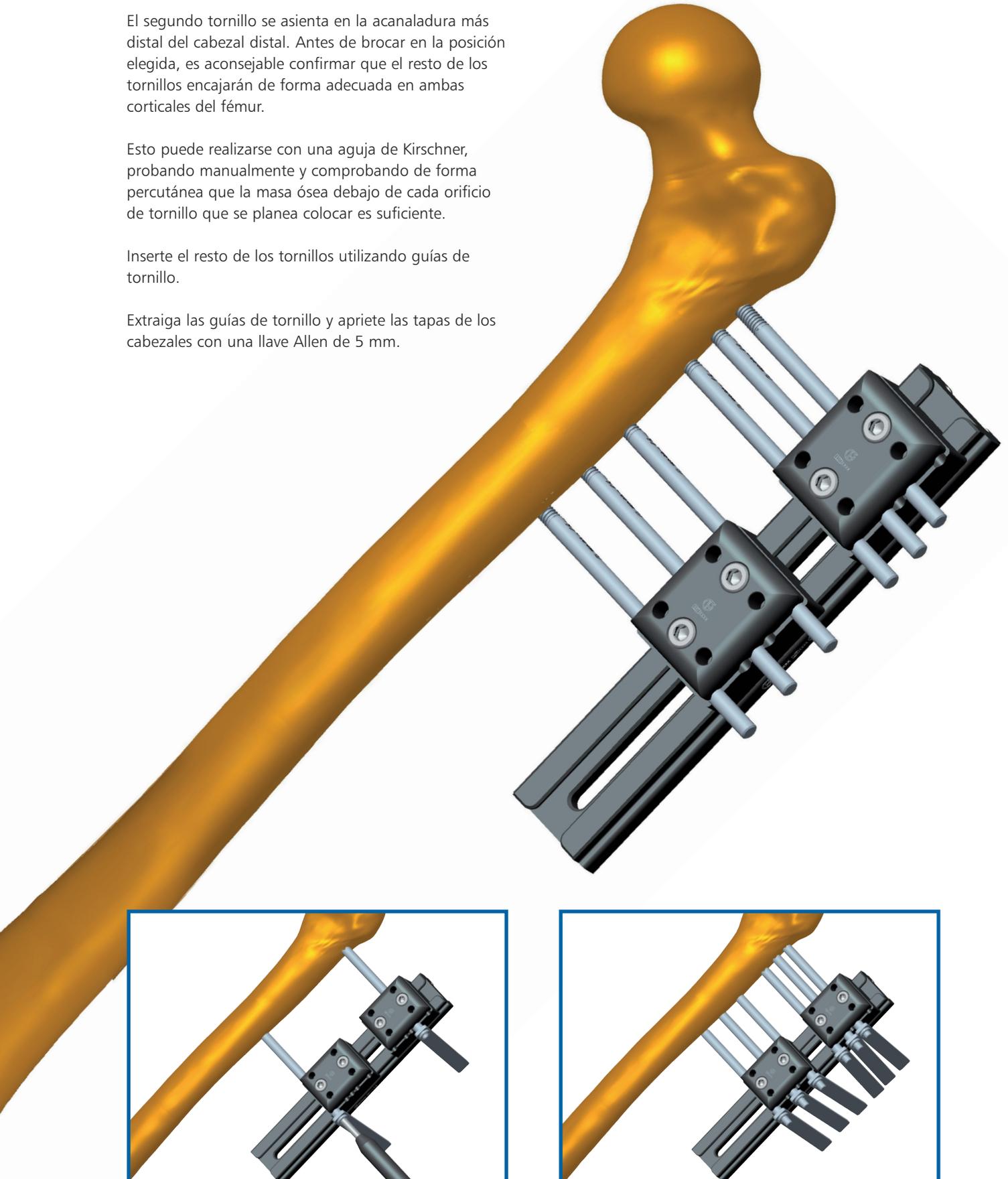


El segundo tornillo se asienta en la acanaladura más distal del cabezal distal. Antes de brocar en la posición elegida, es aconsejable confirmar que el resto de los tornillos encajarán de forma adecuada en ambas corticales del fémur.

Esto puede realizarse con una aguja de Kirschner, probando manualmente y comprobando de forma percutánea que la masa ósea debajo de cada orificio de tornillo que se planea colocar es suficiente.

Inserte el resto de los tornillos utilizando guías de tornillo.

Extraiga las guías de tornillo y apriete las tapas de los cabezales con una llave Allen de 5 mm.

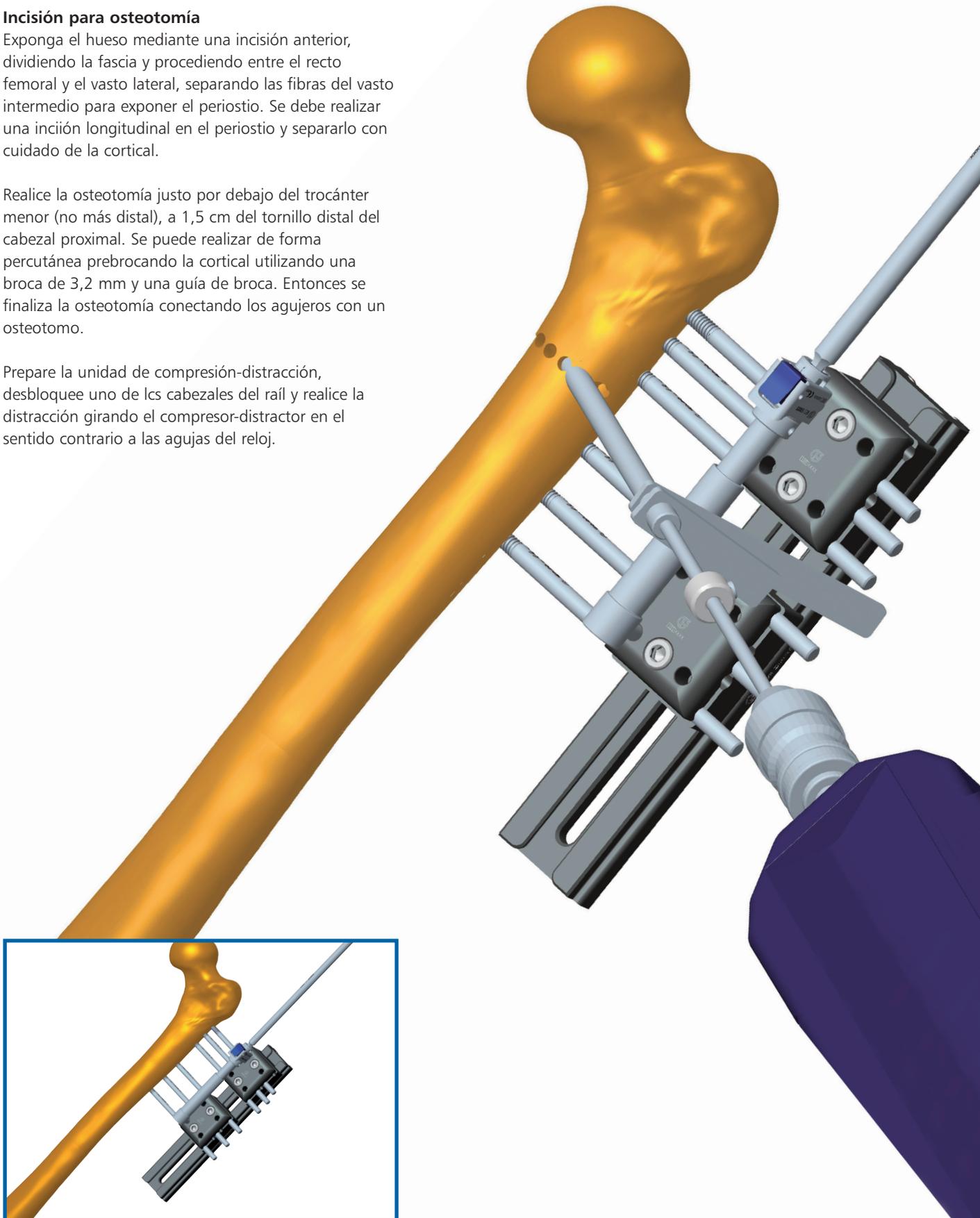


Incisión para osteotomía

Exponga el hueso mediante una incisión anterior, dividiendo la fascia y procediendo entre el recto femoral y el vasto lateral, separando las fibras del vasto intermedio para exponer el periostio. Se debe realizar una incisión longitudinal en el periostio y separarlo con cuidado de la cortical.

Realice la osteotomía justo por debajo del trocánter menor (no más distal), a 1,5 cm del tornillo distal del cabezal proximal. Se puede realizar de forma percutánea prebrocando la cortical utilizando una broca de 3,2 mm y una guía de broca. Entonces se finaliza la osteotomía conectando los agujeros con un osteotomo.

Prepare la unidad de compresión-distracción, desbloquee uno de los cabezales del rail y realice la distracción girando el compresor-distractor en el sentido contrario a las agujas del reloj.



Tibia

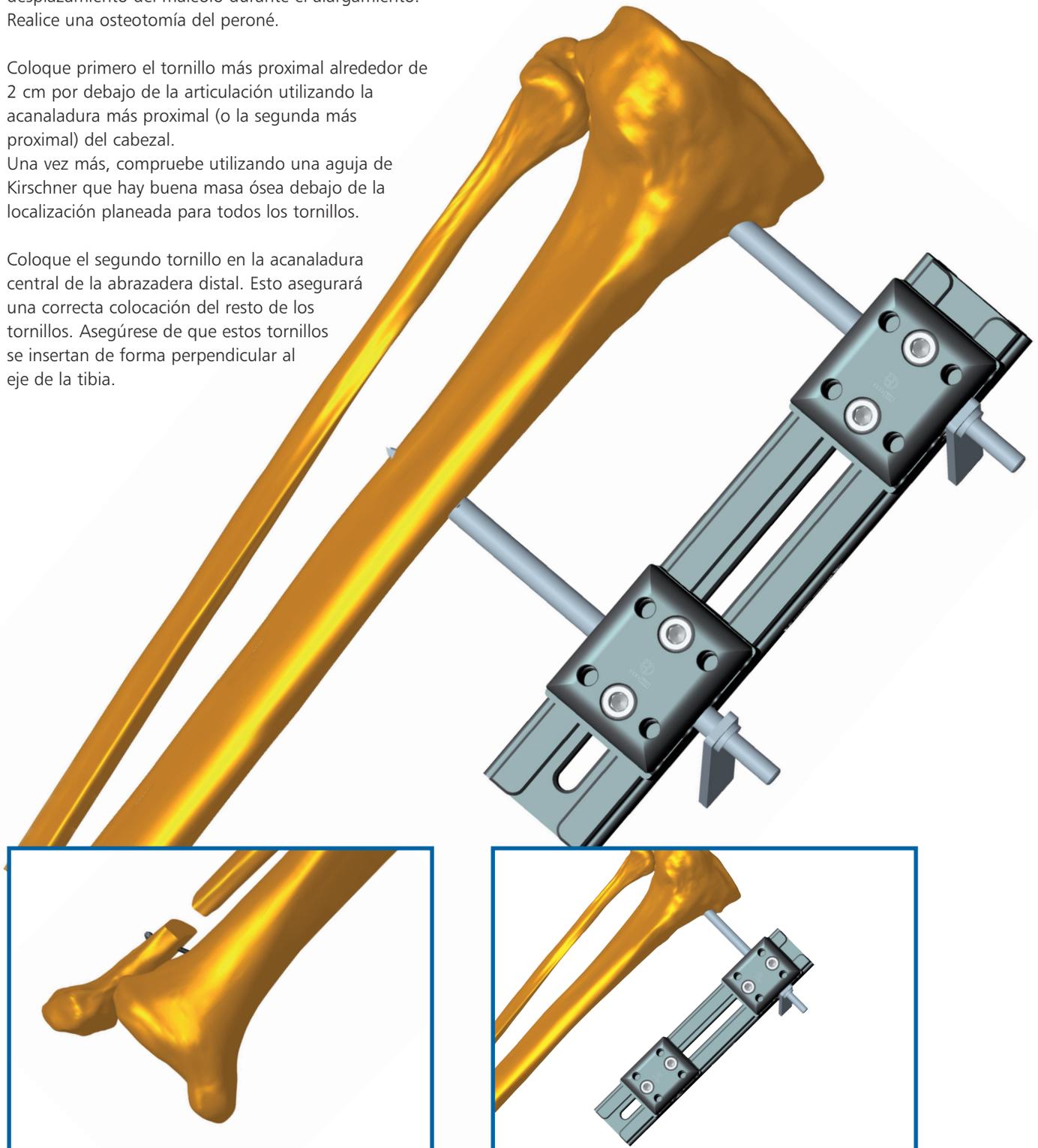
Se utilizan seis tornillos, tres proximales y tres distales. El rail se aplica en cualquier plano entre los aspectos medial y anterior de la tibia.

Fije el peroné a la tibia con un tornillo para evitar el desplazamiento del maléolo durante el alargamiento. Realice una osteotomía del peroné.

Coloque primero el tornillo más proximal alrededor de 2 cm por debajo de la articulación utilizando la acanaladura más proximal (o la segunda más proximal) del cabezal.

Una vez más, compruebe utilizando una aguja de Kirschner que hay buena masa ósea debajo de la localización planeada para todos los tornillos.

Coloque el segundo tornillo en la acanaladura central de la abrazadera distal. Esto asegurará una correcta colocación del resto de los tornillos. Asegúrese de que estos tornillos se insertan de forma perpendicular al eje de la tibia.

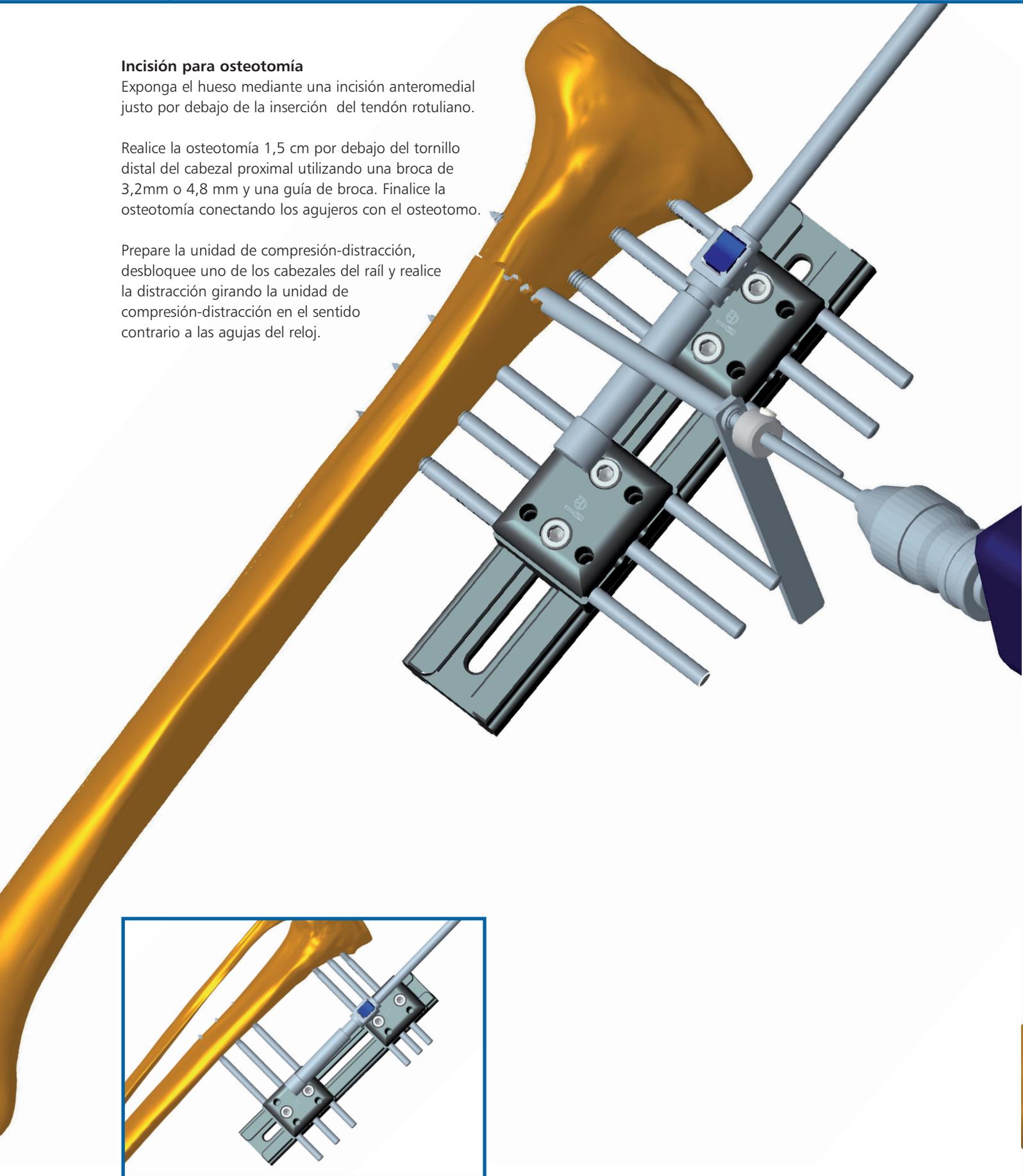


Incisión para osteotomía

Exponga el hueso mediante una incisión anteromedial justo por debajo de la inserción del tendón rotuliano.

Realice la osteotomía 1,5 cm por debajo del tornillo distal del cabezal proximal utilizando una broca de 3,2mm o 4,8 mm y una guía de broca. Finalice la osteotomía conectando los agujeros con el osteotomo.

Prepare la unidad de compresión-distracción, desbloquee uno de los cabezales del raíl y realice la distracción girando la unidad de compresión-distracción en el sentido contrario a las agujas del reloj.



Tratamiento Post-Operatorio

El paciente debe comenzar a soportar el peso tolerado con muletas tan pronto como sea posible tras la operación.

El periodo de espera antes de comenzar la distracción suele ser de diez días en adultos y unos siete días en niños y en pacientes con una rápida osificación (por ejemplo, pacientes acondroplásicos).

La tasa distracción debe ser de 1 mm al día, que se consigue realizando cuatro cuartos de giro al día en la unidad de compresión-distracción. Dichos giros se realizan en el sentido contrario a las agujas del reloj.

Esa tasa puede aumentarse de forma temporal si se observa una osificación rápida, y también puede reducirse si la osificación es lenta o si el paciente se queja de un dolor excesivo o espasmos musculares. Tras la primera semana de distracción, se realizará una radiografía o una prueba de ultrasonido para asegurar que la distracción se está llevando a cabo correctamente. Después se realizarán radiografías a intervalos regulares para controlar el progreso y el estado del regenerado óseo.

Si la densidad de la sección elongada es mala pero uniforme, el alargamiento se detendrá durante una o dos semanas.

Si el callo parece irregular e insuficiente, se realizará una compresión a la misma tasa hasta llegar a unos 5-10mm, tras lo que se reanudará el alargamiento más

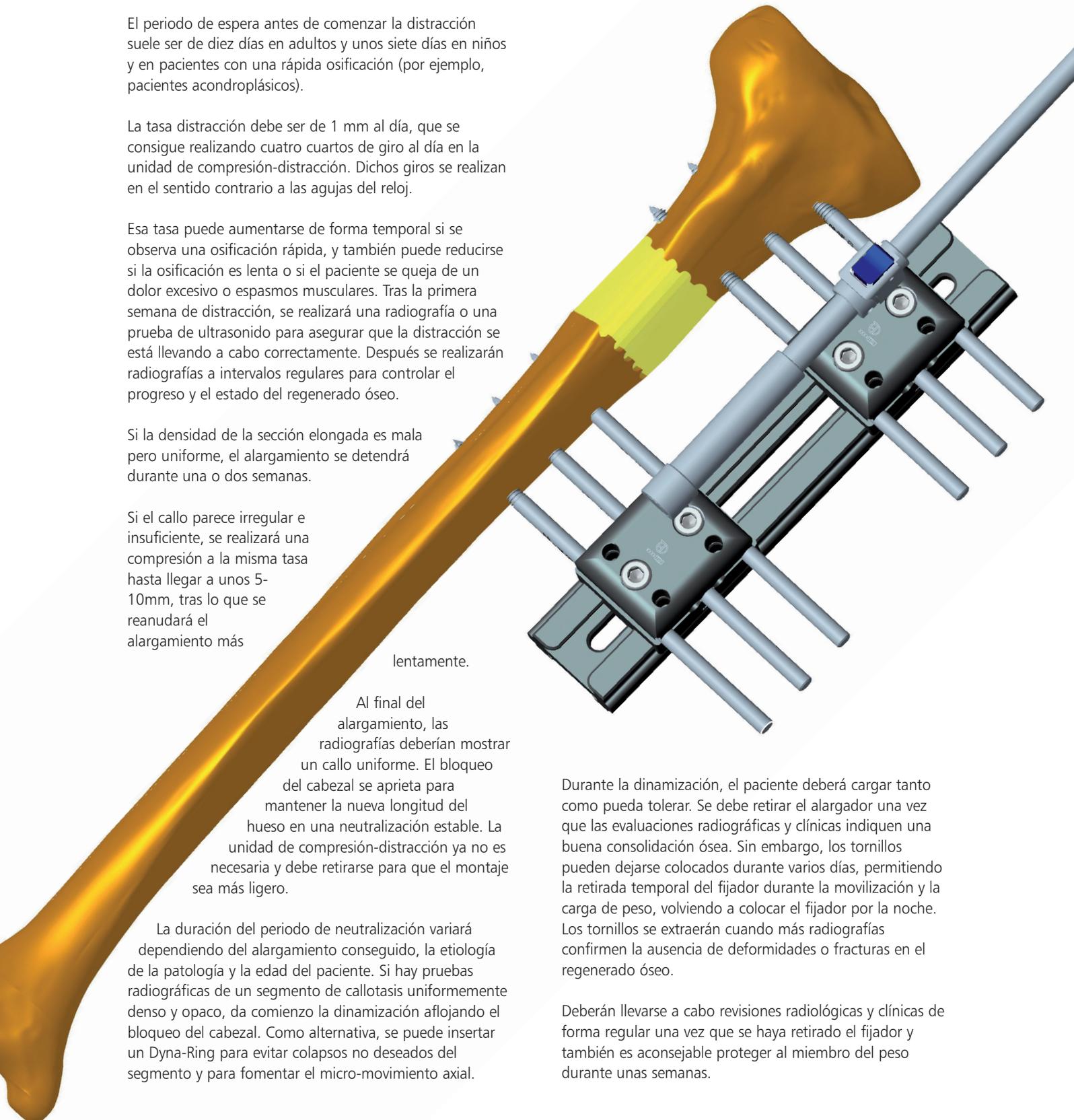
lentamente.

Al final del alargamiento, las radiografías deberían mostrar un callo uniforme. El bloqueo del cabezal se aprieta para mantener la nueva longitud del hueso en una neutralización estable. La unidad de compresión-distracción ya no es necesaria y debe retirarse para que el montaje sea más ligero.

La duración del periodo de neutralización variará dependiendo del alargamiento conseguido, la etiología de la patología y la edad del paciente. Si hay pruebas radiográficas de un segmento de callotaxis uniformemente denso y opaco, da comienzo la dinamización aflojando el bloqueo del cabezal. Como alternativa, se puede insertar un Dyna-Ring para evitar colapsos no deseados del segmento y para fomentar el micro-movimiento axial.

Durante la dinamización, el paciente deberá cargar tanto como pueda tolerar. Se debe retirar el alargador una vez que las evaluaciones radiográficas y clínicas indiquen una buena consolidación ósea. Sin embargo, los tornillos pueden dejarse colocados durante varios días, permitiendo la retirada temporal del fijador durante la movilización y la carga de peso, volviendo a colocar el fijador por la noche. Los tornillos se extraerán cuando más radiografías confirmen la ausencia de deformidades o fracturas en el regenerado óseo.

Deberán llevarse a cabo revisiones radiológicas y clínicas de forma regular una vez que se haya retirado el fijador y también es aconsejable proteger al miembro del peso durante unas semanas.



Pérdida de Masa Ósea

Transporte óseo

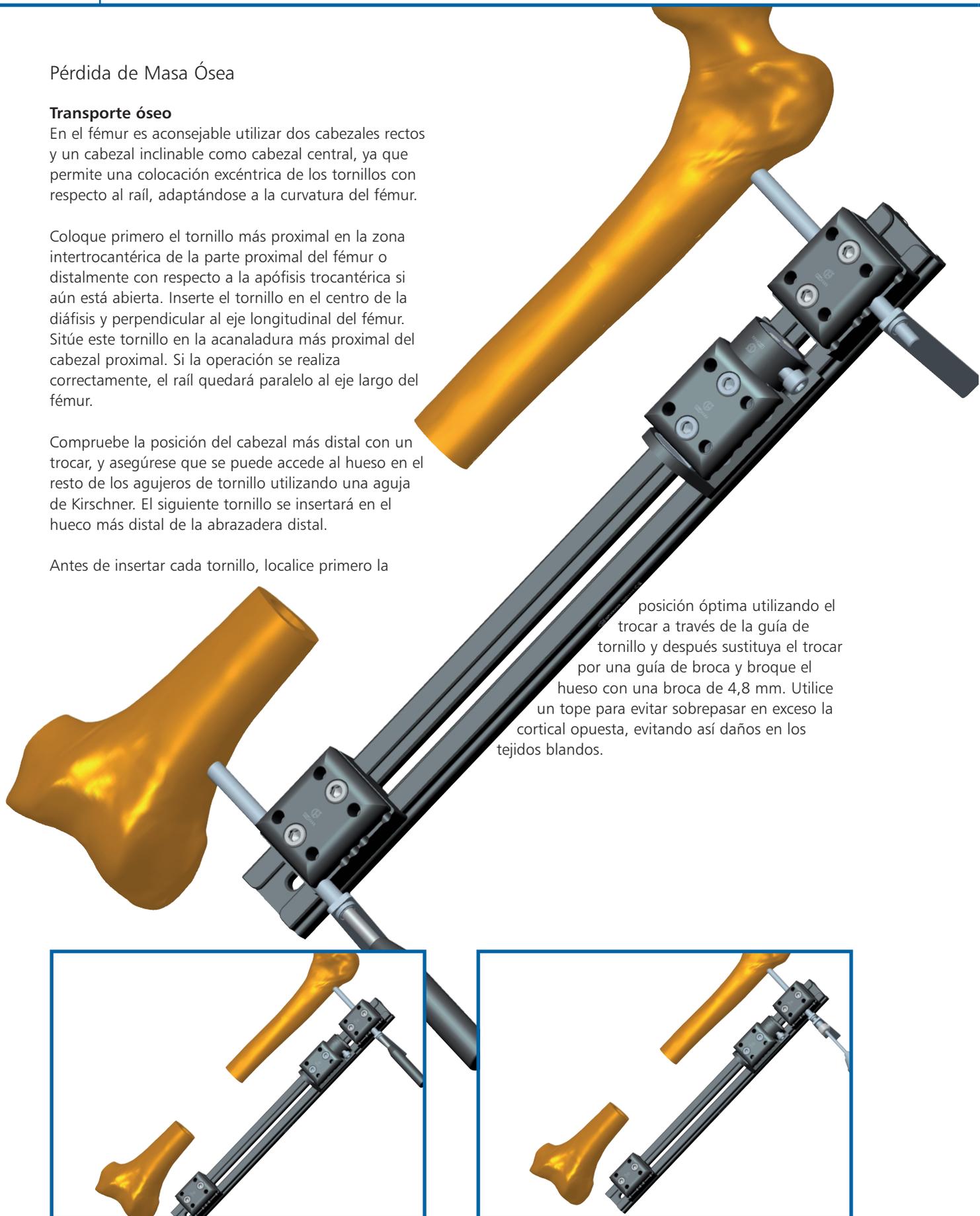
En el fémur es aconsejable utilizar dos cabezales rectos y un cabezal inclinable como cabezal central, ya que permite una colocación excéntrica de los tornillos con respecto al raíl, adaptándose a la curvatura del fémur.

Coloque primero el tornillo más proximal en la zona intertrocanterica de la parte proximal del fémur o distalmente con respecto a la apófisis trocantérica si aún está abierta. Inserte el tornillo en el centro de la diáfisis y perpendicular al eje longitudinal del fémur. Sitúe este tornillo en la acanaladura más proximal del cabezal proximal. Si la operación se realiza correctamente, el raíl quedará paralelo al eje largo del fémur.

Compruebe la posición del cabezal más distal con un trocar, y asegúrese que se puede acceder al hueso en el resto de los agujeros de tornillo utilizando una aguja de Kirschner. El siguiente tornillo se insertará en el hueco más distal de la abrazadera distal.

Antes de insertar cada tornillo, localice primero la

posición óptima utilizando el trocar a través de la guía de tornillo y después sustituya el trocar por una guía de broca y broque el hueso con una broca de 4,8 mm. Utilice un tope para evitar sobrepasar en exceso la cortical opuesta, evitando así daños en los tejidos blandos.



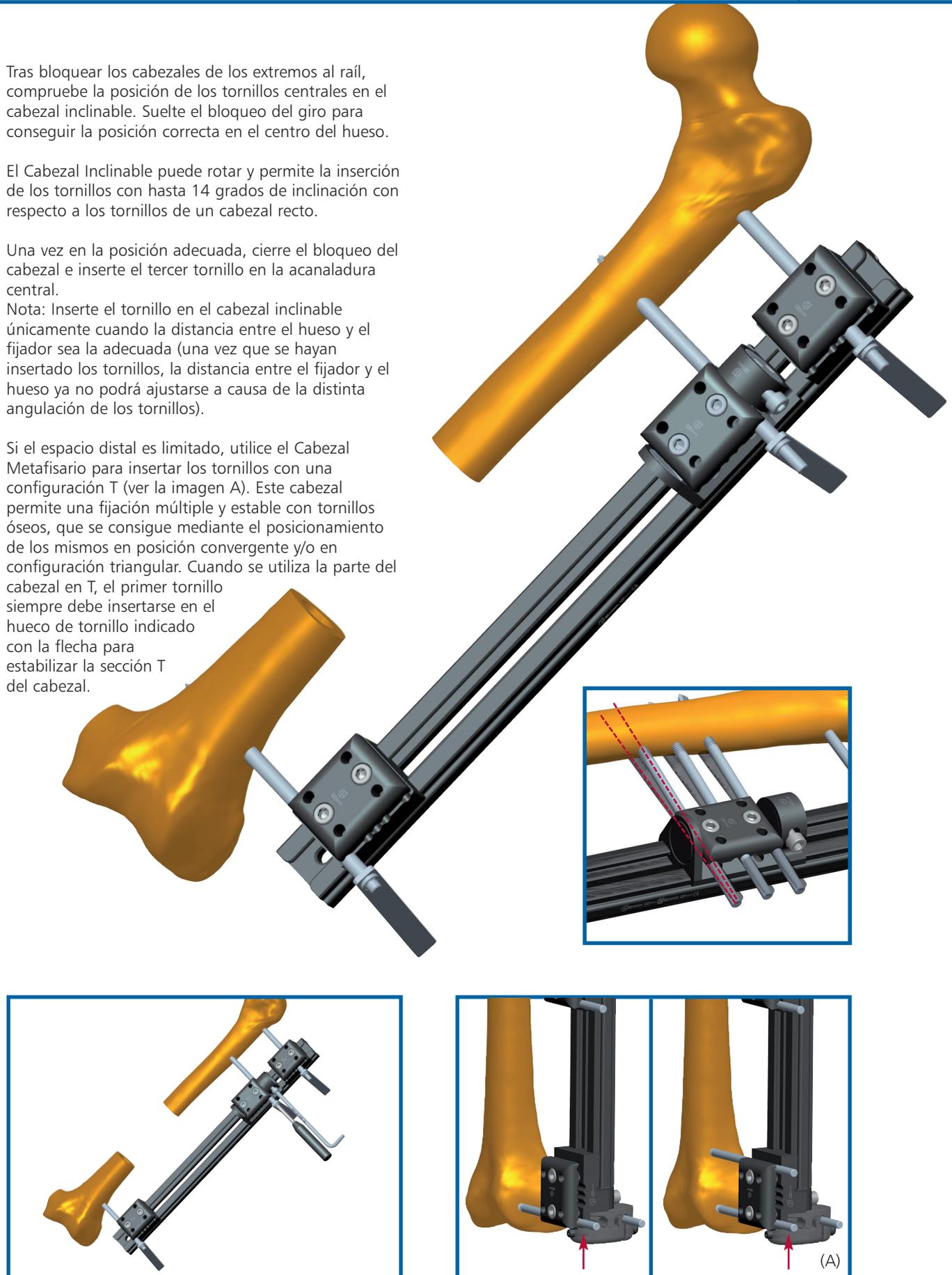
Tras bloquear los cabezales de los extremos al raíl, compruebe la posición de los tornillos centrales en el cabezal inclinable. Suelte el bloqueo del giro para conseguir la posición correcta en el centro del hueso.

El Cabezal Inclinable puede rotar y permite la inserción de los tornillos con hasta 14 grados de inclinación con respecto a los tornillos de un cabezal recto.

Una vez en la posición adecuada, cierre el bloqueo del cabezal e inserte el tercer tornillo en la acanaladura central.

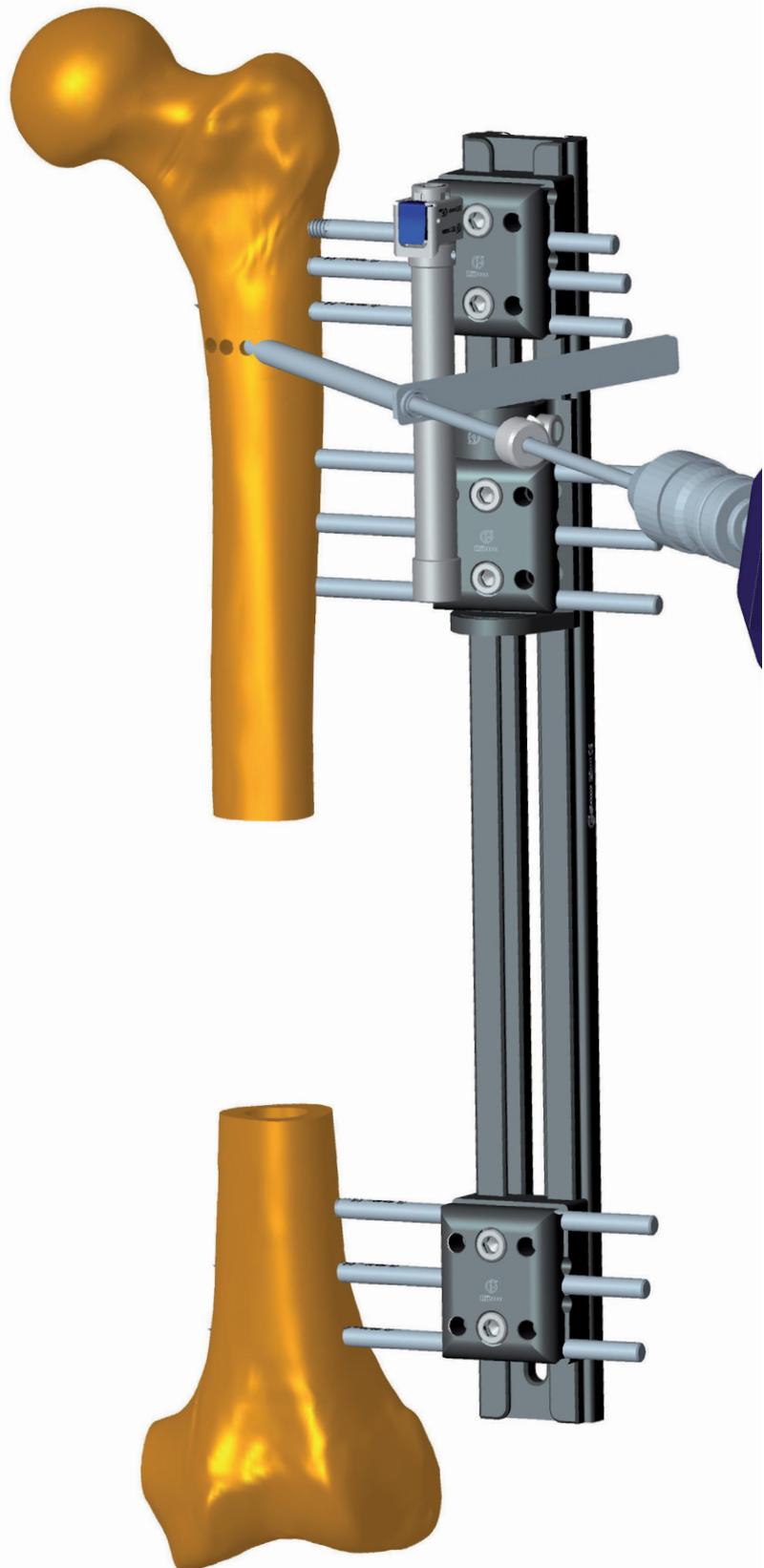
Nota: Inserte el tornillo en el cabezal inclinable únicamente cuando la distancia entre el hueso y el fijador sea la adecuada (una vez que se hayan insertado los tornillos, la distancia entre el fijador y el hueso ya no podrá ajustarse a causa de la distinta angulación de los tornillos).

Si el espacio distal es limitado, utilice el Cabezal Metafisario para insertar los tornillos con una configuración T (ver la imagen A). Este cabezal permite una fijación múltiple y estable con tornillos óseos, que se consigue mediante el posicionamiento de los mismos en posición convergente y/o en configuración triangular. Cuando se utiliza la parte del cabezal en T, el primer tornillo siempre debe insertarse en el hueco de tornillo indicado con la flecha para estabilizar la sección T del cabezal.



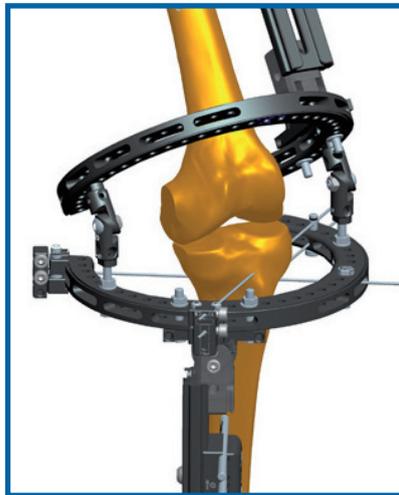
(A)

Inserte el resto de los tornillos, retire las guías y apriete los cabezales sobre los tornillos. Con el cabezal central aflojado con respecto al rail, coloque la unidad de compresión-distracción entre los cabezales proximal y central y ejecute la distracción girando en el sentido contrario a las agujas del reloj. Esto crea una tensión entre los dos cabezales y facilita la osteotomía, que se realiza justo por debajo del trocánter menor utilizando una broca de 3,2 mm y una guía de broca, y uniendo los agujeros de la broca con un osteotomo. La osteotomía se realiza mejor a este nivel, y no en un nivel más distal, para obtener una regeneración óptima.



Tratamiento Post-Operatorio

La movilización debería seguir un curso similar al de los procedimientos de alargamiento de miembros. La movilización activa y pasiva de las articulaciones adyacentes deberá fomentarse poco después de la cirugía. En el alargamiento bifocal, el problema principal es la tensión generada en los tejidos blandos. Habitualmente, en el fémur, el rango de movimiento de la rodilla está limitado por la transfixión del tensor de la fascia lata y del vastus lateralis con los tornillos óseos. Por norma general, cuando se insertan los tornillos a través de músculos cercanos a articulaciones, los músculos deben estirarse por completo antes de la inserción. Esto se consigue en la colocación del tornillo distal femoral con la rodilla totalmente flexionada. Este problema no se da en la tibia proximal, donde el hueso es subcutáneo. Es aconsejable soportar parcialmente peso poco después de la operación. Se pueden utilizar férulas para sujetar la rodilla o el tobillo con el fin de evitar contracturas. Se puede utilizar la Bisagra para Aro con el fin de conectar un anillo al raíl y permitir la estabilización a puente de la rodilla si fuese necesario.

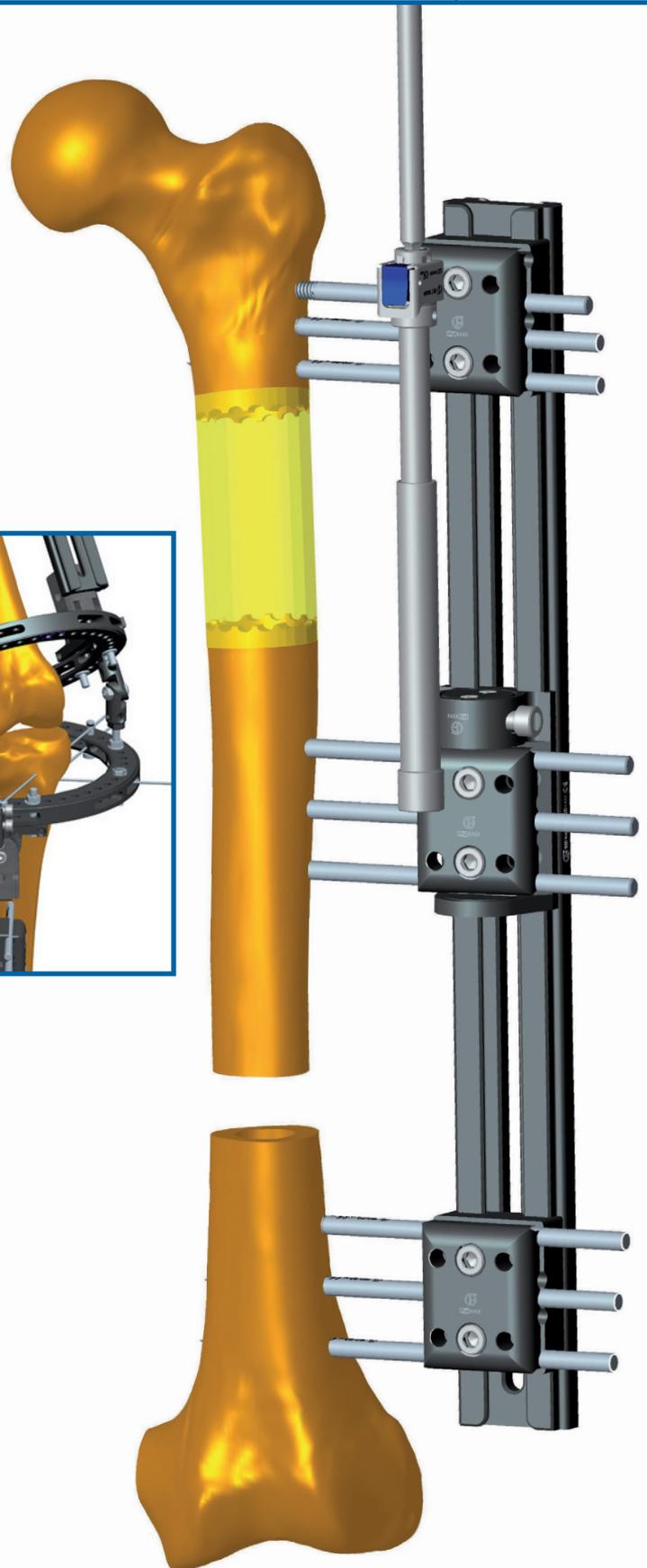


TRANSPORTE SEGMENTARIO

El transporte debería comenzar después de 7 a 10 días a una tasa de 0,25 mm cada 6 horas. Cualquier aflojamiento del sistema debería de corregirse en primer lugar mediante el giro de la unidad de compresión-distracción en el sentido contrario al giro de las agujas del reloj, con los cabezales central y proximal bloqueados al carril.

El tornillo de bloqueo del cabezal central debería aflojarse y la unidad de compresión-distracción se giraría en el sentido contrario a las agujas del reloj 90°, cuatro veces al día. En la práctica, después de abrir un espacio inicial, la tasa de transporte debería ajustarse a 0,75 mm o 1,25 mm al día, dependiendo de la calidad del regenerado basándose en radiografías o ultrasonidos.

Durante el proceso de transporte, no es extraño encontrar algo de tensión en la piel alrededor de los tornillos del cabezal central (y, en menor medida, del proximal). La liberación de piel y partes blandas está indicada en esos casos.



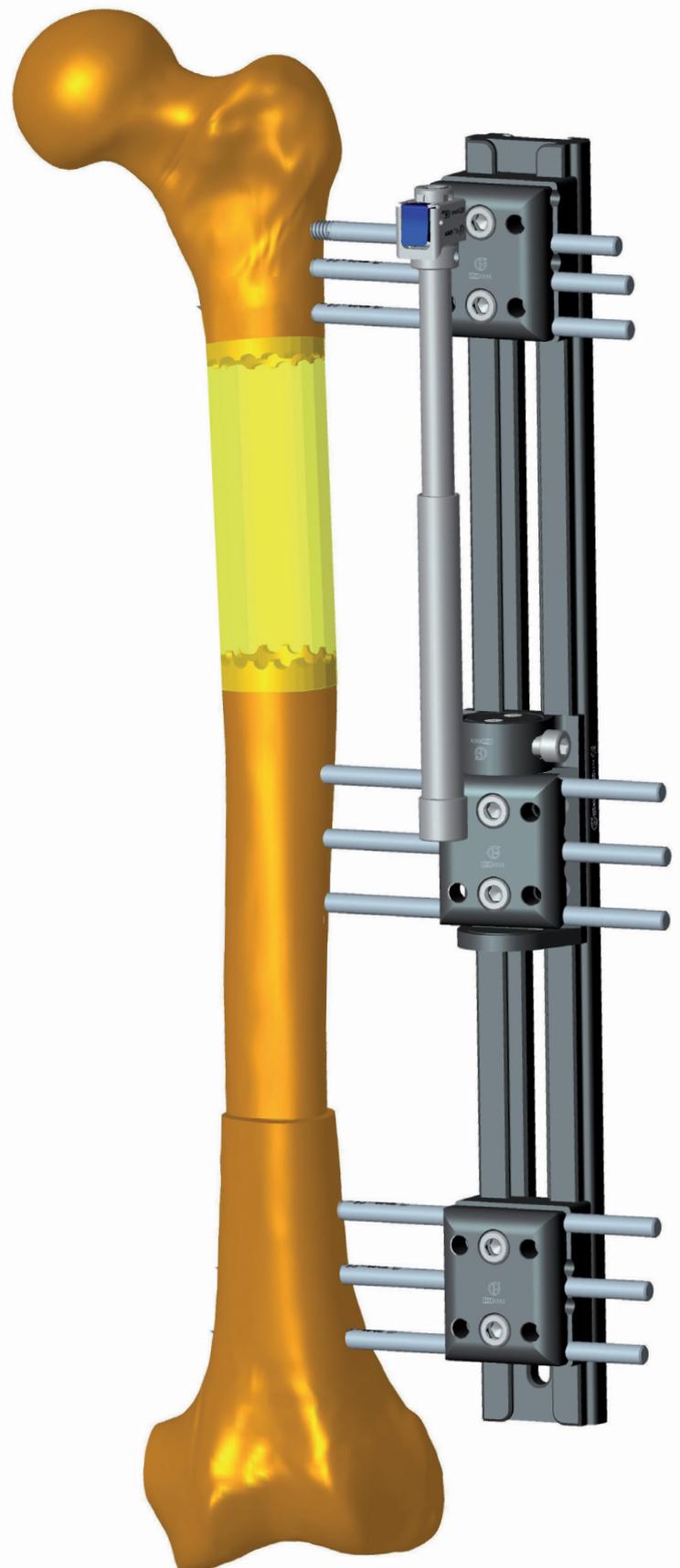
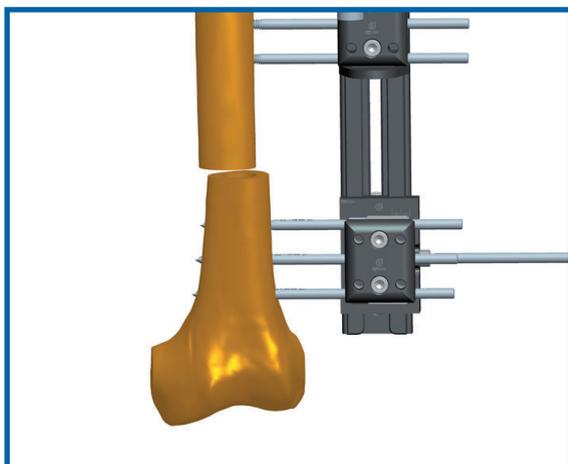
Hacia el final del transporte, una evaluación radiográfica podría demostrar una alineación que no sería la óptima entre el segmento que avanza y el lugar de atraque. En caso de traslado medial o lateral, se puede conseguir la corrección aflojando la tapa del cabezal central y ajustando la posición de los tornillos dentro de sus acanaladuras (traccionando o empujando).

Como alternativa, se puede utilizar el Cabezal de Traslación para corregir progresivamente la traslación de la sección distal (ver imagen A).

EL PROCEDIMIENTO DE ATRAQUE

Al finalizar el transporte, el defecto se cerrará con diferentes grados de contacto entre los extremos óseos. El cabezal central deberá bloquearse al raíl. Si es necesario realizar compresión, se acoplará una unidad de compresión-distracción entre las abrazaderas central y distal y se aflojará el tornillo de bloqueo del cabezal distal. Entonces se aplica una compresión suave girando el tornillo de la unidad de compresión-distracción en el sentido de las agujas del reloj.

Dependiendo de la calidad del hueso y del contacto conseguido, podrían ser necesarias varias medidas para estimular la unión. Éstas varían entre la compresión limitada descrita anteriormente hasta el desbridamiento quirúrgico de tejido fibroso y decorticación localizada en los extremos del hueso y compresión, injertos óseos para pequeños defectos, o una decorticación ampliada de toda la zona de atraque junto con injerto óseo para defectos más serios. La consolidación del lugar de atraque se controla por medio de series de radiografías. Si el transporte hasido de 3 cm o más, el lugar de atraque deberá ser visto y tratado como un retardo de consolidación una vez que se ha producido el contacto entre los extremos óseos.



CORRECCIÓN DE DEFORMIDADES

Principios Generales

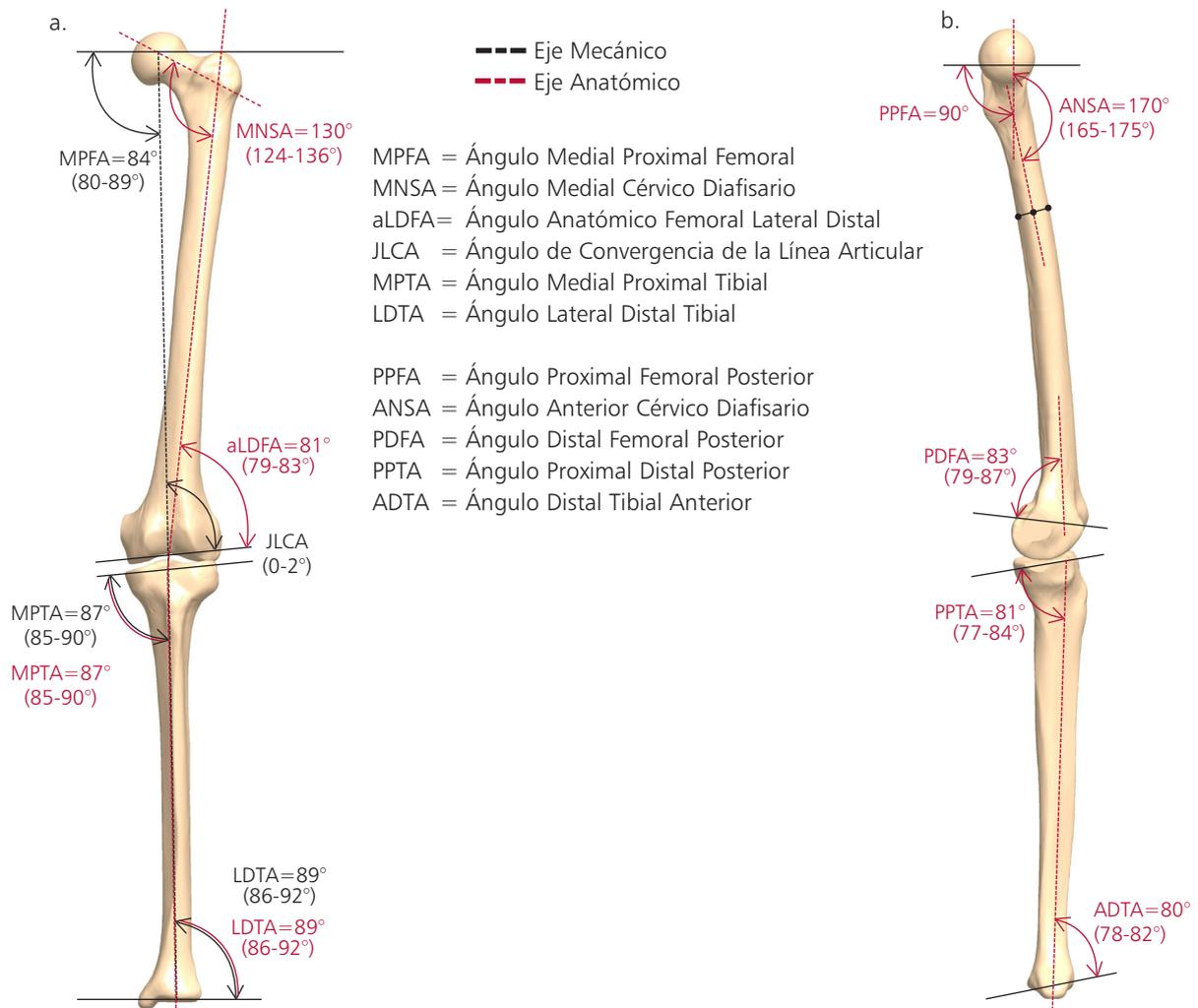
Las deformidades son un problema tridimensional. La corrección de una deformidad utilizando el LRS, que es un fijador monolateral y monoplanar, exige un entendimiento de los efectos de los ajustes o alteraciones en un plano en un problema tridimensional.

Eje Mecánico

Se trata de la línea de fuerza de la carga mecánica axial en el soporte estático de peso. En la tibia, coincide con el eje anatómico. En el fémur, se extiende desde el centro de rotación de la cabeza femoral hasta el centro de la articulación de la rodilla. Para el miembro inferior en su conjunto, se extiende desde el centro de la cabeza femoral hasta el centro de la articulación tibiotalar, y normalmente debería pasar cerca del centro de la articulación de la rodilla.

Eje Anatómico

La línea media diafisaria de un hueso largo es el eje anatómico. En un hueso deformado, cada segmento de hueso tendrá un eje anatómico diferente y estos se cruzarán entre sí.

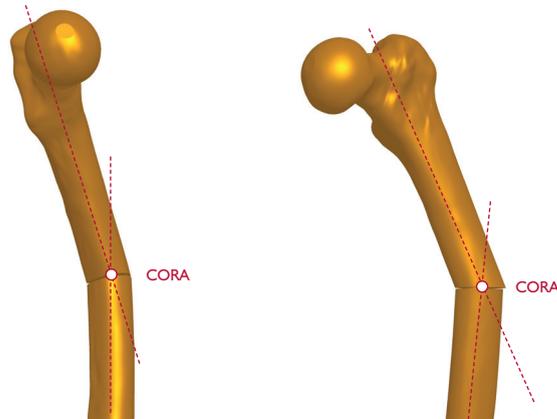


Paley y Tetsworth^{58, 59}

Una línea que vaya desde el centro de la cabeza femoral hasta el centro del pilón tibial debería pasar cerca del centro de la articulación de la rodilla en una vista completa de la pierna. Si no es así, existe una Desviación del Eje Mecánico (MAD).

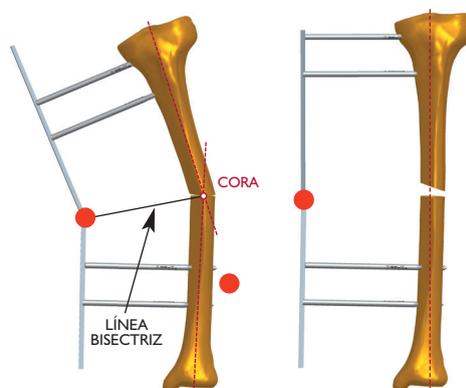
CORA (Centro de Rotación de la Angulación)

Se trata de la intersección de los ejes de los dos segmentos de un hueso deformado. La posición del CORA es fácil de determinar cuando se utilizan los ejes anatómicos. Utilizar los ejes mecánicos lo hace ligeramente más complicado, ya que los ejes anatómico y mecánico del fémur no son paralelos. En una tibia deformada, el eje anatómico a ambos lados del vértice de la deformidad recorre el centro de la diáfisis. En un fémur deformado, el eje mecánico del segmento proximal femoral suele ser una línea que pasa por el centro de la cabeza femoral, en ángulo recto respecto a una línea imaginaria que uniría el centro de la cabeza con el borde superior del trocánter mayor, mientras que el eje del segmento distal puede obtenerse extrapolando el eje de la tibia en dirección retrógrada, a menos que exista una deformidad al nivel de la articulación de la rodilla. La utilización del eje anatómico para determinar el CORA es la opción preferida y la más sencilla.



Línea Bisectriz

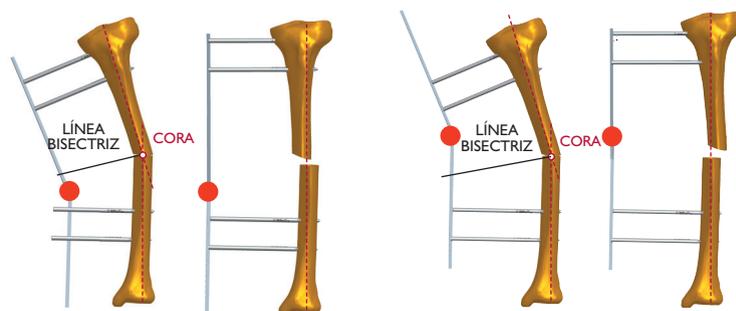
Es la línea que divide en partes iguales el ángulo formado por la intersección de los ejes de los dos segmentos de un hueso deformado. El centro de rotación de la bisagra de un mecanismo de corrección progresiva monolateral debería colocarse sobre esta línea para minimizar la traslación durante la corrección.



Si la bisagra se sitúa sobre la bisectriz del CORA, no hay traslación tras la corrección

Traslación

Es importante reconocer cuando una deformidad presenta traslación además de angulación. Cuando la posición del CORA no coincide con el nivel del vértice del hueso deformado, la diferencia se debe a que la traslación es un componente de la deformidad. Si la bisagra de un mecanismo de corrección monolateral se coloca al nivel del vértice de la deformidad, la corrección no eliminará la traslación. Sin embargo, si el eje se coloca en la línea bisectriz del CORA, la corrección de la angulación y la traslación se producen de forma simultánea.

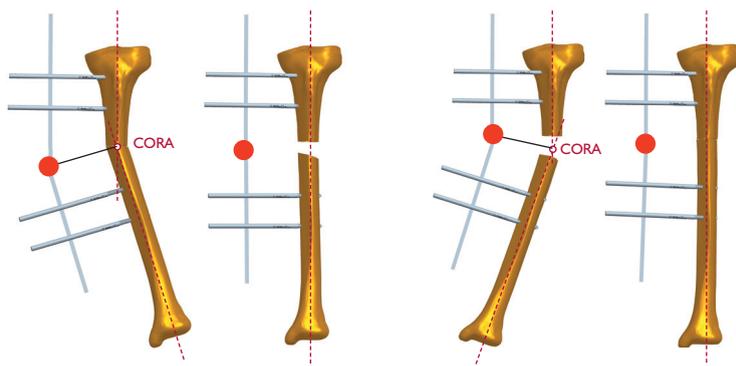


Bisagra por debajo de la bisectriz del CORA

Bisagra por encima de la bisectriz del CORA

Cuando se utiliza una fijación monolateral, deben tenerse en cuenta los siguientes puntos

- I. En una deformidad en la que el fijador se coloca en el lado convexo de la deformidad, la corrección angular mediante el cabezal micrométrico distraerá la osteotomía.
- II. Por el contrario, si el fijador se coloca en el lado cóncavo de la deformidad, se producirá una compresión en la osteotomía. Si los extremos de la osteotomía no están suficientemente separados, los extremos del hueso chocarán entre sí e impedirán la corrección.



Planificación Pre-Operatoria

Para que el cirujano defina de forma precisa los objetivos de la cirugía, es fundamental llevar a cabo una detallada evaluación de la deformidad antes de la operación:

1. Radiografías anteroposteriores y axiales correctamente alineadas para definir las deformidades angulares tanto en el plano sagital como en el coronal.
2. Cálculo, por el método descrito a continuación, del verdadero plano de la deformidad.
3. Valoración detallada de cualquier deformidad de rotación.
4. Valoración de cualquier traslación en la deformidad que requiera corrección.

Determinar el verdadero plano de la deformidad:

La valoración inicial de cualquier deformidad del miembro inferior debe incluir radiografías en carga de ambas piernas para permitir la evaluación del eje del miembro inferior al completo.

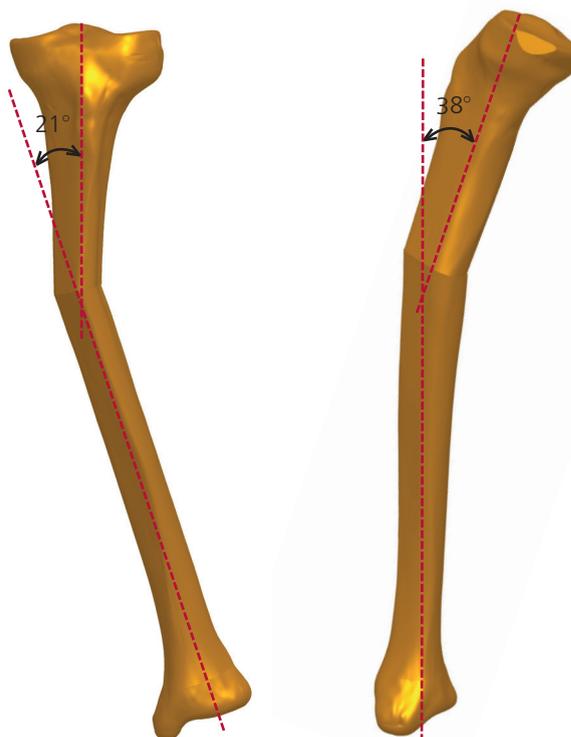
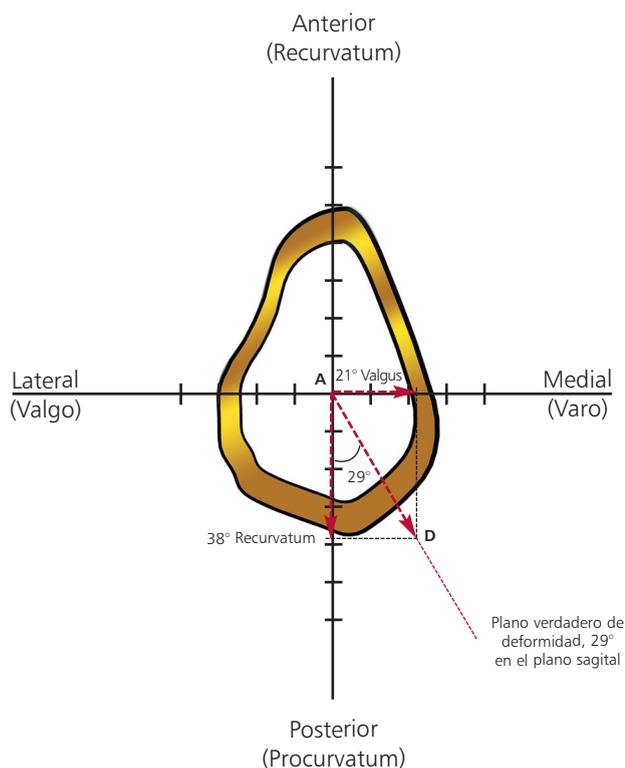
El método del que se deriva el plano real de la deformidad (y por tanto, el plano de la corrección) es el siguiente. Se realizan radiografías anteroposteriores y axiales correctamente alineadas. La angulación de la deformidad en cada imagen se mide con un goniómetro.

Utilizando papel milimetrado, se marcan los ejes X e Y y suponemos que el centro del hueso en la intersección (en el origen de coordenadas). Se procede a indicar las posiciones anterior, posterior, medial y

lateral en cada uno de los ejes. Se marca en cada eje (y a la misma escala) la cantidad de deformidad medida en grados. Por ejemplo, si en la radiografía anteroposterior se aprecia una desviación en valgo de 21° , se señalará dicha cantidad sobre el eje X en dirección lateral. Del mismo modo, una deformidad en procurvatum de 38° en la radiografía axial se traza en dirección posterior. Se trazan líneas ortogonales a partir de esos puntos hasta que se intersequen y después se dibuja una línea desde esta intersección hasta el origen de coordenadas (ver figura inferior). Este es el plano real de la deformidad.

La desviación de este plano con respecto al plano sagital o coronal puede medirse directamente en el papel milimetrado: si cada cuadro mide un milímetro de lado y la escala adoptada para trazar las líneas es de un milímetro por cada grado, entonces la longitud medida en milímetros de la línea que conecta el eje de coordenadas con la intersección de las dos líneas ortogonales (AD) es el tamaño de la deformidad en grados y el ángulo que forma con los planos sagital y coronal localiza el plano de la deformidad.

En este ejemplo, son 29° en el plano sagital, o 61° en el plano coronal, en dirección posterolateral hacia anteromedial. La medida de la longitud de la línea AD nos dará la cantidad de corrección necesaria, que en este caso es de 43° . Si se toma ahora una radiografía perpendicularmente a este plano verdadero de la deformidad, mostrará una deformidad máxima de 43° , tal y como se ha calculado por este método de vectores.



El Plano de la Deformidad

Las deformidades angulares pueden darse en cualquier plano. Si se encuentra en el plano coronal, su perfil podría verse en una radiografía anteroposterior, mientras que una vista lateral mostrará un hueso aparentemente "recto". Del mismo modo, una deformidad angular en el plano sagital solo se apreciaría en la vista axial. Si la angulación no se encuentra en el plano sagital ni en el coronal sino en un plano oblicuo, se puede ver algo de la deformidad tanto en la vista anteroposterior como en la axial. Es muy común confundir esto con dos deformidades cuando realmente sólo hay una oblicua a los planos coronal y sagital.

Este entendimiento de las deformidades angulares es fundamental para el uso del LRS con los cabezales micrométricos, ya que la corrección con los cabezales debe llevarse a cabo en el plano de la deformidad. Un fácil ejemplo es que una deformidad en valgo o en varo se corrige realizando el ajuste en el plano coronal.

Los cabezales Micrométrico Basculante y Multiplanar actúan realizando ajustes alrededor de un centro de rotación (eje o bisagra). Se utiliza una unidad de compresión-distracción (o "distractor") para dirigir la corrección.

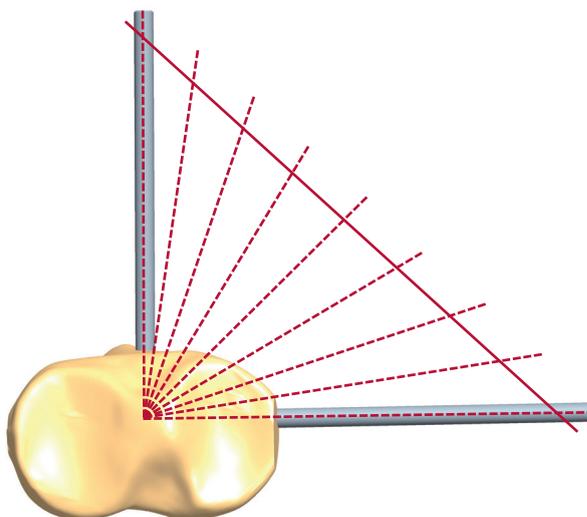
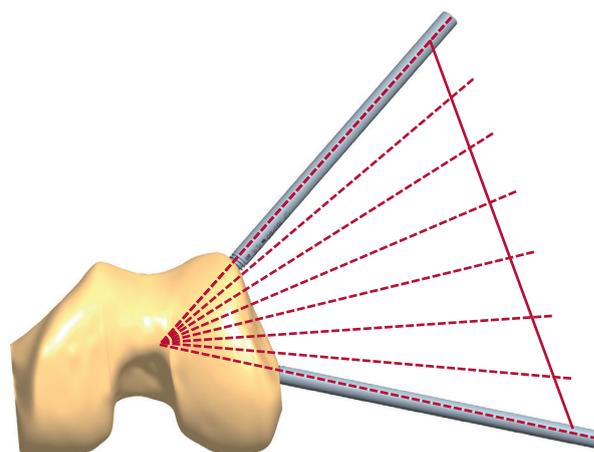
Con la Cabezal Micrométrico Basculante, el centro de rotación funciona en el mismo plano de los tornillos óseos. Para que el cabezal funcione correctamente, los tornillos (y por tanto el plano de rotación) deben estar en el plano de la deformidad y el raíl del LRS deberá también aplicarse ese mismo plano. Así que en un caso de deformidad en valgo o en varo, el LRS se aplica en el plano coronal, y en el caso de una deformidad en procurvatum o recurvatum, se aplica en el plano sagital.

Cabe señalar que la aplicación del plano sagital es posible en la tibia, pero no en el fémur; por tanto, la corrección angular con el Cabezal Micrométrico Basculante sólo es posible cuando el plano de la deformidad coincide con un corredor de seguridad para la inserción de tornillos. La siguiente ilustración ofrece indicaciones sobre los posibles planos de inserción de tornillos en el fémur y en la tibia.

El Cabezal Multiplanar supera esta restricción, permitiendo al cirujano tratar deformidades angulares en planos que no coinciden con un corredor de seguridad para la inserción de tornillos óseos. Al igual que el Cabezal Micrométrico Basculante, éste también

tiene una bisagra, pero su plano de rotación puede cambiarse de modo independiente al plano en el que se inserten los tornillos óseos. La parte central del cuerpo que contiene la bisagra se llama angulador y puede rotar sobre sí mismo. Por tanto, cualquier deformidad angular puede ser corregida.

Con el Cabezal Multiplanar es posible que el ángulo de la corrección necesaria esté a 90° respecto al plano de los tornillos óseos. Esta situación podría surgir cuando los tornillos óseos se encuentren en el plano coronal pero la deformidad sea únicamente en el plano sagital. En este caso, la corrección no producirá compresión ni distracción.



Cabezal Micrométrico Basculante y Cabezal de Traslación-Angulación

Con estos cabezales, el plano de corrección será el plano de los tornillos óseos. Por lo tanto, sólo podrán utilizarse cuando el plano de la corrección necesaria sea adecuado para la inserción de tornillos. Estos cabezales pueden utilizarse tanto para corregir una deformidad de modo intra-operatorio como para realizarla post-operatoriamente mediante la manipulación del callo. Los tornillos se insertan en el plano de la corrección deseada. La bisagra del cabezal debe colocarse lo más cerca posible del nivel de la osteotomía planeada. En el caso de que la bisagra no coincida con la bisectriz del CORA, podría preverse un efecto de traslación durante la corrección. Este problema potencial puede tratarse como se describe a continuación.

Utilización del Cabezal Micrométrico Basculante y del Cabezal de Traslación

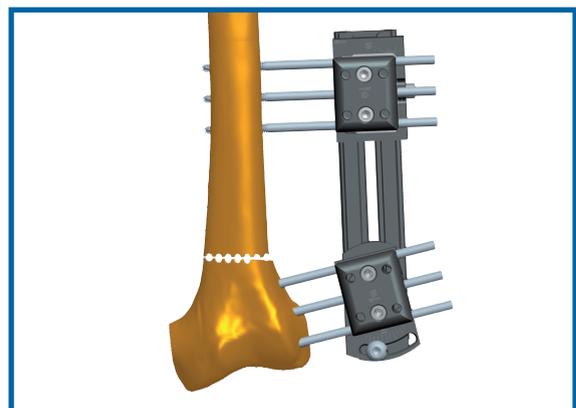
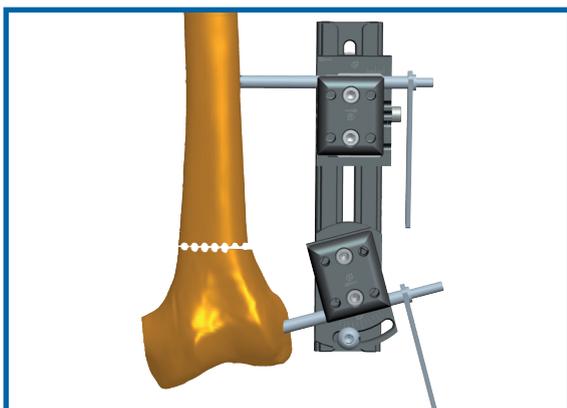
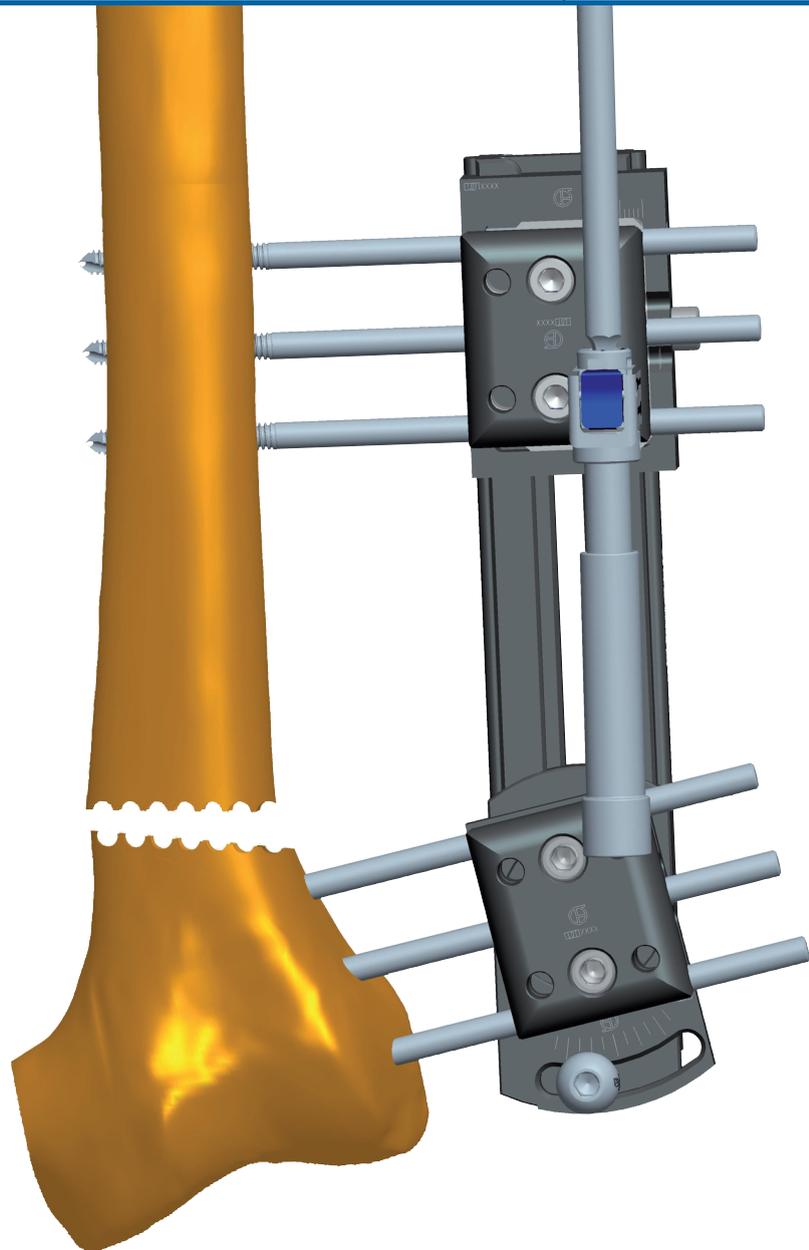
Utilice el Cabezal Micrométrico Basculante en combinación con el Cabezal de Traslación.

Cuando aplique el segundo, el tornillo de traslación debe colocarse de tal forma que se consiga la máxima traslación en la dirección deseada (lo que se calcularía en la planificación pre-operatoria).

El primer tornillo óseo se inserta de forma normal a través de una guía de tornillo introducida en el Cabezal Micrométrico Basculante que se ha colocado previamente en el ángulo deseado. El segundo tornillo se inserta en el Cabezal de Traslación.

Cuando se hayan insertado el resto de los tornillos óseos, se realiza una osteotomía a una distancia mínima de 15 mm del tornillo óseo más cercano, pero tan cerca de la bisagra del cabezal como sea posible.

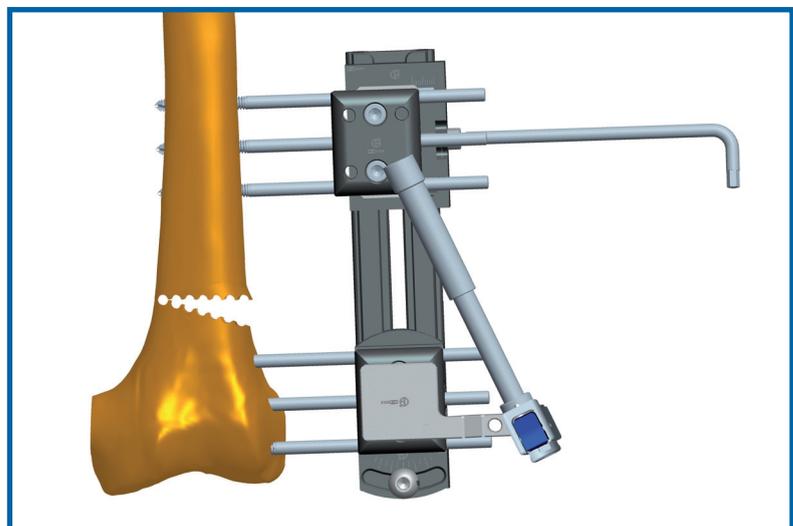
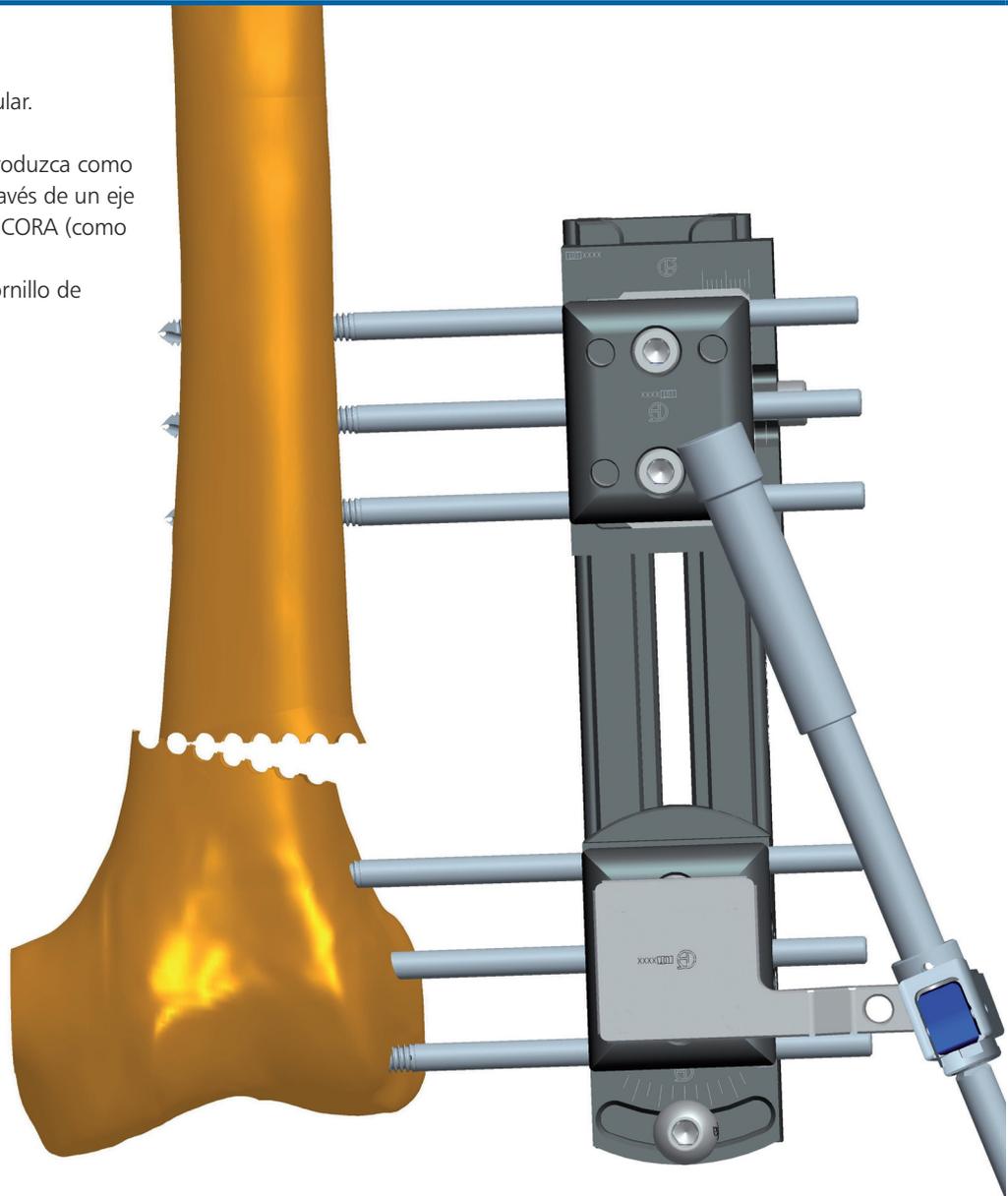
Si el fijador está en el lado cóncavo de la deformidad, cuando se lleve a cabo la corrección se producirá un acortamiento del segmento óseo. En este caso, se puede utilizar inicialmente una unidad de compresión-distracción para distraer la osteotomía.



Después se corrige la deformidad angular.

Se deberá tratar la traslación que se produzca como resultado de la corrección angular a través de un eje que no se coincida con la bisectriz del CORA (como podría suceder en este caso).

Se consigue la corrección girando el tornillo de traslación del Cabezal de Traslación.



Utilización del Cabezal Micrométrico de Traslación-Angulación

Utilice el Cabezal Micrométrico de Traslación-Angulación en conjunción con un cabezal recto. Cuando aplique el segundo cabezal, el tornillo de traslación debe colocarse de tal forma que se consiga la máxima traslación en la dirección deseada (lo que se calcularía en la planificación pre-operatoria).

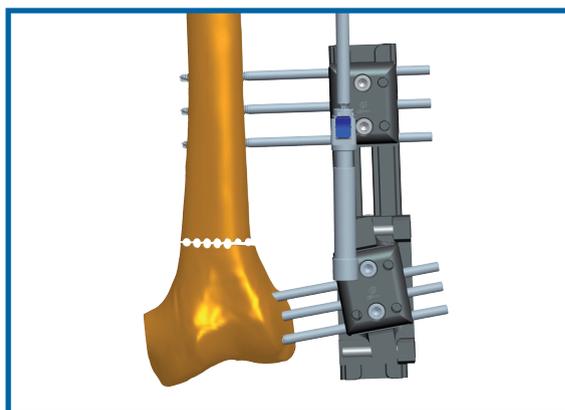
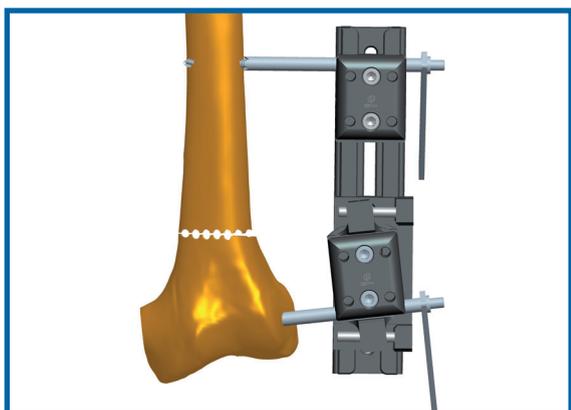
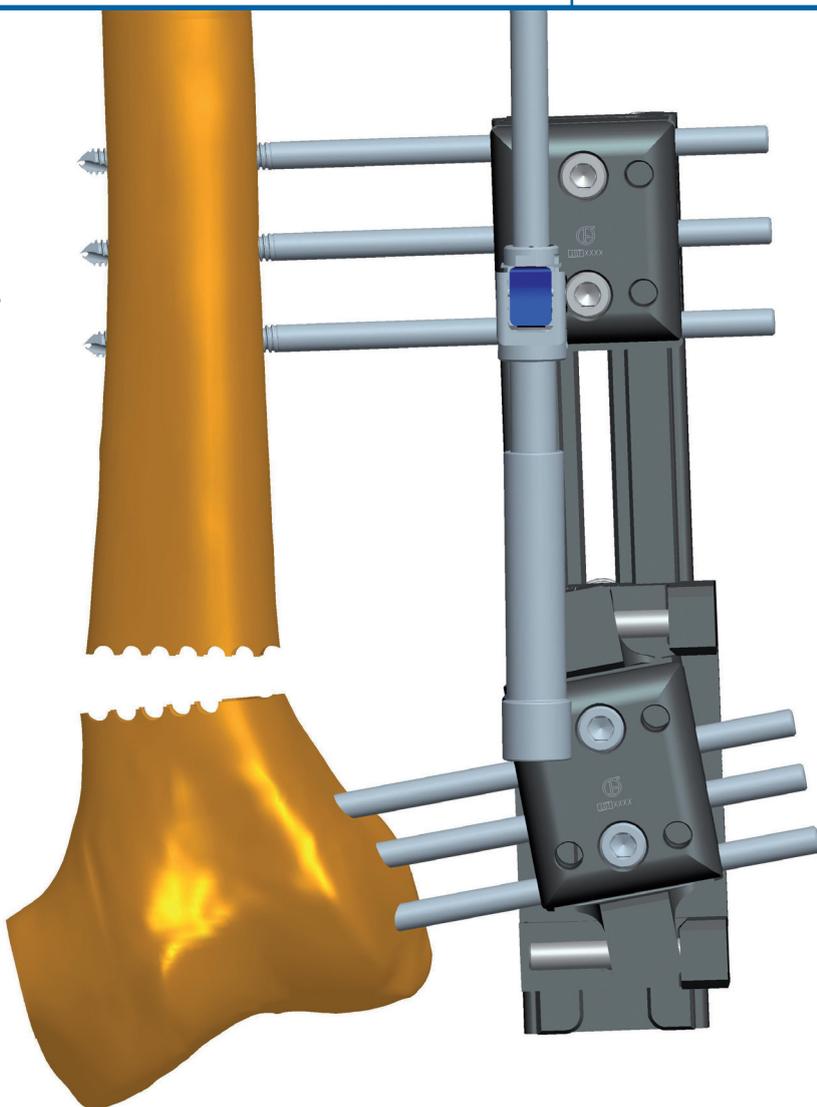
Nota: Cuando se inserten tornillos óseos en el Cabezal Micrométrico de Traslación-Angulación se debe prestar atención a que estos no interfieran con su movimiento rotatorio. Por tanto, es aconsejable insertarlos en las posiciones 1, 2 y 4 del cabezal.

El primer tornillo óseo se inserta a través de una guía de tornillo introducida en el Cabezal Micrométrico de Traslación-Angulación que ha sido previamente colocada en el ángulo deseado. El segundo tornillo se inserta en el cabezal recto.

Cuando se hayan insertado el resto de los tornillos óseos, se realiza una osteotomía a una distancia mínima de 15 mm del tornillo óseo más cercano, pero tan cerca de la bisagra del cabezal como sea posible.

Si el fijador está en el lado cóncavo de la deformidad, cuando se lleve a cabo la corrección se producirá un acortamiento del segmento óseo. En este caso, se puede utilizar inicialmente una unidad de compresión-distracción para distraer la osteotomía.

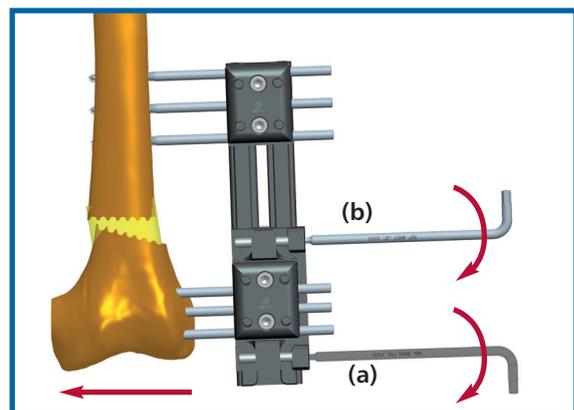
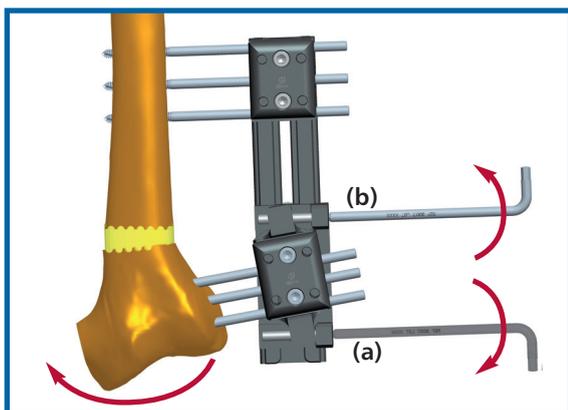
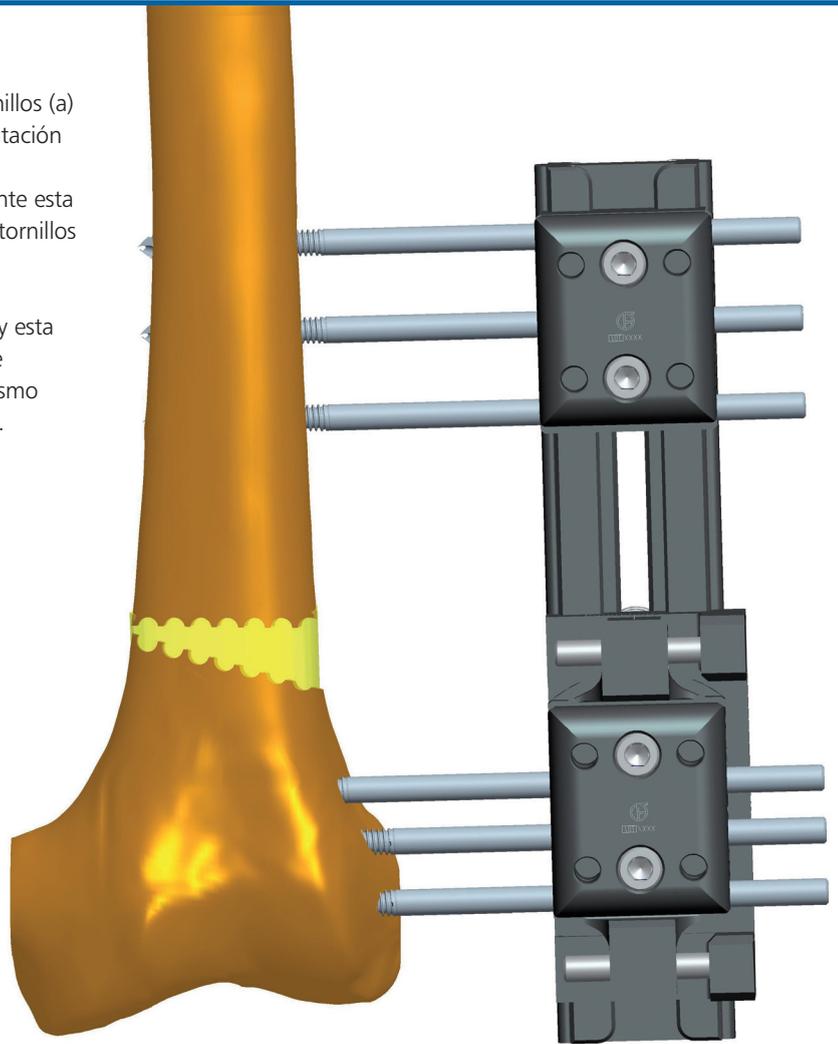
Para evitar atascos potenciales de segmentos óseos y el cese de la corrección angular, debe utilizarse una unidad de compresión-distracción para distraer inicialmente el lugar de la osteotomía. Es importante desbloquear primero el tornillo que está por debajo del raíl en la abrazadera distal. Antes de realizar una corrección angular, la abrazadera distal debe fijarse al raíl y debe retirarse la unidad de compresión-distracción.



La deformidad angular se corrige girando los tornillos (a) y (b) en sentidos opuestos, en función de la orientación de la deformidad

Nota: El peso del miembro deberá sujetarse durante esta maniobra para evitar una excesiva tensión en los tornillos óseos.

La corrección angular podría producir traslación, y esta tendría que ser tratada. La corrección se consigue girando los tornillos de bloqueo (a) y en (b) el mismo sentido, dependiendo del sentido de la traslación.



Uso del Cabezal Multiplanar

Se utilizará en cualquiera de los extremos del raíl del LRS para corregir una deformidad angular o de traslación. El plano y el tamaño de la deformidad habrán sido determinados mediante planificación preoperatoria. Si únicamente existe angulación, la planificación revelará un CORA que coincidirá con el vértice del hueso deformado. Cuando el CORA se encuentre por encima o por debajo del vértice del hueso deformado, coexistirá una deformidad de traslación. La deformidad de traslación, si existe, requerirá una valoración detallada: el tamaño de esta deformidad y su plano determinarán si es adecuado utilizar un sistema de fijación monolateral.

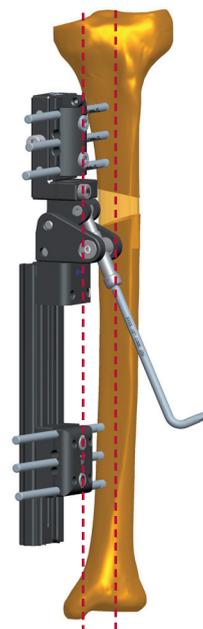
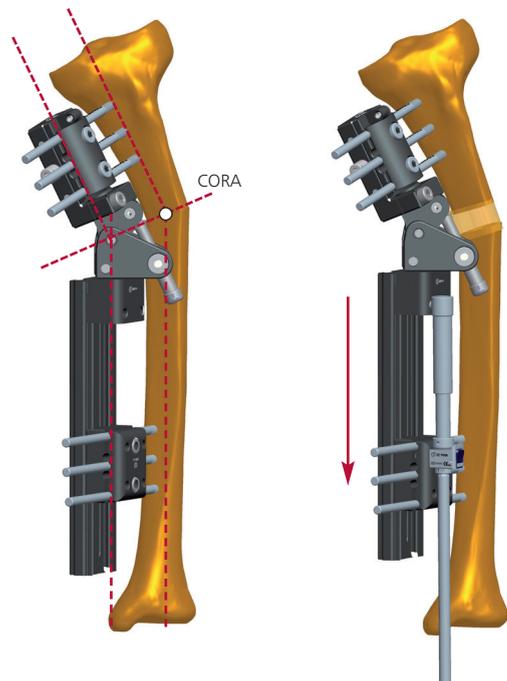
Si el CORA se encuentra al mismo nivel del hueso tanto en la vista anteroposterior como en la axial, entonces las deformidades de traslación y angular se encuentran en el mismo plano. En este caso, la corrección con el Cabezal Multiplanar será directa. Se consigue colocando el centro de rotación (bisagra) del Cabezal Multiplanar al nivel de la bisectriz del CORA, y alineando la bisagra del Cabezal Multiplanar para que actúe en el plano de la deformidad.

El Cabezal Multiplanar del LRS también está indicado para deformidades en las que el plano de la deformidad de traslación -aunque sea diferente al plano de la deformidad angular- coincide con un corredor seguro para la inserción de tornillos óseos. Los tornillos óseos se insertan a través de dicho corredor, alineados con el plano de la deformidad de traslación, y ésta se corrige progresivamente con el Cabezal Multiplanar. La corrección angular se trata de forma independiente alineando la bisagra del cabezal para que actúe en el plano de la deformidad angular.

Si las deformidades de traslación y angular no se encuentran en el mismo plano, y la deformidad de traslación no se encuentra en un plano adecuado para la inserción de tornillos, no se recomienda la corrección con el Cabezal Multiplanar, sino que se debe utilizar un fijador circular.

Para que la Cabezal Multiplanar funcione correctamente, durante la cirugía deben de tenerse en cuenta una serie de requisitos:

- El centro de rotación (bisagra) del Cabezal Multiplanar, debería de colocarse sobre la bisectriz del CORA.
- Los tornillos se insertan a ambos lados del vértice del hueso deformado, en perpendicular al eje anatómico de cada segmento del hueso.
- La osteotomía se realiza en el vértice del hueso deformado.
- Los pasos de la corrección son los descritos en el protocolo anterior, dependiendo de si el eje del Cabezal Multiplanar se encuentra en el lado cóncavo o convexo de la deformidad.



El angulador del Cabezal Multiplanar se coloca en el plano de la deformidad determinado por la planificación pre-operatoria, y se bloquea en esta posición apretando el tornillo A. Este plano se mide en relación al plano de la inserción de tornillos, ya sea el plano sagital o coronal en la tibia, o el plano coronal en el fémur. La bisagra del angulador se angula girando el distractor hasta que refleja el mismo grado de deformidad que presenta el hueso, determinado en la planificación pre-operatoria.

El montaje se mantiene a una distancia adecuada de la piel, y la posición del raíl se ajusta para que el centro de rotación (bisagra) del Cabezal Multiplanar esté situada sobre la bisectriz del CORA.

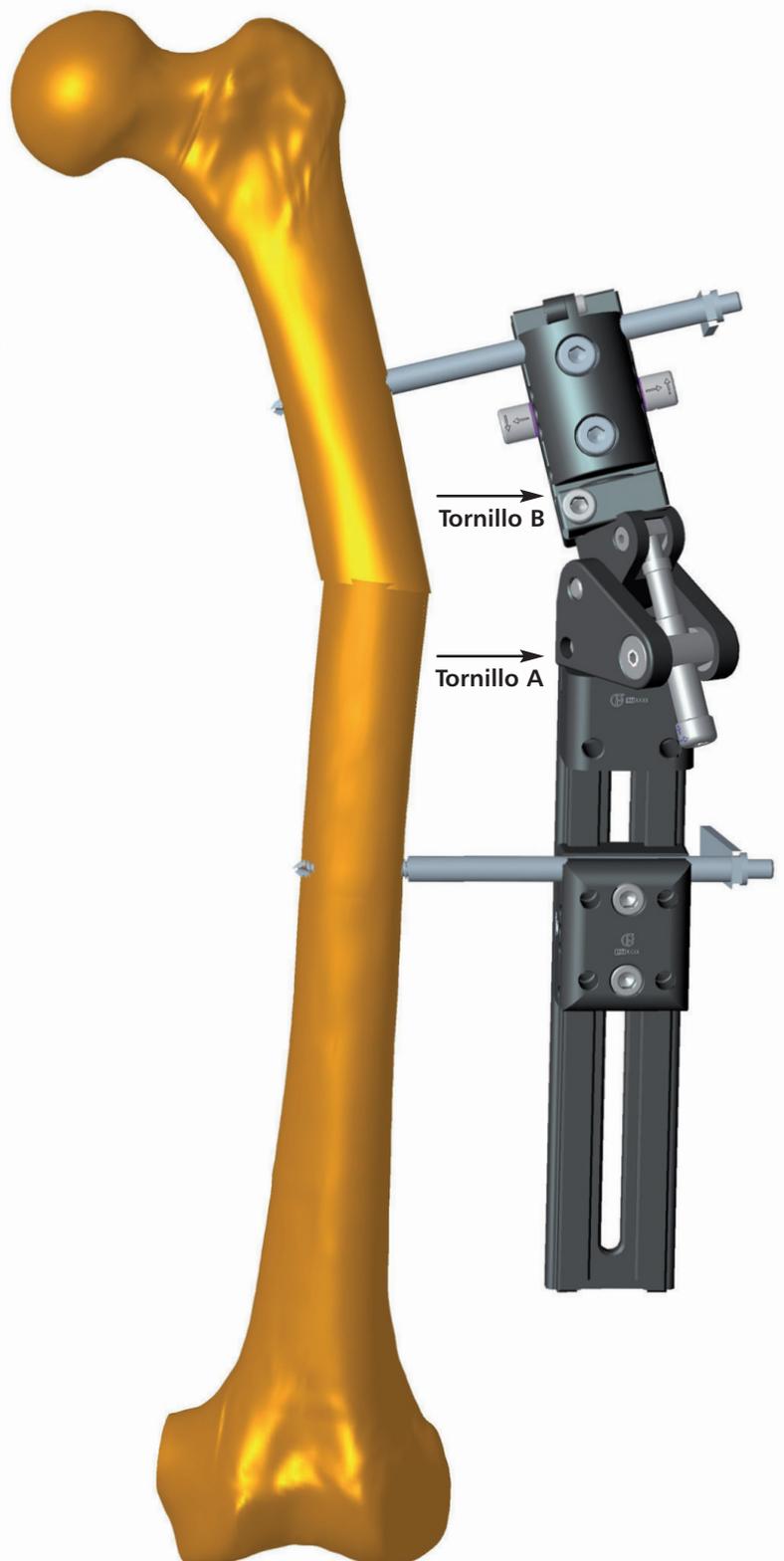
Las posiciones del CORA y de los tornillos óseos se señalan en la piel del paciente con un marcador, teniendo presente el plano correcto para la inserción de tornillo. Si la evaluación pre-operatoria del ángulo y del plano de la deformidad ha sido correctamente realizada, un trocar en cada cabezal debería estar a 90° respecto al eje anatómico de cada segmento óseo. Si no es el caso, deberá volver a evaluarse la situación y se volverá a ajustar el ángulo o el plano del angulador.

El primer tornillo óseo se inserta mediante una guía de tornillo a través del cabezal recto. Éste se coloca sobre el segmento óseo más largo, a un lado del vértice de la deformidad, prestando atención a los corredores de seguridad y empleando el intensificador de imágenes para verificar que el tornillo se encuentra centrado sobre el hueso y perpendicular al eje anatómico de dicho segmento. La distancia entre el raíl y la piel se ajusta a 2-3 cm.

Se insertan una guía de tornillos y un trocar por el Cabezal Multiplanar. Si el montaje del fijador es correcto, el trocar debería apuntar perpendicularmente al segmento óseo. Si no era correcto, deberán realizarse ajustes menores mediante la rotación del cabezal y el ajuste del angulador. Entonces se bloquea el cabezal en la posición deseada apretando el tornillo B. Se inserta un segundo tornillo óseo en el cabezal de la forma habitual, asegurándose de que apunta hacia el centro del hueso.

Antes de insertar este segundo tornillo, asegúrese de que se puede acceder de forma adecuada al hueso con el resto de los tornillos planeados utilizando de forma manual una aguja de Kirschner.

Ahora, todo el montaje debería estar sujeto al miembro por un tornillo óseo a cada lado de la deformidad.

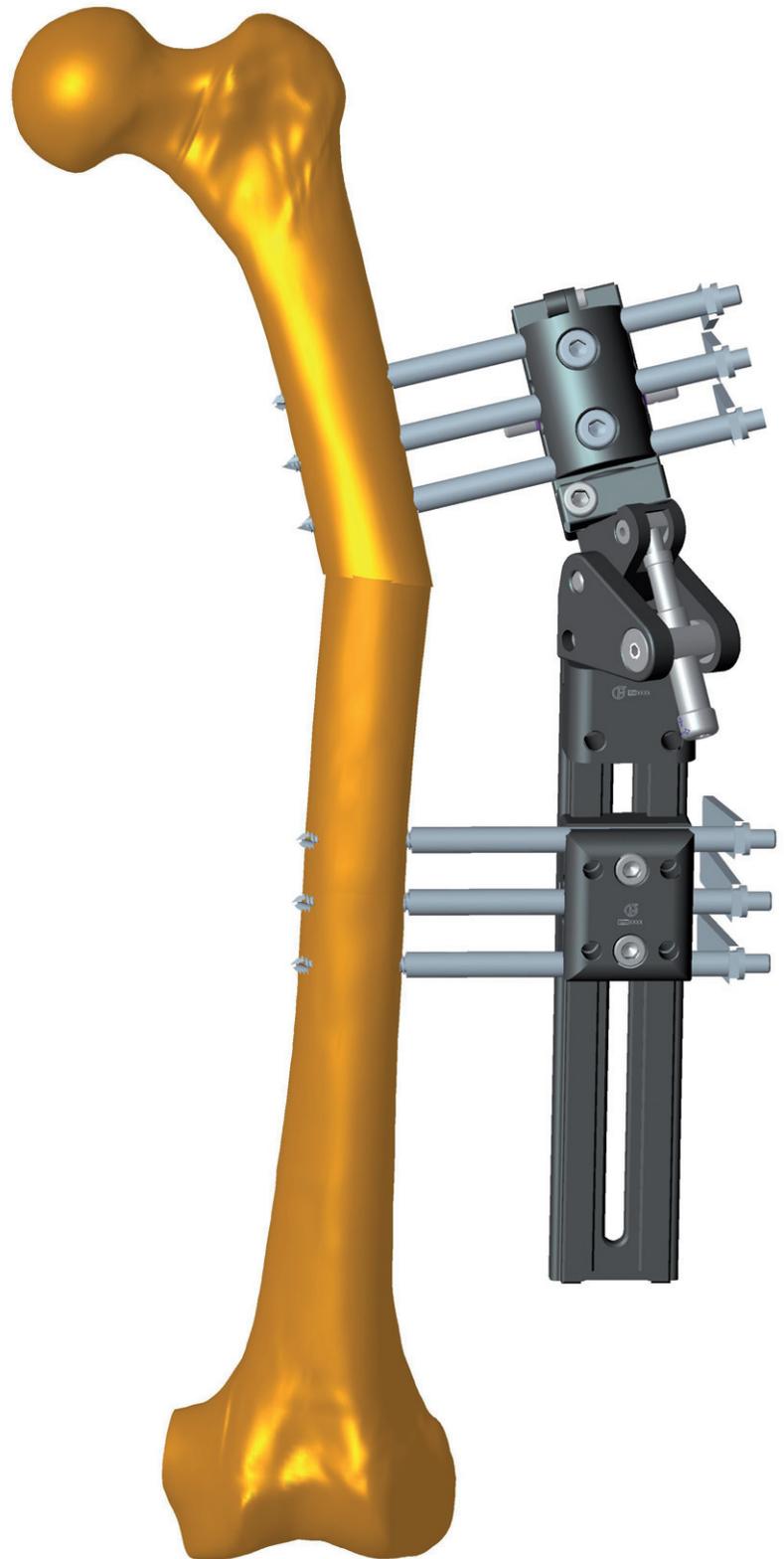
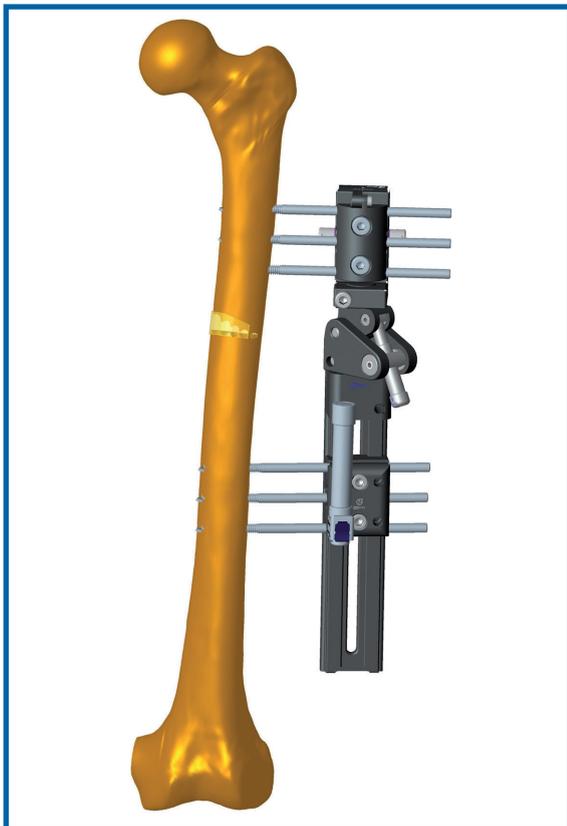


Se inserta el resto de los tornillos óseos de ambos cabezales. En un adulto, es deseable colocar tres tornillos separados a la misma distancia unos de otros en cada cabeza.

Se practica la osteotomía a través del vértice de la deformidad de la forma habitual para la callotasis.

Como el Cabezal Multiplanar permite la corrección angular en un plano diferente al plano de inserción de tornillos (al contrario que el Cabezal Micrométrico Basculante), lo relevante es la posición de la bisagra en relación con la convexidad o concavidad de la deformidad, y no sólo la posición del fijador. Al igual que sucede con el Cabezal Micrométrico Basculante, si la bisagra se encuentra en el lado cóncavo de la deformidad, se debe elongar primero el hueso para evitar el impacto de los extremos de la osteotomía. También es mejor obtener primero la longitud incluso cuando la bisagra está en el lado convexo para evitar una excesiva tensión en los tejidos blandos a la hora de realizar la corrección.

Cuando se haya completado la corrección, el Cabezal Multiplanar debería estar alineado con el raíl del LRS. Como el Cabezal Multiplanar está fijado al extremo del raíl, el regenerado óseo debe dinamizarse aflojando el tornillo de bloqueo del cabezal recto adyacente, protegiéndolo si fuese necesario con un Dyna-Ring.



Empleo del Cabezal T-Garches

El Cabezal T-Garches puede ser empleado para el alargamiento, la corrección de ángulos o una combinación de ambos procedimientos. Esto depende de qué tornillo de seguridad esté suelto y del tipo y posición de la unidad de compresión-distracción.

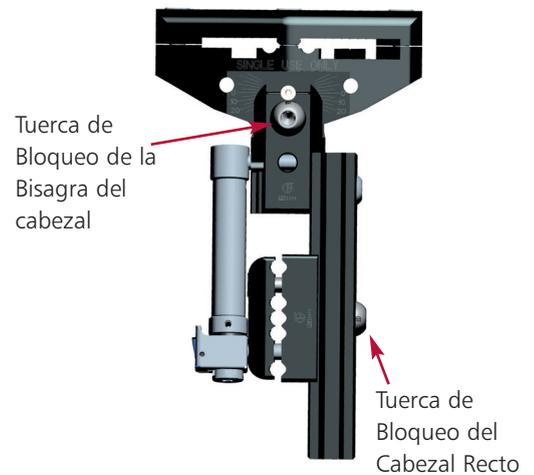
En la figura (a), el fijador está configurado para alargar.

La Unidad de Compresión-distracción Garches se ancla proximalmente a la base del Cabezal T-Garches y distalmente en el cabezal recto. La tuerca de bloqueo de la bisagra del cabezal (situada en el centro de la "T") **está bloqueada**, y la tuerca de bloqueo del cabezal recto (situada en la otra parte del raíl) **está aflojada**. En esa situación, la extensión de la unidad compresión-distracción alarga el hueso sin corregir ningún ángulo.

En la figura (b) el fijador está configurado para la corrección angular. Se emplea la Unidad de Compresión-distracción Garches, situándola proximalmente en la parte anterior del Cabezal T-Garches y distalmente en el Dyna-Ring (53536). La tuerca de bloqueo proximal se asegura con una tuerca de plástico (ver recuadro). La tuerca de bloqueo del cabezal recto está bloqueada y la tuerca de **bloqueo** de la bisagra del cabezal está **aflojada**. La alteración de la longitud de la Unidad de Compresión-distracción Garches ahora angula en varo o en valgo la parte en T del Cabezal T-Garches, sin riesgos de acortar un segmento que haya sido alargado previamente.

Por consiguiente, este cabezal puede ser empleado para la corrección angular cuando se realiza un alargamiento de tibia, o para la corrección planificada de una deformidad en varo o valgo de la tibia proximal. Se emplea a menudo para el realineamiento de la tibia vara cuando se produzca una osteoartritis del compartimiento medial de la rodilla.

Éste cabezal no debería ser usado para corregir las deformidades en procurvatum o recurvatum del fémur.



ALARGAMIENTO
(a)



CORRECCIÓN ANGULAR
(b)

Alargamiento de la tibia: técnica quirúrgica

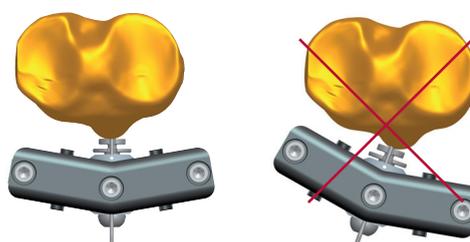
PRIMERA FASE: Fijación y osteotomía de la región distal del peroné

Para fijar el peroné distal a la tibia se introduce un tornillo de manera oblicua cerca del nivel de la sindesmosis del tobillo. Así se evita cualquier desplazamiento del maléolo durante el proceso de alargamiento.

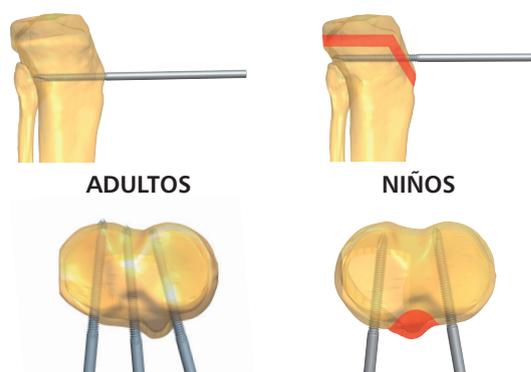


SEGUNDA FASE: Posicionamiento los cabezales

La interlínea articular de la rodilla y la tuberosidad de la tibia deberán de ser localizadas mediante palpación y con el uso del intensificador de imágenes. El cabezal debe situarse a 20 mm de la piel mediante un separador. El Cabezal T-Garches deberá estar colocado en paralelo con la parte superior de la tibia y en el plano coronal ya que de otra manera no será posible la corrección exacta en el plano deseado.

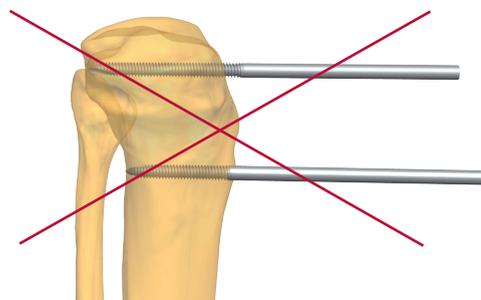


El extremo superior del Cabezal T-Garches deberá colocarse de tal manera que la tuerca de bloqueo de la bisagra del cabezal esté al mismo nivel que el emplazamiento de la osteotomía; es decir, justo debajo de la tuberosidad de la tibia. Cuando el procedimiento se lleve a cabo en niños, el cirujano tiene que tener en cuenta que los tornillos los deberá de colocar por debajo de la fisis.



Se deben de tener en cuenta algunas precauciones para evitar problemas:

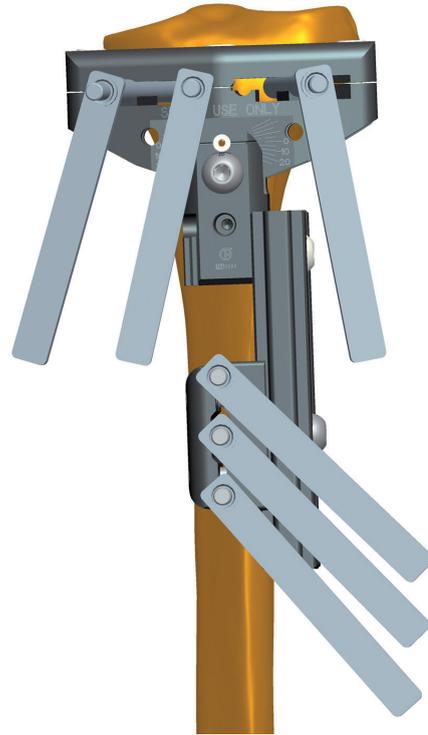
1. Colocar la abrazadera T-Garches demasiado alta incrementa el riesgo de que los tornillos puedan introducirse en la articulación o dañar la placa de crecimiento en niños.
2. Colocarla demasiado baja puede llevar a que la osteotomía se convierta en diafisaria en lugar de metafisaria.



Una vez colocado el Cabezal T-Garches como se describe anteriormente, debería anclarse temporalmente a la tibia por medio de una aguja de Kirschner insertada a través del agujero situado por encima de la tuerca de bloqueo de la bisagra del cabezal. El intensificador de imágenes confirmará la posición correcta.

Este cabezal deberá estar colocado a una distancia de 20 mm del hueso (nunca a más de 30 mm). El uso del separador es necesario para el correcto posicionamiento del mismo.

El raíl se coloca de manera paralela a la diáfisis de la tibia. Como la línea de la articulación de la tibia no es exactamente perpendicular al eje de su diáfisis, habrá que soltar la tuerca de bloqueo de la bisagra del cabezal para permitir un posicionamiento correcto del raíl con respecto a la diáfisis. Verifique que el raíl está a la misma distancia del hueso que el Cabezal T-Garches. Los tornillos del cabezal distal tendrán que colocarse en la superficie anteromedial de la tibia, aproximadamente 1 cm medial con respecto a la cresta tibial. Se puede utilizar una aguja de Kirschner en el cabezal para sujetar esta posición una vez obtenida. Después se apretará la tuerca de bloqueo del cabezal.

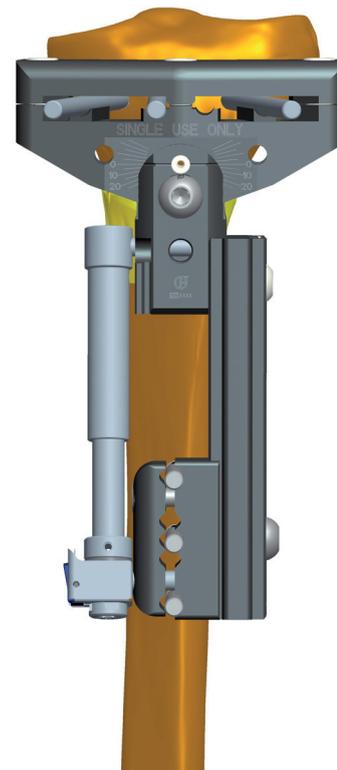


TERCERA FASE: Inserción de los tornillos

Primero se insertarán los tornillos proximales. Se utilizarán siempre tres tornillos para obtener una máxima estabilidad y evitando dañar el paquete neurovascular de la región posterior de la tibia proximal. Los dos tornillos externos deberían de ser introducidos de manera convergente si es posible. La introducción de los tornillos deberá de ser realizada con la ayuda del intensificador de imágenes para asegurar una penetración adecuada del hueso. En los niños no debería de colocarse el tornillo central, ya que podría dañar la placa de crecimiento de la tuberosidad de la tibia. Los tornillos diafisarios se introducirán perpendicularmente al eje anatómico. Se retiran las agujas de Kirschner y las guías de tornillo. Los cabezales se aprietan sobre los tornillos y se fija su movimiento con respecto al raíl.

CUARTA FASE: Osteotomía de la tibia

Se puede realizar de manera percutánea desde las caras anteromedial o anterolateral. Se practica una incisión longitudinal en el periostio por debajo del nivel de la tuberosidad de la tibia y se elevan cuidadosamente sus superficies medial y lateral. Se realiza después la osteotomía al nivel de la tuerca de bloqueo de la bisagra del cabezal, justo por debajo de la inserción tendón rotuliano. Los segmentos óseos se distraerán dos o tres milímetros mediante la unidad de compresión-distracción (una vuelta en el sentido contrario a las agujas del reloj equivale a 1mm distracción) para poder verificar si se ha completado la osteotomía. Se puede sondar el espacio de manera cuidadosa con un instrumento romo, o se puede retirar el fijador y manipular los fragmentos para asegurar una movilidad adecuada antes de volver a aplicar el fijador. Los segmentos óseos vuelven a unirse (una vuelta en el sentido de las agujas del reloj equivale a 1mm compresión). El tuerca de bloqueo de la bisagra del cabezal se aprieta. El cierre se realizará mediante sutura del periostio y de la piel.



Nota: Durante la distracción, se limitará el soporte del peso al 30 %.

Corrección de la Desviación en Varo o en Valgo

Corrección gradual

Una desviación angular (tibia valga, tibia vara) puede ser corregida gradualmente con este módulo.

La técnica de aplicación es esencialmente la misma que la utilizada para el alargamiento de la tibia. El cirujano deberá determinar antes de la operación la distancia L mostrada en la imagen y que se puede calcular dibujando el eje anatómico de la tibia deformada y de la corregida.

Se debe realizar una osteotomía de peroné, así como una osteotomía completa de la tibia justo por debajo de la inserción del tendón rotuliano.

Se coloca la unidad de compresión-distracción tal y como podemos ver en la figura (a).

El tiempo de espera antes de comenzar la distracción es normalmente de diez días para adultos y algo menos en niños y pacientes de rápida osificación.

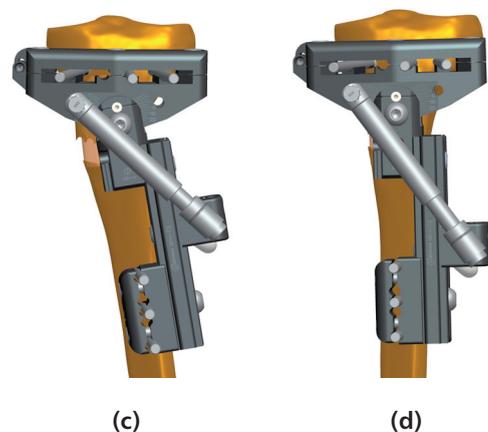
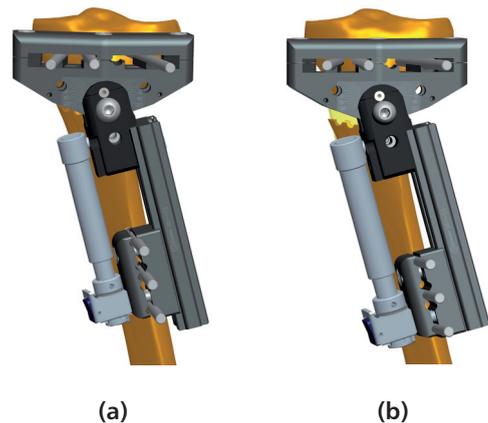
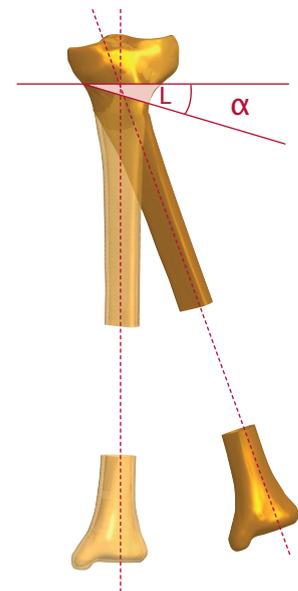
Con la tuerca de bloqueo de la bisagra del cabezal bloqueada y deslizamiento del cabezal recto aflojado, el emplazamiento de la osteotomía se distraerá de forma gradual (b) según los principios de callotasis en una cantidad igual a la distancia L (ver figura de arriba).

Una vez que se ha llevado a cabo la distracción inicial, se bloquea el deslizamiento del cabezal recto y se coloca la Unidad de Compresión-Distracción Garches como en la figura (c). Entonces se desbloquea la tuerca de bloqueo de la bisagra del cabezal y la compresión se lleva a cabo a un ritmo de un cuarto de vuelta cuatro veces al día.

Una vez que la Unidad de Compresión-Distracción Garches haya cerrado de nuevo de la distancia L, la deformidad angular debería corregirse (d).

Alcanzada la corrección, se aprieta la tuerca de bloqueo de la bisagra del cabezal.

Se recomienda una limitación del soporte el peso a un 30% del peso corporal durante el periodo de alargamiento y de corrección.



Uso de la Bisagra para Aro

La Bisagra para Aro se sujeta a un extremo del raíl y permite unir un aro a éste. **Este cabezal no fue diseñado para procedimientos de alargamientos y nunca deberá someterse a las fuerzas que genera ese tipo de procedimiento.** Puede emplearse para correcciones angulares uniplanares graduales o en agudo, pero únicamente si se aplican un mínimo de 3 tornillos independientes en el aro para garantizar la estabilidad rotacional, con dos tornillos introducidos en la parte superior y uno en la parte inferior del aro. Los dos tornillos exteriores deberán ser introducidos a un ángulo cercano a los 90°, pero sin superarlos.

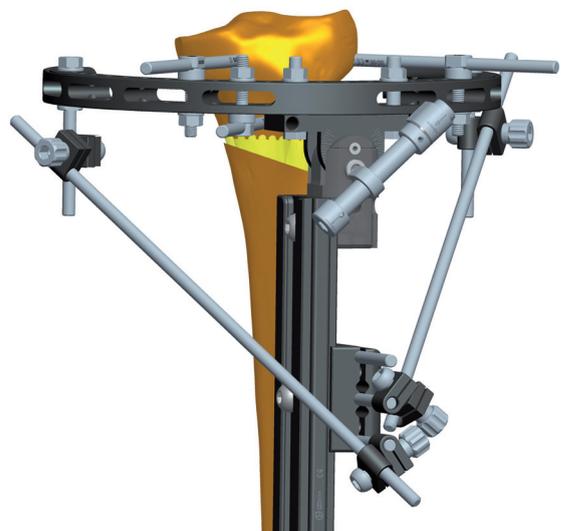
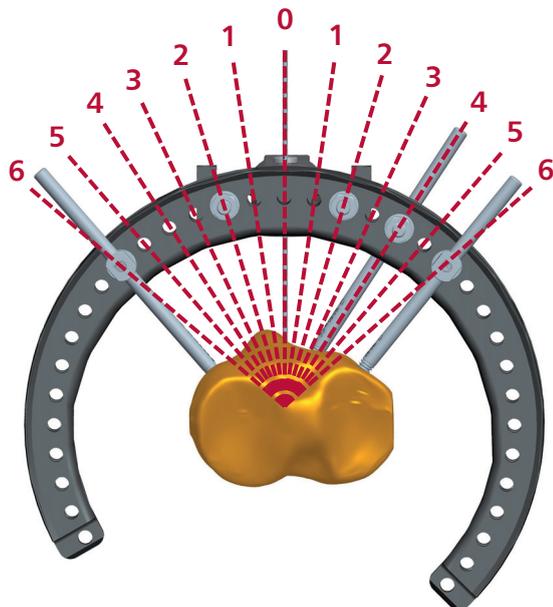
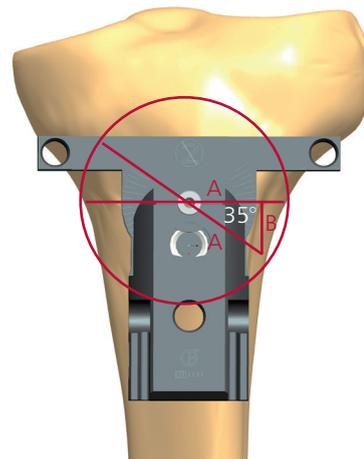
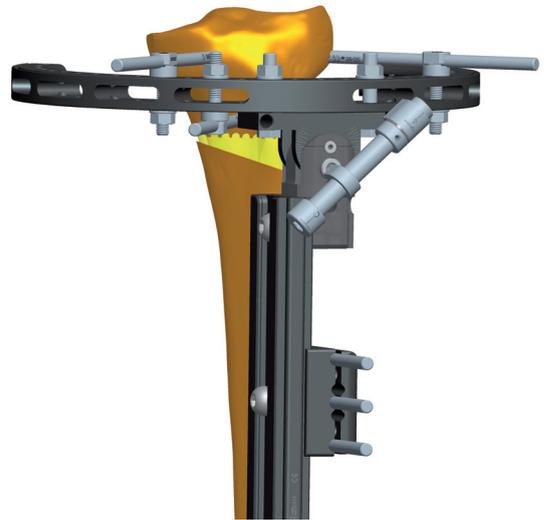
El montaje se coloca normalmente de manera anterior en la tibia para ajustar una alineación varo/valgo, pero esto se puede cambiar para permitir una corrección en un plano oblicuo si es el caso.

Si el centro de rotación de la Bisagra para Aro se sitúa sobre la bisectriz del CORA, no se producirá ningún desplazamiento durante la corrección.

La osteotomía se realiza al nivel de la bisagra.

La angulación máxima permitida por la bisagra es de 35°. **Habrà que distraer la osteotomía antes de realizar una corrección angular.** Se podrán añadir barras al completarse la corrección angular gradual para permitir un soporte del peso. (ver imagen A)

La Bisagra para Aro puede ser utilizada con un mínimo de tres agujas de Kirshner -con un ángulo mínimo de 60°-, siempre que se añadan barras de refuerzo al marco después de la corrección.



Uso de las Plantillas de Corrección Aguda

Corrección aguda

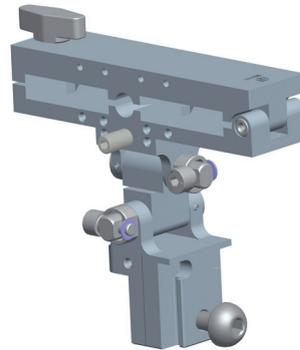
Las Plantillas de Corrección Angular en Agudo permiten la colocación de dos conjuntos de tornillos óseos, cada uno de ellos en perpendicular al eje anatómico de los segmentos óseos proximal y distal con respecto al vértice de una deformidad. Las plantillas no deben de ser empleadas para manipular una corrección en agudo, sino que sirven para permitir una colocación precisa de los tornillos si se usan de modo combinado con un raíl LRS. Si los tornillos óseos se sitúan de manera correcta utilizando estas plantillas, al realizar la osteotomía y recolocar los tornillos en unos Cabezas Rectos la corrección se completaría de modo preciso.

Estas plantillas se podrán utilizar para corregir una deformidad angular, rotacional, o una combinación de ambas. Se podrán utilizar para la corrección angular en el plano sagital, coronal, u oblicuo, así como para la rotación. El hecho de que una deformación pueda corregirse de manera segura depende del emplazamiento de la osteotomía y del efecto de la corrección en agudo de las estructuras de riesgo (normalmente nervios) y de la tensión de las partes blandas.

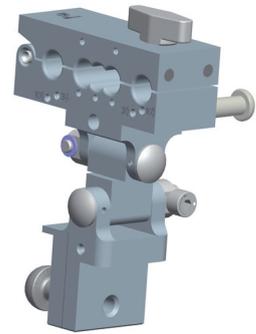
Principios generales

Estas plantillas están diseñadas para poder colocar tornillos de manera exacta en cada segmento óseo a cada lado del vértice de una deformidad. Los tornillos óseos serán introducidos de modo perpendicular a los ejes anatómicos de los segmentos de hueso relevantes. Se llevará a acabo una osteotomía en el vértice de la deformidad. A continuación, se retiran las plantillas y se manipula el miembro para que los dos conjuntos de tornillos óseos puedan situarse en los Cabezas Rectos estándares del LRS. Esto produce la corrección requerida.

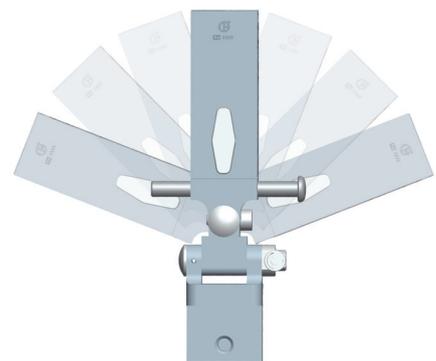
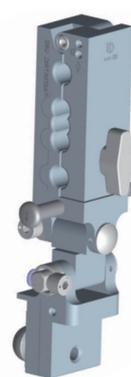
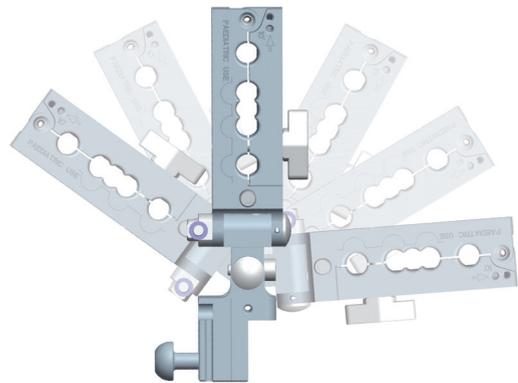
La planificación pre-operatoria determinará si la deformidad puede ser resuelta a través de una corrección en un único emplazamiento (monofocal) o en dos (bifocal). Además, cada lugar de osteotomía puede clasificarse como simple (si únicamente se corrige un parámetro como por ejemplo la rotación) o compleja (si se corrigen varios parámetros –rotación y angulación, por ejemplo-). En una deformidad monofocal compleja, tanto la angulación como la rotación podrán ser corregidas de manera simultanea; la longitud puede ser restablecida de manera gradual de acuerdo con los principios de alargamiento mediante callotasis.



Plantilla de Corrección Aguda para T-Garches (14332)



Plantilla de Corrección Aguda para Cabezal en T (14332)



Plantilla de Corrección Aguda para Cabezal Recto (14333)

Precauciones ante las correcciones en agudo

Como norma general es posible realizar correcciones agudas en el fémur, pero hay que tener precaución con las deformidades tibiales y, especialmente, en la tibia proximal. Para las deformidades femorales de gran entidad y para las deformidades de la tibia proximal, es preferible corregirlas de modo gradual. Es importante tener en cuenta las partes blandas, especialmente el nervio peroneal común en la tibia proximal, que puede requerir su exploración y liberación. Las correcciones en tibia distal tienen menos probabilidades de causar problemas, pero habrá que asegurarse de no elongar el nervio posterior de la tibia. En estas situaciones, resultará más seguro una corrección gradual con un fijador circular o monolateral. Aunque todas estas limitaciones tienen menor importancia en el fémur, cualquier cambio repentino de forma del fémur distal puede crear un efecto indeseado en el recorrido de la patela. Para prevenir esto, resulta más seguro realizar las correcciones rotacionales en el fémur proximal. En cambio, si existe un problema de recorrido patelar debido a una deformidad femoral, será mejor realizar una corrección a nivel distal para volver a alinear el mecanismo de la patela al mismo tiempo. Para obtener resultados óptimos, es necesaria una planificación preoperatoria cuidadosa.

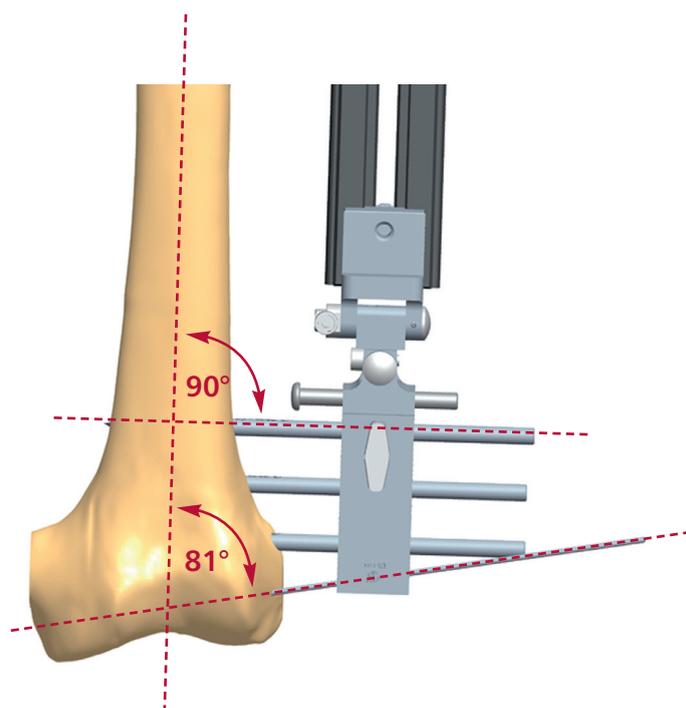
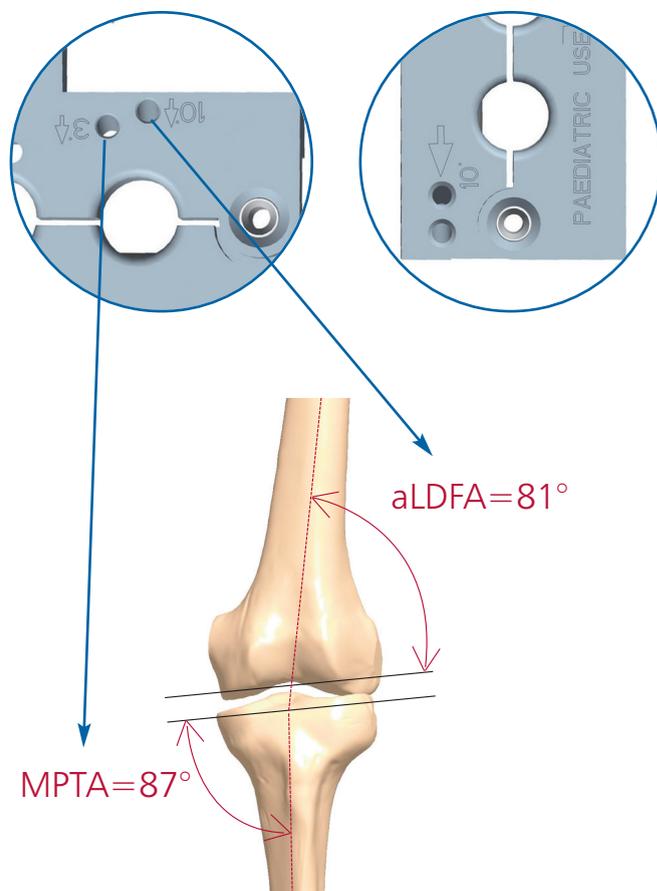
Plantillas de Corrección Angular

Las deformidades en los planos frontal y sagital se miden sobre radiografías mediante un goniómetro. Se ensambla un raíl LRS con una Plantilla de Corrección Angular. Se sueltan los tornillos de las dos bisagras de la Plantilla de Corrección Angular, y la ésta se ajusta en cada plano para ajustarse a las deformidades medidas en las radiografías anteroposterior y axial. Después, se aprietan los tornillos de las bisagras. El montaje está ahora alineado de tal modo que refleja la deformidad del hueso. Estas plantillas pueden utilizarse con un Cabezal Recto montado en el raíl o con la Plantilla de Corrección Rotacional, si hay alguna deformidad rotacional asociada.

En la Plantilla de Corrección Angular hay dos agujeros marcados a 3° y 10° respectivamente. Si se coloca una aguja de Kirschner de manera que quede paralela a la superficie articular y se desliza la plantilla sobre dicha aguja a través del agujero apropiado (3° en la tibia y 10° en el fémur), los tornillos óseos se posicionarán automáticamente en los ángulos adecuados con respecto al eje anatómico.

En la Plantilla de Corrección Aguda para Cabezal Recto solo estará presente el agujero de 10°.

Nota: Los cabezales están diseñados tanto para miembros del lado derecho como izquierdo. Al insertar la aguja de Kirschner, asegúrese de utilizar el agujero señalado por una flecha que está frente al cirujano. El agujero 3° fue diseñado teniendo en cuenta que la línea articular tibial se sitúa 3° desplazado de la perpendicular con respecto al eje anatómico tibial. El agujero 10° fue diseñado teniendo presente que la línea de articulación del fémur distal se sitúa aproximadamente 10° desplazado de la perpendicular con respecto al eje anatómico femoral.

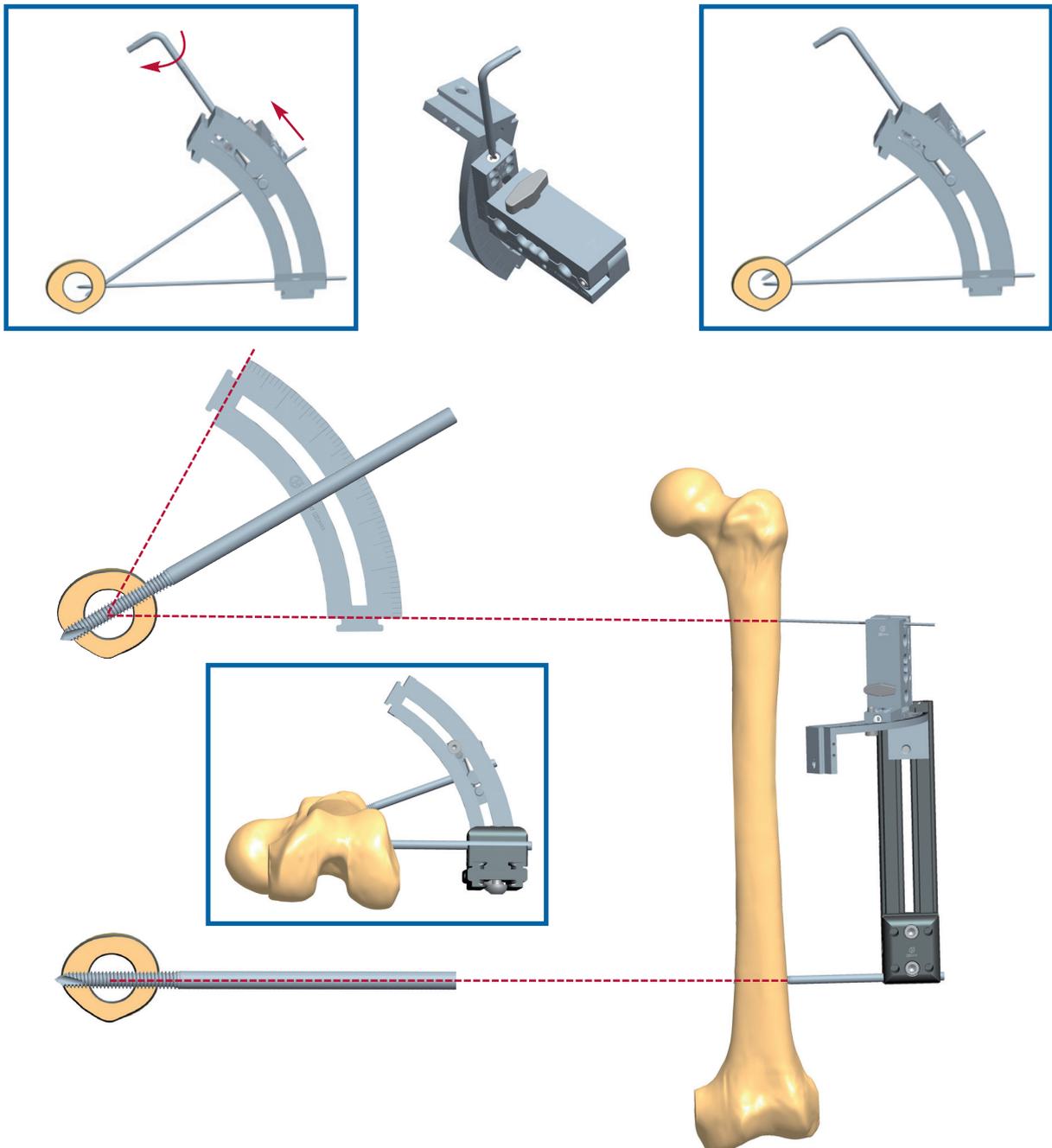


Plantillas de Corrección Rotacional Aguda

Una deformidad rotacional puede ser corregida mediante la inserción de dos grupos de tornillos óseos en un ángulo definido entre ambos grupos en el plano transversal. Las Plantillas de Corrección Rotacional Aguda permiten al cirujano colocar los grupos de tornillos óseos en un ángulo preciso para permitir una corrección exacta de esta deformidad. Después de haber realizado una osteotomía entre los pares de tornillos, se pueden juntar en el mismo plano y sujetarlos en Cabezales Rectos del LRS hasta la consolidación. Esto puede realizarse como procedimiento aislado o se puede combinar con una Plantilla de Corrección Angular para la corrección de deformidades angulares y rotacionales combinadas. También es posible, si es necesario, combinar esta corrección aguda con un alargamiento gradual

posterior.

La deformidad puede ser evaluada clínicamente utilizando el método del perfil rotacional en decúbito prono o se puede medir mediante un escáner. Los tornillos deben de ser introducidos de manera precisa, pasando por el centro del hueso en cada nivel. Para conseguir esto, el raíl LRS tiene que estar a una distancia del centro del hueso igual al radio del arco elegido. Si la distancia entre el raíl y el hueso no es la misma al radio del arco seleccionado pueden surgir desplazamientos entre los dos segmentos óseos después de la corrección. Para evitar esto, el montaje puede ser desplazado al girar el tornillo. Esto permite un posicionamiento adecuado de los tornillos óseos en el centro del hueso.

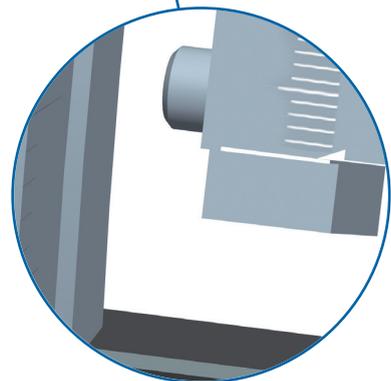
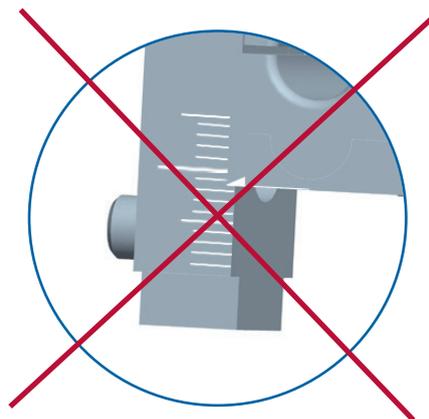
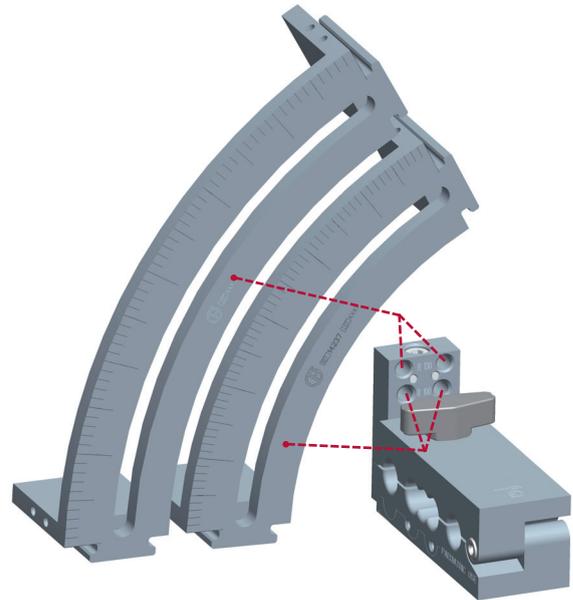


Montaje de las Plantillas de Corrección Rotacional Aguda

El arco acoplarse al raíl y deslizar sobre el mismo hasta cualquier posición, pero debe de estar colocado con la curva del arco mirando hacia el paciente. Es importante que la plantilla esté sujeta al arco correctamente. Observe que la plantilla tiene cuatro orificios roscados en la extremidad mas grande. Estos están divididos en dos grupos para permitir una sujeción por la izquierda o por la derecha de los dos tamaños de arcos disponibles. La plantilla se monta de la siguiente manera:

1. Se elige el tamaño adecuado de arco, midiendo la distancia entre el centro del hueso y la posición del cabezal fuera de la superficie de la piel utilizando una aguja de Kirschner de modo percutáneo. Si sitúa la aguja en contacto con la cortical del hueso, acuérdesese de añadir el radio del hueso a ese nivel, lo que se puede estimar con el intensificador de imágenes. El arco adecuado se sujeta al raíl con la curva sobre el miembro del paciente. Se coloca la plantilla en el raíl con la clavija dentro de la ranura del arco. Antes de insertar el cabezal en el arco, asegúrese de que la flecha está alineada con la marca de la base.
2. El tornillo de bloqueo se inserta y se aprieta dentro del agujero correspondiente etiquetado con el radio correcto para el arco que se utiliza. Asegúrese de que la plantilla esté colocada de manera plana en el raíl cuando se apriete este tornillo.
3. Se suelta el tornillo de bloqueo lo suficiente como para poder rotar la plantilla del cabezal alrededor del arco hasta alcanzar la posición correcta para insertar el tornillo. La base de la parte principal del cuerpo del cabezal deberá estar situada en la parte opuesta a la marca del ángulo elegido, en este ejemplo 25°.

Nota: Si la plantilla se fija en el arco en el agujero incorrecto, ésta se torcerá con respecto al raíl cuando está en la posición cero y no se podrán insertar unos tornillos correctos sin retirar la plantilla del raíl.



Ejemplo de aplicación del uso de las plantillas de angulación y de rotación

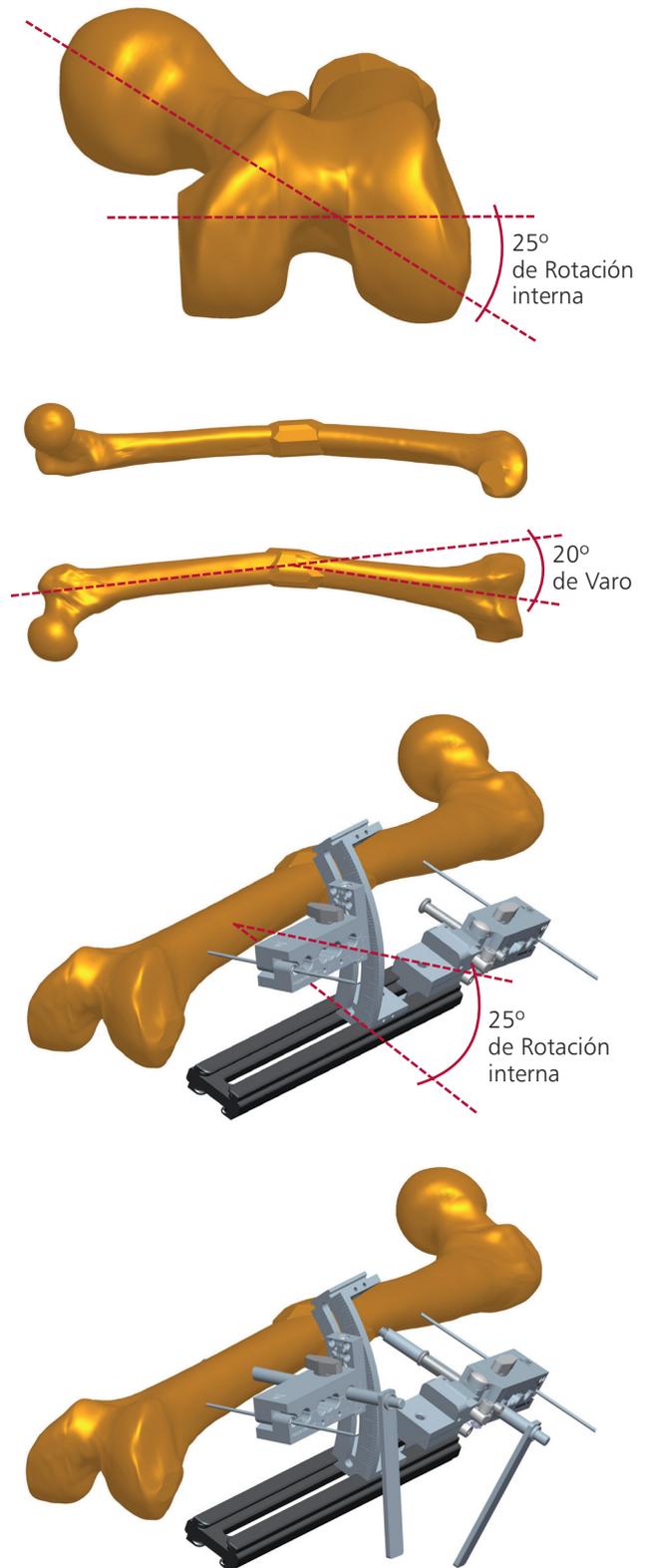
En el ejemplo aquí mostrado, un varo de 20° y una rotación interna de 25° en la diáfisis femoral izquierda se corregirá de manera aguda utilizando las plantillas de angulación y de rotación.

Sin embargo, si se tratase de una deformidad angular o rotacional aislada, las plantillas podrían ser empleadas de modo independiente con la técnica descrita más abajo y siendo combinadas con un Cabezal Recto estándar en el raíl.

Las deformidades en los planos frontal y sagital se miden sobre radiografías mediante un goniómetro. La rotación se evalúa clínicamente y, cuando es necesario, a través de un escáner. En este caso la Plantillas de Corrección Angular proximal ha sido ajustada para reflejar la deformidad en varo se han apretado los tornillos de la bisagra. La plantilla del cabezal distal está montada en un arco apropiado para reflejar la deformidad rotacional.

Se marca sobre la piel el nivel del vértice de la deformidad y los emplazamientos para insertar los tornillos óseos. La bisagra de la plantilla de angulación deberá estar situada sobre la bisectriz del CORA y la posición del arco en el raíl se ajusta para asegurarse de que hay una distancia adecuada entre el vértice de la deformidad y los dos cabezales. Se podrá utilizar una aguja de Kirschner para para sujetar provisionalmente cada plantilla al fémur y permitir que se puedan realizar verificaciones antes de insertar los tornillos. Se emplea un trocar recto junto con un guía de tornillo, para confirmar que cada grupo de tornillos óseos está colocado de manera perpendicular a los ejes anatómicos de los segmentos óseos correspondientes. Se inserta un tornillo óseo en perpendicular al eje anatómico del segmento proximal femoral, proximal al vértice. El raíl se sostiene a 3-4 cm de la piel y se bajan los tornillos espaciadores de ambas plantillas hasta que toquen la piel. La distancia entre el raíl y el centro del hueso ya se ha verificado, para asegurarse de que su radio corresponde al radio del arco.

Los tornillos se colocan de tal manera que, tras la osteotomía, la manipulación de los tornillos hasta situarlos en dos Cabezales Rectos de un raíl LRS producirá la corrección de la deformidad en cuestión.



Ahora se inserta un trocar a través de una guía de tornillo montada en la plantilla del arco en el segmento distal de la deformidad.

Si la plantilla se ha montado correctamente, el trocar apuntará hacia el centro del hueso de manera perpendicular al eje del fémur distal. Si no está situado a 90° con respecto al eje del segmento distal o si no señala hacia el centro del hueso, entonces habrá que verificar los ajustes de la plantilla de angulación y la distancia del raíl al hueso.

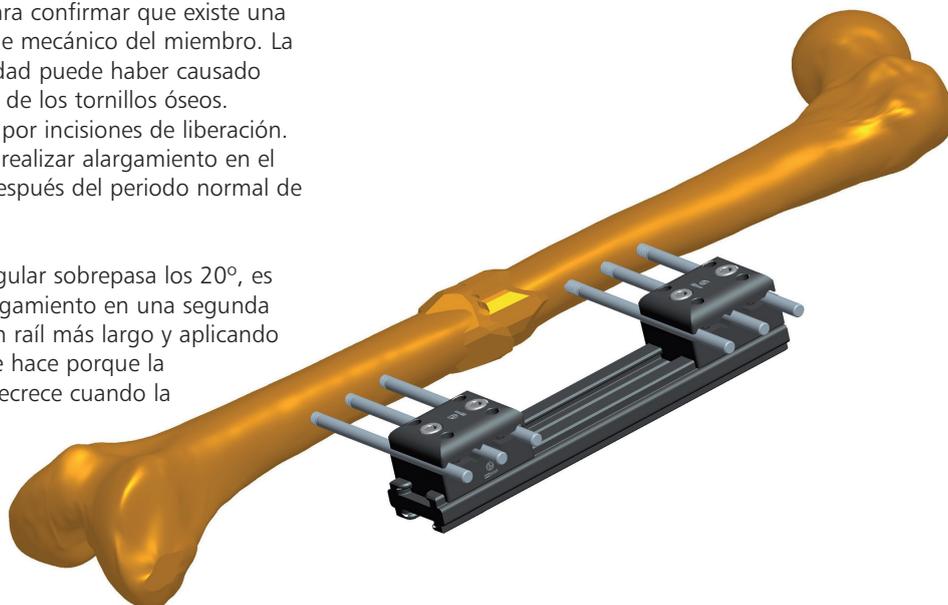
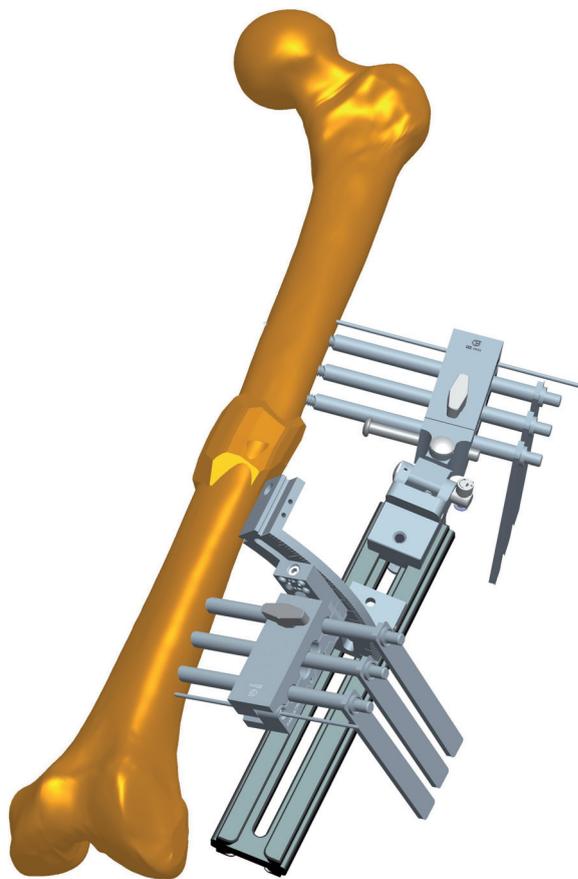
Hay que tener en cuenta que si la distancia entre el raíl y el hueso ha cambiado o no es correcta, el segundo tornillo no pasará por el centro del hueso.

Si se inserta el tornillo de manera excéntrica, al aplicar el fijador definitivo se producirá una traslación del hueso y éste podría debilitarse, por lo que la colocación de tornillos óseos será esencial. Los tornillos espaciadores se ajustarán de manera que sus extremos redondeados estén en contacto con la piel y mantengan una distancia correcta entre la piel y el fijador.

Una vez que el trocar esté colocado en la posición correcta y se compruebe que hay hueso bajo todos los agujeros del cabezal, se insertará el segundo tornillo.

Con el raíl y las plantillas sujetas al miembro, se insertarán los tornillos restantes en las plantillas. La osteotomía se realiza ahora en el vértice de la deformidad. Se retiran las plantillas y se manipulan los fragmentos para corregir la deformidad. Ahora los tornillos óseos deberían estar en paralelo. Se vuelve a colocar el raíl LRS con Cabezales Rectos estándar y de modo que todo el raíl se encuentre a la misma distancia de la piel. Con el intensificador de imágenes se verifica que no haya distracción o distracción en la osteotomía, y bloquean los cabezales cuando haya una alineación satisfactoria. Al final del procedimiento se puede colocar un tubo sobre el miembro entre el centro de la cabeza femoral y el centro de la articulación del tobillo para confirmar que existe una buena restauración del eje mecánico del miembro. La corrección de la deformidad puede haber causado tensiones en la piel cerca de los tornillos óseos. Esto podrá ser corregido por incisiones de liberación. Si es necesario, se podrá realizar alargamiento en el lugar de la osteotomía después del periodo normal de latencia.

Nota: Si la corrección angular sobrepasa los 20° , es preferible realizar un alargamiento en una segunda osteotomía, utilizando un raíl más largo y aplicando un tercer cabezal. Esto se hace porque la calidad del regenerado decrece cuando la corrección en agudo se incrementa.



REFERENCES

Callotasis

1. Aldegheri R., De Bastiani G., Renzi Brivio L. Allungamento diafisario dell'arte inferiore (studio di 78 casi). *Chir Organi Mov* 1985; 70: 111-19
2. Aldegheri R, Trivella G, Renzi Brivio L, Tessari G, Agostini S, Lavini F. Lengthening of the Lower Limbs in Achondroplastic Patients: a comparative study of four techniques. *J Bone Joint Surg [Br]* 1988; 70-B (1): 69-73.
3. Aldegheri R., Renzi Brivio L., Agostini S. The Callotasis method of Limb Lengthening. *Clin Orthop.* 1989; 241: 137-145.
4. Aldegheri, R.: Allongement chirurgical dans l'achondroplasie. *Rev. Chir. Orthop.*, 1991; 77 (Supp 1): 70-71,
5. Aldegheri, R., and Agostini, S.: A chart of anthropometric values. *J. Bone and Joint Surg [Br]*. 1993; 75-B (1): 86-88.
6. Aldegheri, R.: Femoral callotasis. *J. Pediat. Orthop.*, 1997; 6-B: 42-47
7. Aldegheri R. Distraction Osteogenesis for Lengthening of the Tibia in Patients Who Have Limb-Length Discrepancy or Short Stature. *J Bone Joint Surg (Am)* 1999; 81-A (5): 624-34,.
8. Bhave A, Paley D, Herzenberg JE. Improvement in gait parameters after lengthening for the treatment of limb-length discrepancy. *J Bone Joint Surg [Am]*. 1999; 81-A (4): 529-34.
9. Busetto R., De Bastiani G., Giannoccaro A., Boccanera L., Renzi Brivio L., Lavini F. Studio morfologico del callo osseo durante osteogenesi riparativa in corso di distrazione con fissatore esterno assiale (F.E.A.) nella pecora. Comunicazione alla Società Italiana delle Scienze Veterinarie, 1988.
10. De Bastiani G., Aldegheri R., Renzi Brivio L., Trivella G. Limb Lengthening by Callus Distraction: Callotasis. *J. Paediatr. Orthop.* 1987; 7 (2): 129-134.
11. Giebel G. In *Callus Distraction: Clinical Applications*. 1992. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
12. Gonzalez FL, Arevallo RL, Coretti SM, Labajos VU, Rufino BD. Pulsed Electromagnetic Stimulation of Regenerate Bone in Lengthening Procedures. *Acta Orthop Belg* 2005; 71: 571 - 6
13. Hatzokos I, Drakou A, Christodoulou A, Terzidis I, Pournaras J. Inferior Subluxation of the Fibular Head Following Tibial Lengthening with a Unilateral External Fixator *J Bone Joint Surg* 2004; 86-A (7):1491 – 6
14. Inoue N, Ohnishi I, Chen D, Deitz LW, Schwardt JD, Chao EYS. Effect of pulsed electromagnetic fields (PEMF) on late-phase osteotomy gap healing in a canine tibial model. *J Orthop Res* 2002, 20: 1106–1114
15. Kojimoto H., Yasui N., Goto T., Matsuda S., Shimomura Y. Bone lengthening in rabbits by callus distraction. *J. Bone Joint Surg.* 1988 ; 70-B: 543-549.
16. Kojimoto H., Yasui N., Sasaki K., Shimizu H., Shimomura Y. Blood supply after transverse osteotomy in experimental bone lengthening by callus distraction. From: 13th International Conference on Hoffman External Fixation - May 1989.
17. Pouliquen J. C., L'Anglais J., Ceolin J.L., Pauthier F. The use of the Dyna-ring in lengthenings of the lower limb. Presented at the second Riva Congress on Current Perspectives in External and Intramedullary Fixation, Riva del Garda, Italy, 27-31 May 1992.
18. Saleh M., Burton M. Leg Lengthening: Patient Selection and Management in Achondroplasia. *Orthopaedic Clinics of North America*, (1991), 22:589-599.
19. Saleh M., Flowers M.J. Bifocal Comment article "Limb Lengthening". *Current Medical Literature. Orthopaedics*, (1994), 7 (3): 71-73.
20. Saleh M., Hamer A. Bifocal lengthening - preliminary results. *J. Paed. Orthop.* 1993; 2-B: 42-48.
21. Trivella G and Aldegheri R. Surgical Correction of Short Stature. *Acta Paed Scand [Supp]* 1988; 347: 141 - 6
22. Trivella G, Brigadoi F, Aldegheri R. Leg Lengthening In Turner Dwarfism. *J Bone Joint Surg [Br]* 1996;78-B (2): 290-3.
23. Williams P, Kyberd P, Simpson H, Kenwright J, Goldspink G. The morphological basis of increased stiffness of rabbit tibialis anterior muscles during surgical limb-lengthening *J. Anat.* (1998) 193, 131-138
24. Yasui N, Kawabata H, Nakanishi H. Bilateral and Bifocal Lengthening in the Tibia and the Femur using a Segmental Slide Lengthener. *Int J Orthop Tr* 1993; 3 (3): 87-88

Limb reconstruction

25. Biermann J.S., Marsh J.L., Nepola J.V., Lavini F., Renzi Brivio L. Unilateral Bone Transport System for Segmental Deficiency of Bone. Presented at the American Academy of Orthopaedic Surgeons, Anaheim, California 7-12 March 1991.
26. Bohler L. The Treatment of Pseudoarthrosis. In: *The Treatment of Fractures*. Vienna, Wilhelm Maudrich, 1929, 23-28.
27. Charnley G., Baker S.L. Compression Arthrodesis of the knee. A clinical and histological study. *J. Bone Joint Surg.* (1952), 34-B: 187-199.
28. Colchero R.F., Orst G., Vidal J. La scarification, son intérêt dans le traitement de l'infection ostéo-articulaire chronique fistulisée à pyogènes. *Int. Orthop*, 1982, 6 (4): 263-271.
29. Donnan LT, Saleh M. Monolateral external fixation in paediatric limb reconstruction. *Current Orthopaedics*, (1998), 12: 159-166.
30. Donnan LT, Saleh M, Rigby AS. Acute correction of lower limb deformity and simultaneous lengthening with a monolateral fixator. *J Bone Joint Surg*, 2003; 85-B (2): 254-60.
31. Giannikas AK, Maganaris CN, Karski MT, Twigg P, Wilkes RA, Buckley JG. Functional Outcome Following Bone Transport Reconstruction of Distal Tibial Defects *J Bone Joint Surg* 2005; 87-A (1): 145 - 52
32. Giebel G. Resektions - Débridement mit kompensatorischer Kallusdistraction. *Unfallchirurg.*, (1991), 94: 401-408
33. Giotakis N, Narayan B, Nayagam S. Distraction osteogenesis and nonunion of the docking site: is there an ideal treatment option? *Injury* 2007; (38) Supp 1: S100—S107
34. Glowacki J., Mulliken J.B. Demineralised bone implants. *Clin. Plast. Surg.*, (1985), 12: 233.
35. Hashmi MA, Ali A, Saleh M. Management of non-unions with mono-lateral external fixation. *Injury* 2001;32: SD30–34
36. Lavini F, Renzi Brivio L, Pizzoli A, Giotakis N, Bartolozzi P. Treatment of non-union of the humerus using the Orthofix external fixator. *Injury* 2001;32: SD35–40
37. Judet R., Patel A. Muscle pedicle bone grafting of long bones by osteoperiosteal decortication. *Int. Orthop.*, (1972), 87: 74-80.

38. Kreibich D.N., Wells J., Scott I.R., Saleh M. Nonunion Donor site morbidity at the iliac crest: comparison of percutaneous and open methods. *J. Bone Joint Surg.*, (1994), 76-B: 847-848.
39. Marsh DR, Shah S, Elliott J, Kurdy N. The Ilizarov method in nonunion, malunion and infection of fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1997; 79-B: 273-9.
40. Paley D, Catagni MA, Argnani F, Villa A, Benedetti GB, Cattaneo R. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. *Clin Orthop* 1989; 241: 146-65.
41. Paley D, Herzenberg J E, Tetsworth K, McKie J, Bhava A. Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies. *Orthop Clin N Am* 1994; 25(3):425-65,
42. Ribbans W.J., Stubbs D.A., Saleh M. Non-union surgery. Part II. The Sheffield experience – one hundred consecutive cases. Results and lessons. *Int J Orthop Tr*, (1992), 2: 19-24.
43. Saleh M. External fixation of long bone fractures in children. British Orthopaedic Association Autumn Meeting, Cambridge, 25-27 September 1991 (Abstract in the *J. Bone Joint Surg.*, (1992), 74-B Orthopaedic Proceedings Supplement 2, page 152).
44. Saleh M. Non-union Surgery. Part I. Basic principles of management. *International Journal of Orthopaedic Trauma*, (1992), 2: 4-18.
45. Saleh M. Non-union treated with the Dynamic Axial Fixator: Results presented at the Second Riva Congress on Current Perspectives in External and Intramedullary Fixation, Riva del Garda, Italy, 27-31 May 1992.
46. Saleh M. Bone Grafting Harvesting: a percutaneous technique. *J. Bone Joint Surg.*, (1991), 73-B: 867-868.
47. Saleh M. Editorial - Mini symposium on bone loss. *Current Orthopaedics*, (1994), vol. 8 no 3: 141-143.
48. Saleh M. The management of bone loss. In C. Court-Brown and D. Pennig (eds): *Tibia and Fibula*. Butterworth - Heinemann, 1997: 143-159.
49. Saleh M., Howard A.C. Improving the appearance of pin site scars. *J. Bone Joint Surg.*, (1994), 76-B, 906-908.
50. Saleh M., Meffert R.H., Street R.J. Bifocal Verlängerung der unteren Extremität mit dynamisch-axialer externer Fixation nach der Technik von Vilarubias. *Tagliche Praxis*, (1994), 35 (1): 83-90.
51. Saleh M., Rees A.R. Bifocal surgery for deformity and bone loss - bone transport and compression distraction compared. *J. Bone Joint Surg.*, (1995), 77-B: 429-434.
52. Saleh M., Royston S. Management of nonunion of fractures by distraction with correction of angulation and shortening. *J. Bone Joint Surg.*, (1996), 78-B: 105-109.
53. Saleh M., Street R., Ribbans W.J. Lower limb reconstruction using the Ilizarov technique. British Orthopaedic Association Spring Meeting, Brighton, 24-26 April 1991 (Abstract in the *J. Bone Joint Surg.*, (1991), 73-B Orthopaedic Proceedings Supplement 2, page 188).
54. Sen C, Kocaoglu M, Eralp L, Gulsen M, Cinar M. Bifocal Compression-Distraction in the Acute Treatment of Grade III Open Tibia Fractures with Bone and Soft-Tissue Loss. *J Orthop Trauma*. 2004 18(3):150–157
55. Song HR, Kale A, Park HB, Koo KH, Chae DJ, Oh CW, Chung DW. Comparison of Internal Bone Transport and Vascularized Fibular Grafting for Femoral Bone Defects. *J Orthop Tr* 2003; 17 (3): 203–211
56. Svesnikov A.A., Barabash A.P., Cheplenko T.A., Smotrova L.A., Larionov A. A. Radionuclide studies of osteogenesis and circulation in substitution of large defects of the leg bones in experiment. *Ortop. Travmatol. Protez.*, (1984), 11:33.
57. Trueta J. Muscle contraction and interosseus circulation. *J. Bone Joint Surg.*, (1965), 47-B: 186.
58. PALEY D. and TETSWORTH K.T. Mechanical axis deviation of the lower limbs: Pre-operative planning of uniapical angular deformities of the tibia or femur. *Clin Orthop* 280:48-64, 1992.
59. PALEY D. and TETSWORTH K.T. Mechanical axis deviation of the lower limbs: Pre-operative planning of multiapical frontal plane angular and bowing deformities of the femur and tibia. *Clin Orthop* 280:65-71, 1992.

APÉNDICE

Tornillos óseos recubiertos de hidroxiapatita

Como los tornillos óseos usados con el LRS pueden permanecer implantados durante meses, se recomienda utilizar tornillos recubiertos de hidroxiapatita. Esto reducirá las tasas de aflojamiento e infección, y asegurarán que el montaje permanecerá estable durante el tratamiento. Hay mucha información que confirma los beneficios de estos tornillos, especialmente cuando los periodos de fijación son prolongados.¹⁻⁷

Introducción de tornillos y cuidado de los mismos

Es muy importante seguir las reglas básicas de la introducción de tornillos cuando se utiliza el LRS. Se debe de seleccionar una longitud de rosca adecuada para el tamaño del hueso, que debería de asegurar que de 2 a 3 pasos de rosca sobresalen a cada lado del hueso. Además, hay que utilizar siempre guías de tornillo fijadas al cabezal para que los estos estén insertados de manera paralela (excluyendo ciertas aplicaciones en las que se colocan de modo convergente). Muchas de las complicaciones de los fijadores externos son causadas por una mala técnica de introducción de tornillos. Encontrará los detalles de la técnica de introducción de tornillos en el manual 1, Consideraciones Básicas. Estas indicaciones también las podrá encontrar en el folleto que viene con el paquete de tornillos óseos.

La técnica de introducción de los tornillos óseos determina a menudo el estado de las zonas de inserción de los mismos. Si se ha seguido la técnica correcta y se han utilizado tornillos óseos recubiertos de hidroxiapatita, es raro que se produzcan problemas serios con los emplazamientos de los tornillos. Sin embargo, es muy importante que todo el departamento defina un protocolo para el cuidado de los tornillos y para la gestión de problemas con los mismos. Sin duda, las unidades que encuentran menos problemas son las que tienen un protocolo al que todos obedecen y del cual el paciente está informado. Los trabajos indicados en la bibliografía 8-13 describen la investigación científica sobre las causas de problemas en los emplazamientos de los tornillos y las estrategias para evitarlos. Las primeras investigaciones recomendaban limpiar la zona de los tornillos óseos y la piel que los rodea con una solución salina o agua del grifo. Los trabajos más recientes consideran que una solución antiséptica no astringente puede ser más efectiva y recomiendan la aplicación de gasas para presionar levemente la zona para estabilizar la piel y prevenir la formación de hematomas. Es importante también evitar la excesiva tensión de la piel y durante los procedimientos de alargamiento puede ser necesario liberar la piel tensada usando anestesia local. Es muy recomendable que cada unidad revise y acuerde un protocolo para los cuidados de los emplazamientos de los tornillos que sea consecuente con el personal y con los medios disponibles. Cada paciente tendrá distintas capacidades para realizar el cuidado de los tornillos y el sistema adoptado debería de ser capaz de adaptarse a esta situación.

REFERENCES

Hydroxyapatite Bone Screws

1. A Comparison of Hydroxyapatite-Coated, Titanium-Coated, and Uncoated Tapered External-Fixation Pins: An In Vivo Study in Sheep. Moroni, Toksvig-Larsen, Maltarello, Orienti, Stea & Giannini, *J Bone Joint Surg (Am)*, 1998; 80-A (4): 547 - 554
2. Hydroxyapatite coating of threaded pins enhances fixation. Magyar G., Toksvig-Larsen S., Moroni A. *J. Bone Joint Surg (Br)*, 1997; 79-B (3): 487-489.
3. The Effect of Surface Material and Roughness on Bone Screw Stability. Moroni A, Faldini C, V. Chilò, M. Rocca, S. Stea, S. Giannini: *J. Orthop. Trauma*, 1999; 13 (7): 477-482
4. Improvement of the Bone-Pin Interface Strength in Osteoporotic Bone with Use of Hydroxyapatite-Coated Tapered External-Fixation Pins: A Prospective, Randomized Clinical Study Of Wrist Fractures. A. Moroni, C. Faldini, S. Marchetti, M. Manca, V. Consoli & S. Giannini. *J Bone Joint Surg (Am)*, 2001; 83-A (5): 717 - 21
5. Hydroxyapatite-coated external-fixation pins: The Effect on Pin Loosening and Pin-Track Infection in Leg Lengthening for Short Stature. Pizà G, Caja VL, González-Viejo MA, Navarro A. *J Bone Joint Surg [Br]* 2004; 86-B (6): 892-7.
6. Fixation Strength and Pin Tract Infection of Hydroxyapatite-Coated Tapered Pins. Moroni A, Heikkila J, Magyar G, Toksvig-Larsen S, Giannini S. *Clin Orthop* 2001; (388): 209-217
7. State of the Art Review: Techniques to Avoid Pin Loosening and Infection in External Fixation. Moroni A, Vannini F, Mosca M, Giannini S. *J Orthop Tr* 2002; 16 (3):189-195

Pin Site Infection

8. DeBastiani G, Aldegheri R, Renzi Brivio L. The treatment of fractures with a dynamic axial fixator. *J Bone Joint Surg [Br]* 1984; 66B: 538-545.
9. Pin Track Infection: Definition, Incidence and Prevention. Checketts R, Otterburn M, MacEachern G. *Int J Orthop Trauma* 1993; 3(3): 16-18
10. Sims M, Saleh M. Protocols for the care of external fixator pin sites. *Prof Nurse* 1996; 11 (4): 261-4.
11. Sims M, Saleh M. External fixation—the incidence of pin site infection: a prospective audit. *J Orthop Nursing* 2000; 4: 59-63.
12. No difference between daily and weekly pin site care: A Randomized Study of 50 Patients with External Fixation. W-Dahl A, Toksvig-Larsen S, Lindstrand A. *Acta Orthop Scand*. 2003 Dec; 74: 704-8.
13. The care of pin sites with external fixation. Davies R, Holt N, Nayagam S. *J Bone Joint Surg [Br]* 2005; 87-B (5): 716-19.

Manufactured by: ORTHOFIX Srl
Via Delle Nazioni 9
37012 Bussolengo (Verona)
Italy

Telephone +39-0456719000
Fax +39-0456719380



Su distribuidor es:



www.mba.eu

Corrección de deformidades | Trauma | Pediatría | Estimulación ósea