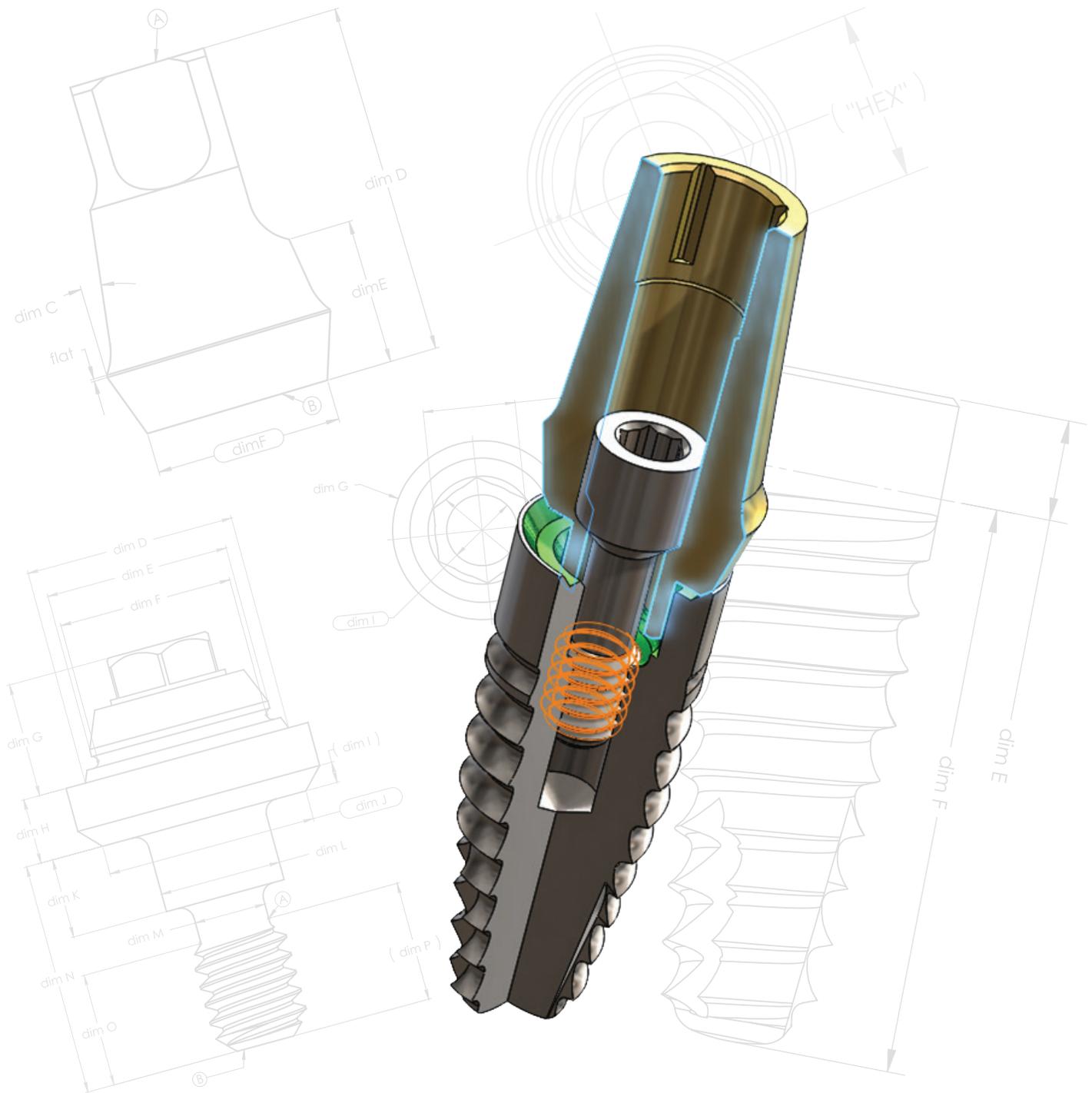


Ventajas exclusivas del diseño de la conexión de hexágono interno cónico de BioHorizons

Rana Atieh, MS¹, Fred Molz, MS, PhD², J Todd Strong, MS³



1. Ingeniero de investigación
2. Vicepresidente de investigación y Desarrollo
3. Vicepresidente Ejecutivo y Director de operaciones

Resumen ejecutivo

La implantología oral evoluciona y consigue cada vez mejores resultados y más rápidos, pero complicaciones como el aflojamiento del tornillo protésico y la fractura del pilar siguen siendo una preocupación para muchos de los diseños de implantes disponibles en el mercado. La fuerza de la conexión, la estabilidad lateral y la estabilidad rotacional de las prótesis dependen de la interfaz entre el implante y el pilar.¹ Comprender los fundamentos científicos de los diferentes diseños que encontramos hoy día en el mercado es algo fundamental para que los cirujanos de implantes dentales puedan tomar una decisión informada en cuanto al sistema que van a utilizar. Este documento presenta un análisis de los aspectos de ingeniería relacionados con las conexiones internas de BioHorizons que pretende ayudar a los dentistas a seleccionar el mejor implante y conexión para sus necesidades.

La conexión de hexágono interno cónico de BioHorizons cuenta con una serie de ventajas de diseño exclusivas que se concentran en la resistencia, la durabilidad y la usabilidad. Las superficies complementarias del implante, el pilar y el tornillo del pilar crean un ajuste de precisión fuerte y duradero así como un sellado predecible que aísla el interior del implante del entorno biológico oral. Las conexiones de BioHorizons utilizan la tecnología de sujeción superior Spiralock® para aumentar de forma significativa la fuerza de la conexión y reducir el aflojamiento del tornillo del pilar y la rotura por fatiga. Los límites de resistencia y fatiga también han mejorado con el uso de la aleación de titanio Ti-6Al-4V ELI.² La codificación por colores de los componentes protésicos y las conexiones de implantes facilita la identificación de las diferentes plataformas y permite agrupar los componentes del mismo tamaño.

Introducción

Las conexiones cónicas representan uno de los segmentos del mercado implantológico actual de mayor crecimiento.³ Ofrecen un microespacio más pequeño y un mayor nivel de estabilidad mecánica que las conexiones de junta plana. La ausencia de un ajuste total entre un implante y el pilar puede dejar un área que permita el crecimiento bacteriano, que a su vez puede provocar inflamación, recesión gingival y pérdida ósea.³

En 2004, BioHorizons Implant Systems, Inc. presentó la conexión de hexágono cónico en los tamaños de plataforma de 3,5, 4,5 y 5,7 mm, que rápidamente se convirtieron en el tipo de conexión más popular de la empresa. En 2010, se añadió un tamaño de plataforma de 3,0 mm, que también tuvo mucho éxito. Actualmente, la conexión de hexágono interno cónico de BioHorizons está disponible en varios modelos de implantes, tales como: Internal, Tapered Internal, Tapered Plus, Tapered Tissue Level y Tapered 3.0 (figura 1). Hasta la fecha, BioHorizons ha vendido más de 2 millones de implantes de conexión de hexágono interno cónico con una tasa de fractura de solo 2 de cada 100.000 implantes (o 0,002 %).⁴

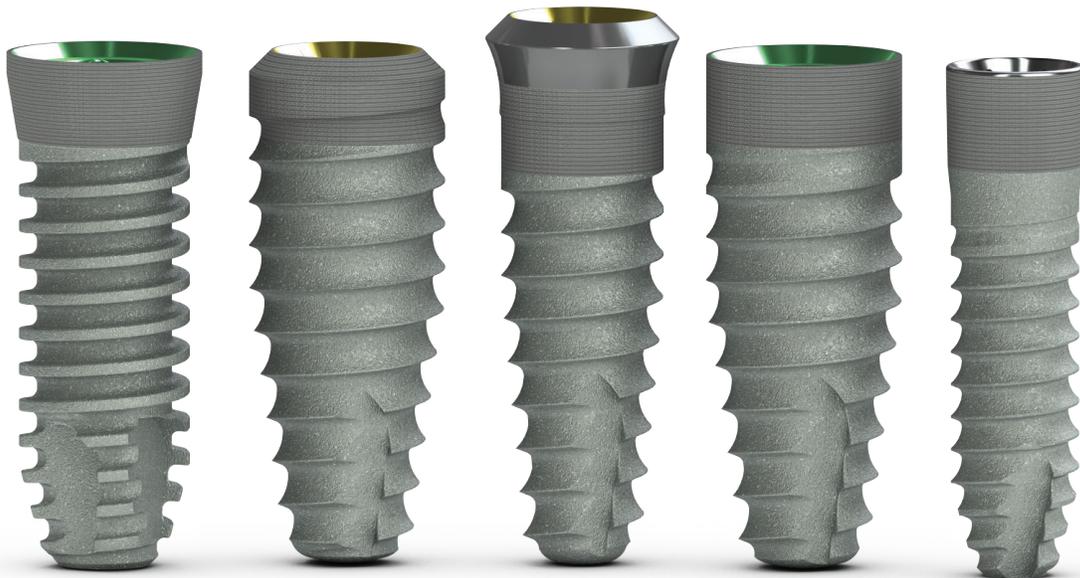


Figura 1: Los sistemas de implantes Internal, Tapered Internal Plus, Tapered Tissue Level, Tapered Internal y Tapered 3.0 cuentan con la conexión de hexágono interno cónico de BioHorizons.

La conexión entre los componentes de un sistema de implantes dentales imita una conexión normal con pernos en la que dos partes, el implante y el pilar, están conectadas mediante un perno (el tornillo del pilar). El perno (o tornillo) debe apretarse con la torsión adecuada en función del tamaño y del material de los componentes.⁵ Algunos de los principios fundamentales que se deben tener en cuenta en el diseño de una conexión con pernos son:⁶

1. Minimizar la excentricidad de la carga. Los componentes deben estar alineados para permitir una transferencia simétrica de la carga.
2. Maximizar la eficiencia de la fuerza de sujeción. Se debe minimizar la longitud del perno para aumentar la fuerza de sujeción.
3. Optimizar el valor de torque. El torque recomendado del tornillo debe situarse dentro de la zona elástica del material del perno.

La conexión de hexágono interno cónico de BioHorizons cumple estos principios e innova yendo más allá para proporcionar un sellado predecible entre los componentes.

Componentes originales frente a clónicos

En la Implantología oral, los fabricantes de productos clónicos o no originales nos describen sus productos protésicos como alternativas idénticas aunque más económicas a los componentes originales. Este discurso puede confundir a los clínicos e, inintencionadamente, puede crear riesgos en sus restauraciones con implantes. Aunque algunos afirman que los componentes de hexágono interno de BioHorizons y los componentes de hexágono interno de otras empresas son intercambiables, el diseño y la calidad de estos componentes son radicalmente diferentes (figuras 2 y 3). Algunos de los problemas detectados con los pilares y los tornillos no originales son:

1. Un tamaño inadecuado y unas dimensiones de tolerancia incorrectas derivan en componentes con un ajuste deficiente, una transferencia de la carga menos eficaz, una mayor tensión, y en la fractura del componente o el implante.
2. El asiento inadecuado de los componentes da lugar a conexiones abiertas que crean la atmósfera propicia para el crecimiento de bacterias, infección, recesión gingival y pérdida ósea.
3. Los defectos del mecanizado y un mal acabado de la superficie pueden afectar al ajuste del componente, al sello de unión entre el implante y el pilar e irritar el tejido blando.
4. La ausencia de codificación de colores anodizados en los componentes protésicos o los colores anodizados incorrectos pueden provocar errores en el uso de componentes que no se correspondan.
5. La ausencia de microcanales Laser-Lok hace aumentar el riesgo de formación de bolsillos periodontales y pérdida ósea.
6. Las conexiones del tornillo del pilar de junta plana crean un sellado menos favorable en los canales del tornillo en comparación con la conexión cónica original de BioHorizons.
7. Las rebabas en el escariado del pilar pueden desprenderse de la superficie durante la colocación del tornillo y penetrar en el implante. Las rebabas también pueden afectar al asiento del tornillo.
8. Los daños en los bordes del hexágono interno del tornillo pueden hacer que el destornillador hexagonal resbale y se pase de rosca impidiendo alcanzar una carga de torsión adecuada.
9. Solo dos roscas completas en el tornillo. Para un encaje sólido, es necesario contar con al menos tres roscas. El número de roscas desempeña una función importante a la hora de lograr la carga de torsión necesaria.

Muchos de estos pilares no originales o clónicos no han sido sometidos a pruebas empíricas o ensayos. Hay características importantes como la composición del material, el mecanizado, el acabado de la superficie o el diseño que no están bien documentadas. Así, autoproclamar la compatibilidad no es siempre garantía de que los componentes cuenten con las tolerancias ni la limpieza adecuadas, lo cual podría incrementar el riesgo de posibles complicaciones como la pérdida de hueso, infecciones y fracturas.

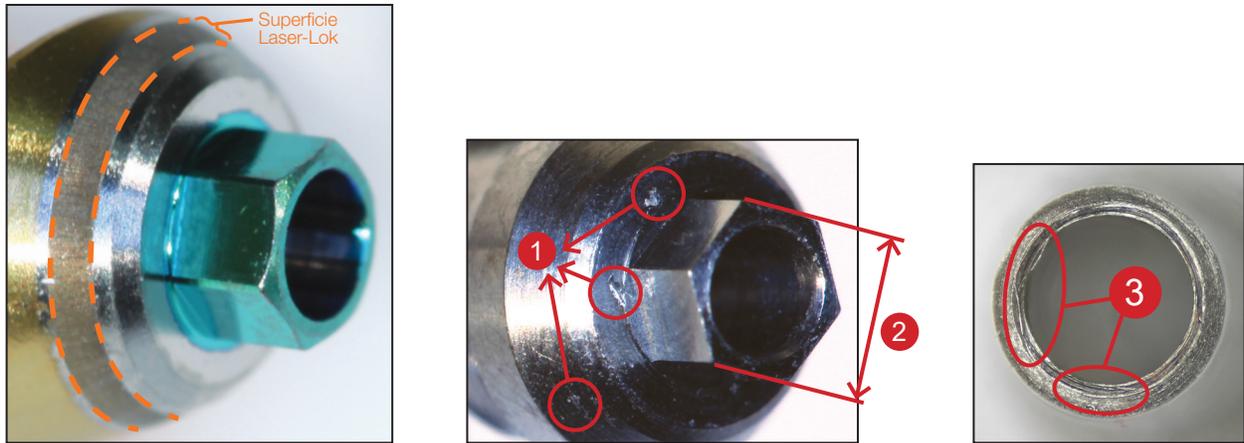


Figura 2: Pilar original de BioHorizons (izquierda) frente a pilares no originales (los dos de la derecha). Pilares no originales: (1) rebabas de mecanizado grandes en toda la superficie y conexión; (2) el hexágono es demasiado grande y no anodizado para combinar con el implante; (3) rebabas en el escariado del pilar donde se asienta el tornillo.

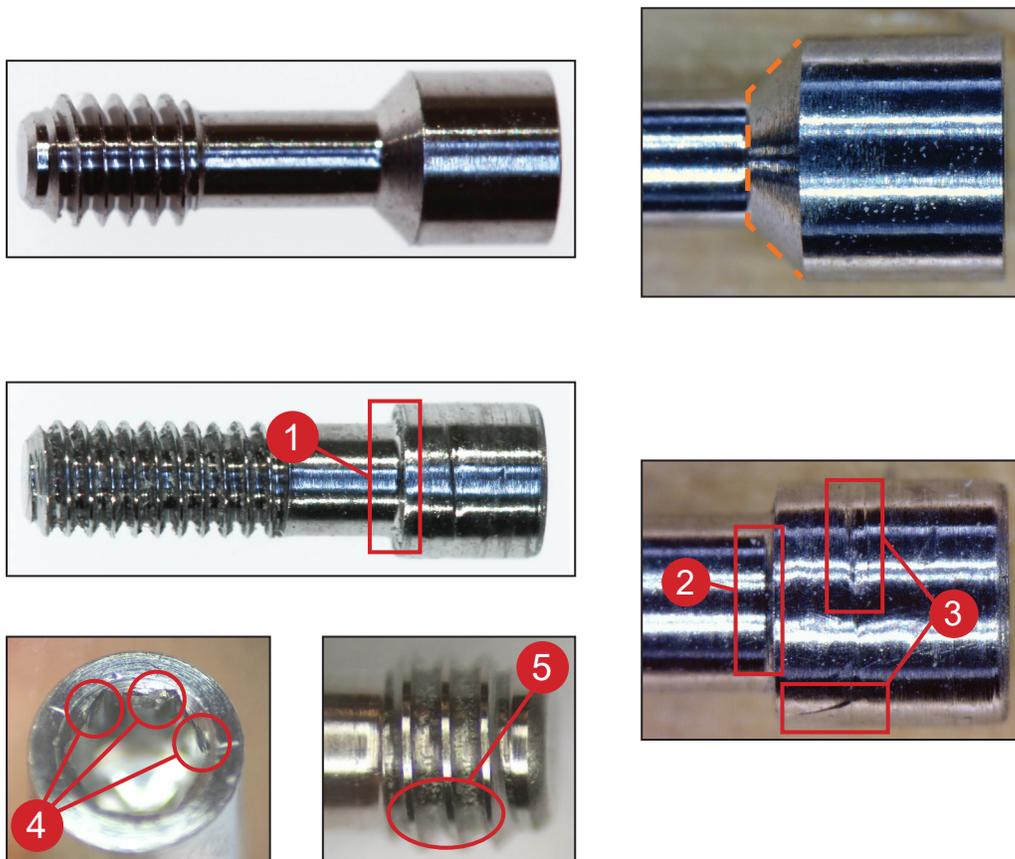


Figura 3: Tornillo original de BioHorizons (arriba) frente a tornillo no original (abajo). Tornillos no originales: (1) la conexión de junta plana no se asentará correctamente; (2) el exceso de apoyo en la pestaña de la cabeza crea un punto débil propenso a la fatiga y fractura del material; (3) y (4) marcas profundas del mecanizado y desperfectos en el hexágono indican una calidad deficiente del mecanizado; (5) utilización de solo dos roscas completas que no logran la carga de torsión adecuada.

Diseño del hexágono interno cónico de BioHorizons

Características de alineación

Cuando se aplican las fuerzas de masticación sobre una prótesis implantosoportada, cualquier desajuste en la interfaz entre el implante y el pilar puede tener un resultado drástico en el comportamiento mecánico del sistema de implantes.⁷ La conexión cónica de BioHorizons minimiza la carga excéntrica incorporando dos características de alineación:

1. Conexión cónica entre el implante y el pilar

La alineación entre el implante y el pilar crea un sellado cónico al apretar el tornillo del pilar (figura 4). Cuando el conjunto está sujeto a fuerzas laterales y de flexión, la conexión cónica ayuda a distribuir la carga de forma eficiente entre el pilar y el implante. Además, proporciona un área interfacial suficiente

que permite mejorar la resistencia al movimiento lateral (es decir, perpendicular al eje longitudinal del conjunto) y la protección del tornillo del pilar frente a las fuerzas de cizallamiento. Así, pues, la estabilidad del sistema no es únicamente una función del tornillo del pilar.⁸

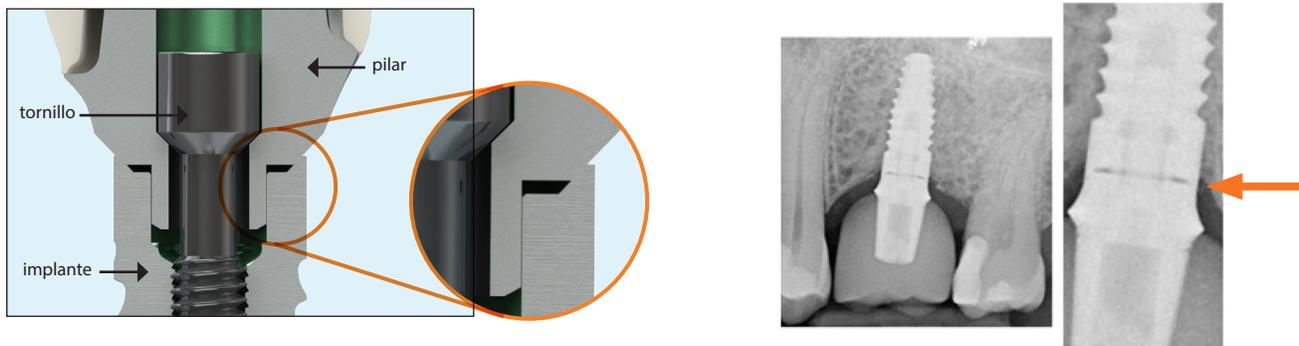


Figura 4: Las secciones transversales (imágenes de la izquierda) muestran que la unión de los biselados externos crean un sellado cónico. Las radiografías (las imágenes de la derecha) muestran el espacio diseñado y el bisel externo cerrado que indican un correcto asiento del pilar.

BioHorizons fabrica más de un millón de componentes al año.⁴ Con unas cantidades de fabricación de esta magnitud, es de vital importancia mantener los límites de tolerancia del diseño para poder garantizar en todo momento la compatibilidad adecuada de los componentes. Para poder crear el sello biológico necesario de manera fiable en el perímetro entre el implante y el pilar, se ha previsto en el diseño un espacio entre los componentes (figura 4), que garantiza que haya contacto entre el implante y el pilar en todo el bisel perimetral, donde es más útil para transmitir la tensión y proteger el tornillo del pilar.

Muchos estudios han demostrado que la tensión sobre un sistema de implantes se concentra sobre todo en la conexión entre el implante y el pilar alrededor del área del tornillo del pilar.^{9, 10} Debido a su reducida sección transversal y a la precarga inducida durante el apriete (que causa tensión en el cuerpo del tornillo desde el cuello a través del área de rosca), el tornillo del pilar es un componente débil en una estructura de implante.¹¹ Así pues, es necesario contar con un diseño de conexión cónica fuerte para ayudar a proteger el tornillo contra su aflojamiento o fractura.

El contacto estrecho entre el implante y el pilar alrededor de todo el bisel perimetral también crea un sellado biológico (figura 5). Si el perímetro de la conexión queda sellado y sin espacios, entonces el pilar está totalmente asentado. Es normal observar un espacio en el suelo de la conexión y en la parte interna del bisel. Esto permite tolerancias de mecanizado normales en millones de piezas. Si estas áreas se diseñaran para asentarse en el suelo de la conexión, se crearía un microespacio en el bisel externo. El diseño actual minimiza enormemente la probabilidad de crear un microespacio.

Algunos fabricantes de implantes intentan diseñar el contacto simultáneo entre dos superficies (p. ej., los lados planos del hexágono y el bisel perimetral del implante y el pilar) en su sistema de implante.

No obstante, el contacto simultáneo de dos superficies individuales en una conexión solo es posible con parejas que se correspondan (dos componentes únicos que solo encajan el uno con el otro). Como resultado, los diseños de implante que intentan lograr justamente esto, crearán una variabilidad del encaje en todas las existencias de implantes y pilares. Una deficiencia minúscula en el encaje entre el cuerpo del implante y el pilar puede hacer que las fuerzas de compresión y tracción se dirijan a la restauración, y provocar el aflojamiento del tornillo y de la prótesis. De acuerdo con los estudios realizados, no existe el encaje perfecto, pero un contacto bien diseñado entre el pilar y la plataforma del implante puede reducir la carga aplicada al tornillo y aumentar significativamente la eficiencia de los componentes.¹²

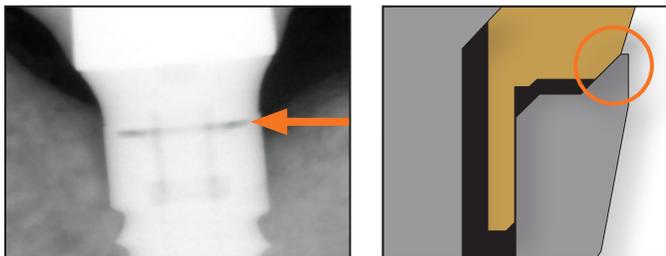


Figura 5: Conexión interna que muestra un sellado biológico cerrado en el bisel externo.

2. Conexión cónica entre el pilar y el tornillo del pilar

La segunda característica de alineación de la conexión cónica de BioHorizons que minimiza la carga excéntrica se encuentra entre el pilar y el tornillo del pilar. La figura 6 ilustra una conexión de hexágono interno de otro sistema de implantes en la que los componentes no están correctamente asentados. El área 1 de la figura 6 muestra un único punto de contacto entre el tornillo y el pilar en comparación con un contacto uniforme entre el tornillo y el pilar de BioHorizons (figura 7). El asiento del tornillo del sistema de la competencia se ve interrumpido por una rosca interna que compromete el sellado clínico y la conexión. La carga excéntrica del tornillo y el desplazamiento horizontal del tornillo pueden derivar en el aflojamiento del tornillo, que a su vez puede provocar la fractura del hexágono del pilar o del tornillo. Para compensar esta mala alineación, se diseña un área cónica 3. Sin embargo, si el área 3 entre el implante y el pilar se bloquea antes de entrar completamente en contacto en el área 2,

podría haber una infiltración bacteriana, que daría lugar a inflamación e infección en la intersección. A fin de salvar estos problemas, BioHorizons incorpora una característica de alineación entre el pilar y el tornillo del pilar (figura 7). Esta alineación centra el tornillo del pilar en la conexión y crea un segundo sellado cónico. Al centrar el tornillo del pilar, se minimiza la carga excéntrica durante el apriete del tornillo y se maximiza la carga de sujeción creada por el tornillo del pilar.

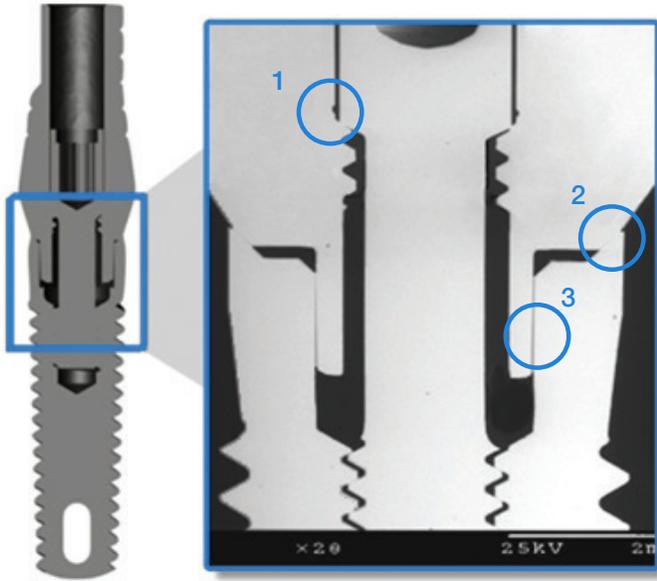


Figura 6: Conexión de hexágono interno de otro sistema de implantes con (1) un único punto de contacto en el pilar y el tornillo del pilar; y un contacto simultáneo irreproducible en el bisel externo (2) y los lados planos del hexágono (3).

Estas dos características de alineación son fundamentales para las conexiones internas de BioHorizons. Su combinación proporciona un ajuste preciso y un sellado previsible para aislar la parte interna del implante del entorno oral y biológico.

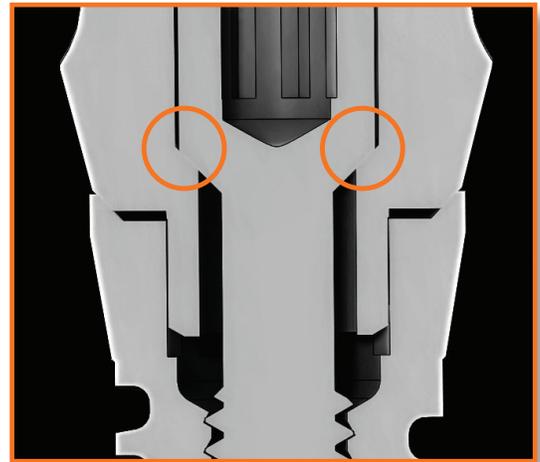


Figura 7: El contacto uniforme de BioHorizons entre el pilar y el tornillo del pilar centra el tornillo del pilar y crea un segundo sellado cónico.

Lo más importante es que crean una conexión más resistente a la fatiga y reducen la probabilidad de aflojamiento del tornillo y el consiguiente fracaso.^{13, 14}

Torque y longitud del tornillo

En un implante dental, el tornillo del pilar actúa como un resorte muy rígido que une el pilar y el implante por compresión. Al apretar el tornillo del pilar, éste se estira y crea una fuerza de compresión entre el pilar y el implante (figura 8).

Esta fuerza se define como fuerza de sujeción. La constante de elasticidad de un miembro elástico como un perno es el cociente entre la fuerza aplicada al miembro y la desviación producida por dicha fuerza:¹⁵

Ecuación 1	$F=kx$	Donde F : fuerza de sujeción k : constante de elasticidad del tornillo del pilar x : elongación del tornillo del pilar
------------	--------------------------	---

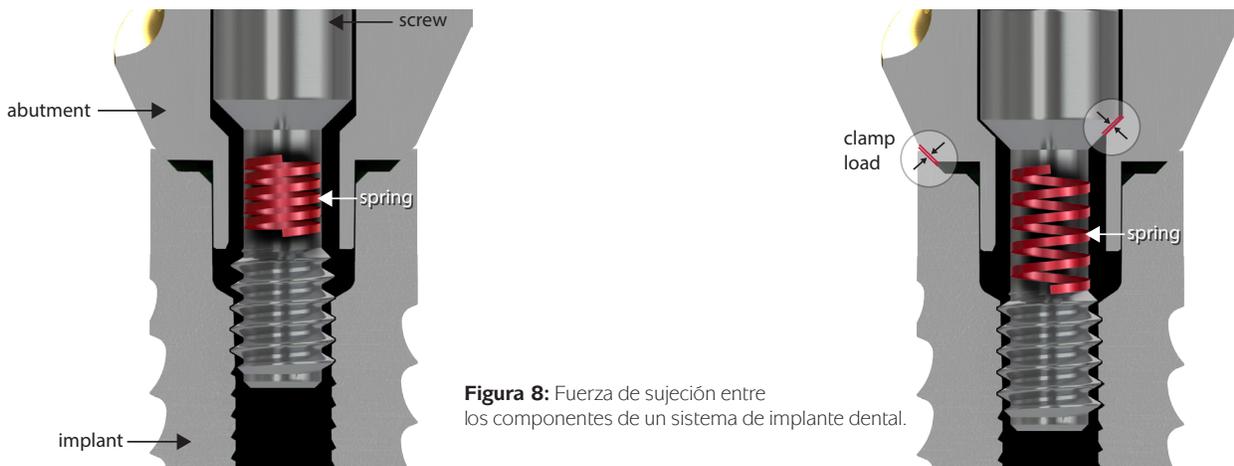


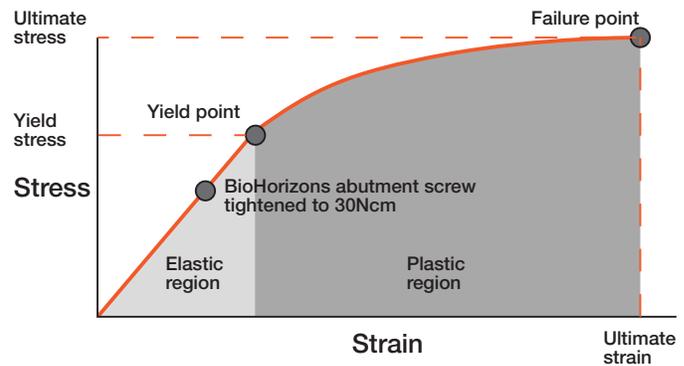
Figura 8: Fuerza de sujeción entre los componentes de un sistema de implante dental.

Para lograr la máxima fuerza de sujeción durante el apriete del tornillo, es importante minimizar la longitud efectiva del perno (o tornillo) en la conexión. Al disminuir la longitud del perno, se aumenta tanto su rigidez como su eficacia de sujeción. Así, se mantiene la concentricidad del perno y se evita la carga excéntrica.

Es importante apretar la conexión de forma correcta para lograr la máxima fuerza de sujeción sin sobrecargar ni doblar el tornillo. En otras palabras,

el tornillo debe apretarse dentro de la zona elástica del material del tornillo. La carga de rotura es la carga máxima que un material puede aguantar en tensión. El límite elástico es la carga a la cual el implante empieza a deformarse plásticamente (figura 9). Pasado el límite elástico, la deformación es permanente e irreversible. El valor de torque final del tornillo del pilar de todos los implantes de hexágono interno cónico de BioHorizons es de 30 Ncm, el cual produce la carga adecuada al perno sin exceder el límite elástico del material.

Figura 9: Al apretar un tornillo de pilar de BioHorizons a 30 Ncm se proporciona una gran fuerza de sujeción pero se mantienen las cargas por debajo del límite elástico del material en el que se podría producir deformación plástica.¹⁶



Tecnología Spiralock®

Spiralock® es una tecnología de sujeción superior ideal para aplicaciones en uniones de rosca sujetas a grandes golpes o vibraciones, temperaturas extremas, elevado número de horas de funcionamiento y millones de ciclos de carga.¹⁷ Todos los implantes de BioHorizons incorporan esta forma de rosca interna patentada, que se usa tanto en ortopedia como en la industria aeroespacial, y que cuenta con una cuña exclusiva de 30° en la raíz de la rosca que bloquea de forma segura el tornillo del pilar al implante y distribuye la carga por toda la conexión roscada (figura 10). La configuración de rosca Spiralock® proporciona numerosas ventajas frente a los diseños de rosca estándares:

1. Mayor resistencia a las cargas dinámicas
2. Mayor integridad de la conexión
3. Distribución de la carga más uniforme
4. Reutilización constante
5. Eliminación de dispositivos de bloqueo secundarios

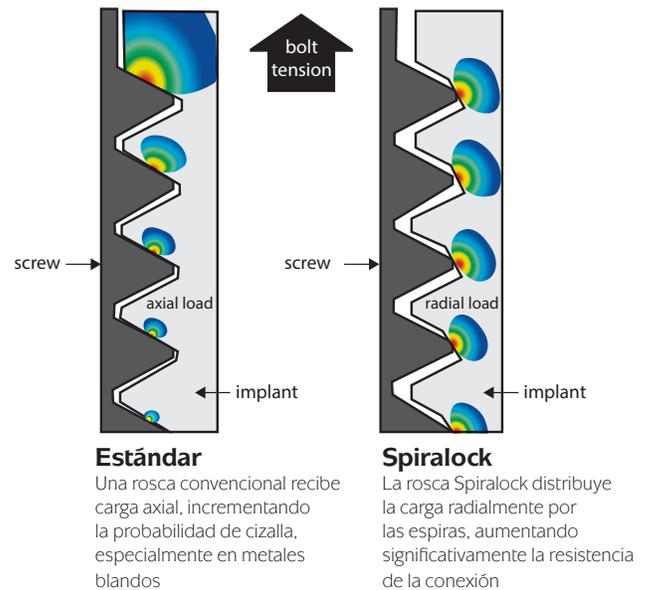


Figura 10: Comparación de la distribución de la carga entre una rosca en V estándar y Spiralock®. El componente gris oscuro representa el tornillo del pilar y el componente gris claro el implante.¹⁷

Una rosca en V convencional de un tornillo de pilar se carga de forma axial, a diferencia de una forma de rosca Spiralock® que distribuye la carga de forma radial. Esta carga uniforme de la rosca reduce la concentración de carga y tensión en la primera rosca, aumenta significativamente la resistencia de la conexión y evita la rotura por fatiga.

Codificación por colores de las plataformas

Todos los componentes protésicos y conexiones de implantes originales de BioHorizons están codificados por colores (figura 11) mediante una técnica de anodizado que aumenta el grosor de la capa de óxido natural del titanio y altera el color que percibimos en unos tonos concretos. Clasificar con un código de colores el flujo de trabajo quirúrgico y de restauración facilita la selección de los componentes adecuados durante la colocación y restauración de los sistemas de implantes. Los componentes protésicos de hexágono interno de BioHorizons son compatibles con estos implantes de BioHorizons: Internal, Tapered Internal, Tapered Plus y Tapered Tissue Level. Los códigos de colores y las características de compatibilidad hacen que el sistema sea más sencillo de usar, sea más versátil y reduzca el coste de inventario para los dentistas y los de laboratorio.

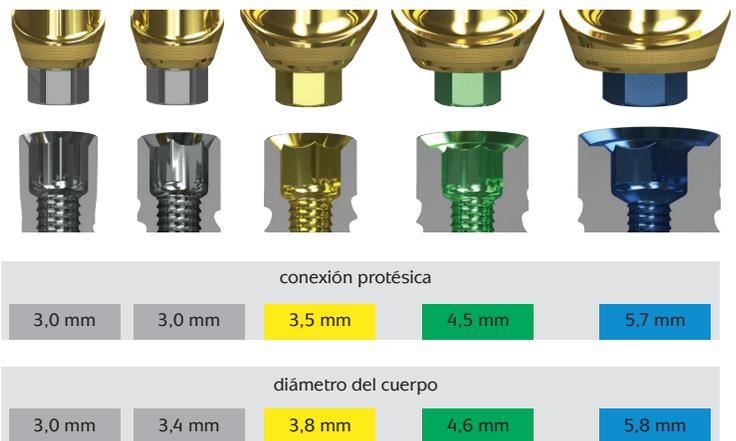


Figura 11: La codificación por colores se utiliza en los implantes y prótesis así como en el instrumental quirúrgico, de restauración y de laboratorio.

Materiales de los implantes de BioHorizons

Los ensayos de fatiga se utilizan en la implantología oral para determinar la resistencia y la longevidad de un sistema de implante. Las normas que rigen estos ensayos son la ISO 14801 – Ensayo de fatiga dinámica para implantes dentales endoóseos y el Documento de guía de controles especiales de clase II de la FDA de los EE. UU.: Implantes dentales endoóseos con forma de raíz y pilares de implantes dentales endoóseos.^{18,19} Por lo general, los implantes de mayor diámetro con paredes más gruesas tienen una mayor fuerza y resistencia a la fatiga que los implantes de menor diámetro del mismo material.²⁰ Además del tamaño del diámetro, el tipo de material es un factor importante a la hora de aumentar la fuerza y el límite de fatiga de los implantes. La capacidad del titanio y de la aleación de titanio de resistir la corrosión es resultado de la formación de una capa de óxido de titanio (TiO₂) insoluble y continua sobre la superficie (figura 12).²¹

La capa de óxido de titanio evita que penetre el oxígeno, protege el material de las impurezas y permite que se le adhiera una capa compatible de biomoléculas. La excelente biocompatibilidad del titanio y de la aleación de titanio es el resultado de la naturaleza de esta capa superficial.

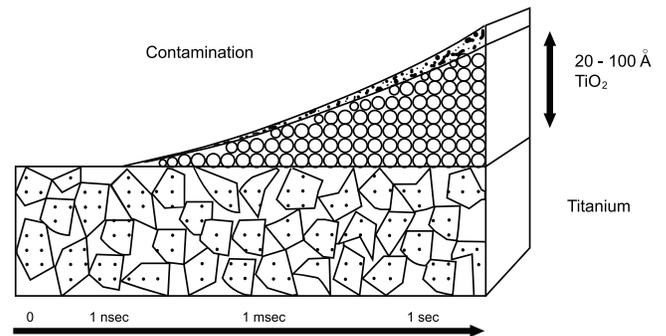


Figura 12: Formación de una capa insoluble de óxido de titanio sobre la superficie metálica del titanio.²¹

Todos los implantes y componentes protésicos de titanio de BioHorizons están fabricados en Ti-6Al-4V ELI (grado 23), una versión («intersticial extrabajada») de mayor pureza del Ti-6Al 4V. Los límites más bajos de hierro, carbono y oxígeno (tabla 1) mejoran la ductilidad y la resistencia a la fractura y a la propagación de las grietas de fatiga. Esta aleación de titanio alfa-beta tiene unas propiedades de daño y mecánicas superiores en comparación con el titanio puro o el Ti-6Al-4V de grado estándar.^{2, 22, 23}

Elemento	% Composición
Nitrógeno	0,05 máx.
Carbono	0,08 máx.
Hidrógeno	0,012 máx.
Hierro	0,25 máx.
Oxígeno	0,13 máx.
Aluminio	5,50 - 6,50
Vanadio	3,50 - 4,50
Titanio	Balance*

Tabla 1: El Ti-6Al-4V ELI es una versión de mayor pureza del Ti-6Al-4V con una ductilidad y una resistencia a la fractura y a la propagación de las grietas de fatiga mejoradas.

*El porcentaje de titanio se determina por la diferencia

En comparación, el titanio comercialmente puro (CP) tiene 4 grados. La diferencia entre el de grado 1, que está totalmente recocido, y el titanio de grado 4, es la cantidad de trabajo en frío que se realiza para aumentar su resistencia (tabla 2). Aunque la resistencia a la tracción del titanio CP puede mejorarse mediante un proceso de trabajo en frío, este procedimiento hace que el material sea más quebradizo.^{24, 25} Dada la complejidad de las cargas que se encuentran en implantología oral, se debe tener en cuenta la rotura por la fragilidad de los grados más altos del titanio CP.

	Grado 1 CP Titanio	Grado 2 CP Titanio	Grado 3 CP Titanio	Grado 4 CP Titanio	Ti-6Al-4V ELI
Carga de rotura (MPa)	240	430	440	550	860
Límite elástico (MPa)	170-310	340	377-520	480-552	790

Tabla 2: El Ti-6Al-4V ELI produce una carga de rotura y un límite elástico mayores que los 4 grados de titanio CP.^{2, 22}

Ensayos de implantes de BioHorizons frente a la competencia

BioHorizons ha llevado a cabo una serie de ensayos de fatiga para comparar los implantes fabricados tanto en Ti-6Al-4V ELI como en titanio CP.²⁶ Para ilustrar los peores casos posibles a los organismos oficiales como la FDA, se analizaron los implantes de diámetro pequeño. Los implantes de diámetro más pequeño suelen tener menos resistencia a las fuerzas masticatorias debido al reducido grosor de la pared. Se analizaron los siguientes implantes de diámetro pequeño utilizando condiciones límite idénticas y una configuración del ensayo conforme a la norma ISO 14801:

1. Implantes BioHorizons® Laser-Lok® 3.0 (figura 13)²⁷
2. Implantes Nobel Biocare® NobelActive® 3.0 (figura 14)²⁸
3. Implantes Astra Tech™ OsseoSpeed™ 3.0 (figura 15)²⁹
4. Implantes Dentsply® Xive® 3.0 (figura 16)³⁰



Tipo de material	Torque del tornillo del pilar
Ti-6Al-4V ELI	30 Ncm

Figura 13: BioHorizons® Laser-Lok® 3.0, implante 3,0 x 15 mm con el pilar recto Laser-Lok® 3.0



Tipo de material	Torque del tornillo del pilar
Titanio CP	15 Ncm

Figura 14: Nobel Biocare® NobelActive® 3.0, implante 3,0 x 15 mm con el pilar de perfil estrecho con conexión del tornillo cónica 3.0, 9 mm



Tipo de material	Torque del tornillo del pilar
Titanio CP	15 Ncm

Figura 15: Astra Tech™ OsseoSpeed™ 3.0 S, implante de 15 mm con TiDesign™ 3.0, D4.0, 1 mm



Tipo de material	Torque del tornillo del pilar
Titanio CP	14 Ncm

Figura 16: Sistema de implante Xive® D3.0/L11

Tras conectar los implantes y los pilares, y apretar el tornillo conforme a lo que indican las instrucciones de uso de cada fabricante, se realizaron ensayos estáticos y de fatiga en los conjuntos de implante y pilar utilizando los sistemas de análisis MTS 858 Bionix.

Se utilizó un dispositivo de soporte para fijar los implantes a una distancia de $3,0 \pm 0,5$ mm por debajo de la interfaz del implante y el pilar. Esta distancia es necesaria para representar la posible pérdida ósea de conformidad con la ISO 14801. Los conjuntos se fijaron de forma que el eje largo del implante estuviera desalineado 30° de respecto de la dirección de carga. La fuerza de carga se aplicó mediante el centro de la esfera de un tapón hemisférico situado encima del extremo libre del pilar de forma que la distancia desde el centro de la esfera hasta el plano de fijación era de 11 mm. Se utilizó un dispositivo para crear un contacto puntual en la unión del miembro de soporte y la máquina de análisis de forma que el conjunto de implante y pilar estuviera sujeto tanto a fuerzas de compresión como laterales sin restricción lateral. Los ensayos de compresión hasta la rotura se realizaron a un ritmo continuo de 0,05 pulg./min en aire a $20 \pm 5^\circ \text{C}$.

Para los ensayos de fatiga de compresión, los conjuntos de implante y pilar se cargaron de forma cíclica a una frecuencia de 15 Hz hasta el fallo de los conjuntos o hasta completar con éxito cinco millones de ciclos (es decir, un ensayo completo). La carga de cada ensayo de fatiga varió de forma sinusoidal entre el valor pico nominal y el 10 % de este valor. La figura 17 resume la carga frente al número de ciclos de los sistemas de implante.

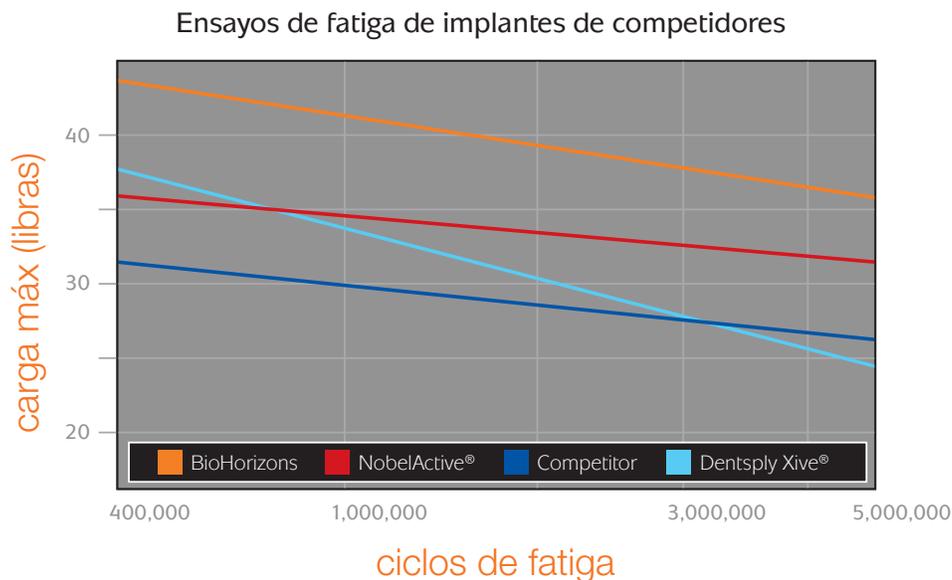


Figura 17: Carga frente al número de ciclos de diferentes sistemas de implantes de diámetro pequeño. El sistema de implante 3.0 de BioHorizons demostró la máxima resistencia a la fatiga y al desgaste.

Resumen

Las conexiones internas cónicas han mostrado unos resultados superiores en comparación con otras conexiones en cuanto a la estabilidad, el acoplamiento antirrotacional, la tolerancia a las fuerzas laterales, el aflojamiento del tornillo del pilar, la fractura del tornillo, la colocación subcrestal, los resultados estéticos y la capacidad de cambiar de plataforma.³¹ La conexión de hexágono interno cónico exclusivo de BioHorizons ofrece una serie de ventajas de diseño que se centran en la resistencia, la durabilidad y la usabilidad, y se ha demostrado en los más de 2 millones de implantes vendidos hasta hoy. Combina unas tolerancias siempre mínimas y crea un sellado biológico que minimiza los problemas de microespacios que se observan a menudo en otros sistemas. La plataforma restauradora biselada proporciona un sellado biológico excelente en la interfaz entre el implante y el pilar, y ayuda a distribuir la carga lateral fuera del hexágono del pilar y del tornillo del pilar.

El aflojamiento del tornillo de prótesis se evita gracias al diseño de rosca Spiralock®, el mismo diseño que se utiliza en la industria ortopédica y aeroespacial. La familia de implantes Tapered de BioHorizons ofrece una gran variedad de tamaños en cuerpos y diseños para proporcionar la flexibilidad de planes de tratamiento en dos fases, una fase o de carga inmediata, así como la colocación de diferentes plataformas, la plataforma correspondiente, o a nivel de hueso o de tejido blando. Los implantes, el instrumental y los elementos protésicos de BioHorizons presentan un cómodo código de colores para identificar fácilmente el tamaño, los complementos y el uso adecuado de los componentes. Estas características, combinadas con un material de aleación de titanio de alta resistencia, reducen las probabilidades de fracaso del implante o la prótesis. Los sistemas de implantes de BioHorizons muestran su máximo rendimiento incluso en los casos más complicados, ofreciendo a los dentistas el mejor sistema de implantes para cubrir sus necesidades.

BioHorizons®, Laser-Lok®, MinerOss®, AutoTac® y Mem-Lok® son marcas registradas de BioHorizons. Unigrip™ es una marca comercial de Nobel Biocare AB. Zimmer® Dental ScrewVent® y Tapered ScrewVent® son marcas registradas de Zimmer, Inc. AlloDerm® y AlloDerm GBR® son marcas registradas de LifeCell Corporation. ARTISAN™ Space Maintenance System y Grafton® DBM son marcas registradas de Medtronic, Inc. Los injertos óseos INFUSE®, la familia de injertos PROGENIX® y la familia de productos MASTERGRAFT® son marcas registradas de Medtronic Sofamor Danek Inc. Spiralock® es una marca registrada de Spiralock Corporation. Pomalux® es una marca registrada de Westlake Plastics Co. Locator es una marca registrada de Zest Anchors, Inc. Delrin® es una marca registrada de E.I. du Pont de Nemours and Company. LADDEC® es una marca registrada de OST-Développement. LADDEC® está fabricado por OST-Développement. MinerOss® Cancellous es procesado por DCI Donor Services Tissue Bank. Mem-Lok® está fabricado por Collagen Matrix, Inc. No todos los productos presentados o descritos en este catálogo están disponibles en todos los países. Según la ley vigente, los productos de BioHorizons se comercializan en la Unión Europea bajo la Directiva sobre Productos Sanitarios 93/42/CEE y la Directiva sobre tejidos y células 2004/23/CE. Nos complace estar homologados por la ISO 13485:2003, el sistema estándar internacional de gestión de calidad para productos sanitarios, que ampara y mantiene las licencias de nuestros productos en Health Canada y en otros mercados de todo el mundo. El idioma original es el inglés. ©BioHorizons. Reservados todos los derechos.

Referencias bibliográficas

1. Finger, I. M., Castellon, P., Block, M., & Elian, N. (2003). The evolution of external and internal implant/abutment connections. *Pract Proced Aesthet Dent* , 625-632.
2. ASTM Standard F 136, 2013, "Standard Specification for Wrought Titanium-6Aluminum-4Vanadium ELI (Extra Low Interstitial) Alloy for Surgical Implant Applications (UNS R56401)," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2013, DOI: 10.1520/F0136, www.astm.org.
3. Zamanian, K., & van den Dolder, I. (2014, May 17). Clinical Implantology- Conical internal connections will fuel growth in dental implant market. Recuperado el 1 de agosto de 2014, en *Dental Tribune*: www.dental-tribune.com
4. Referencia interna de BioHorizons para los componentes fabricados por año e implantes fracturados con conexión cónica interna desde 2010.
5. Wright, R. B. (2005, June). How Tight Should Fasteners be Tightened? *Fastner Technology International* , pp. 24-25.
6. Underwood, J. R., & Chiurini, M. (1998). Bolted Connection. In *Structural Design: A Practical Guide for Architects* (pp. 223-225). New York: John Wiley & Sons.
7. Acquirrebeitia, J., & Abasolo, M. (2013). Dental Implants with Conical Implant-Abutment Interface: Influence of the Conical Angled Difference on the Mechanical Behavior of the Implant. *Int J Oral Maxillofac Implants*.
8. Bozkaya, D., & Muftu, S. (2005). Mechanics of the taper integrated screwed-in (TIS) abutments used in dental implants. *Journal of Biomechanics* , 38:87-97.
9. Alexander, H., Ricci, J. L., & Hrico, G. J. (2009). Mechanical Basis for Bone Retention around Dental Implants. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater* , 306-311.
10. Sarmah A, Mathur AK, Gupta V, Pai VS, Nandini S. Finite Element Analysis of Dental Implant as Orthodontic Anchorage. *J Contemp Dent Pract* 2011; 12(4):259-264
11. Soncini, M. (2003). Experimental Tests for Evaluating Ultimate Load. In A. N. Natali, *Dental Biomechanics* (p. 116). London: Taylor & Francis.
12. Seabra Barbosa, G. A., Bernardes, S. R., Domingues das Neves, F., Fernandez Neto, A. J., Chiarello de Mattos, M. d., & Ribeiro, R. F. (2008). Relation between Implant/Abutment Vertical Misfit and Torque Loss of Abutment Screws. *Braz. Dent J.* , vol 19 No 4.
13. Coppede, A. R., Chiarello de Mattos, M. d., & Aparecida de Mattias Sartori, I. (2009). Fracture resistance of the implant-abutment connection in implants with internal hex and internal conical connections under oblique compressive loading: an in vitro study. *International Journal of Prosthodontics* , 22:283-286.
14. Ugurel, C. S., Steiner M., Isik-Ozkol G., Kutay O., & Kern M. (2013). Mechanical Resistance of Screwless Morse Taper and Screw-Retained Implant-Abutment Connections. *Clin Oral Imp Research*. 10.1111/clr.12303
15. Shigley, J. E. (1989). The design of screws, fasteners and connections. In *Mechanical Engineering Design* (p. 337). McGraw-Hill Inc.
16. Hwei-Ming Chai (2005). Application of Stress-Strain Curve. Measurement of Stress and Strain. www.ptntu.edu.tw.
17. Spiralock. (2014). Recuperado el 24 de julio de 2014 de Stanley Engineered Fastening: <http://www.stanleyengineeredfastening.com>
18. Fatigue Testing for Endosseous Dental Implants. American National Standard/American Dental Association. Standard No. 127. Identical adoption of ISO 14801, 2007.
19. Class II Special Controls Guidance Documents: Root-form Endosseous Dental Implants and Endosseous Dental Implant Abutments. U.S. Food and Drug Administration. Guidance for Industry and FDA Staff. May 2002.
20. Boggan, R. S., Strong, J. T., Misch, C. E., & Bidez, M. W. (1999). Influence of Hex Geometry and Prosthetic Table Width on Static and Fatigue Strength of Dental Implants. *The Journal of Prosthetic Dentistry* , 436-440.
21. Turzo, K. (2012). Surface Aspects of Titanium Dental Implants, *Biotechnology - Molecular Studies and Novel Applications for Improved Quality of Human Life*, Prof. Reda Sammour (Ed.), ISBN: 978-953-51-0151-2.
22. ASTM Standard F 67, 2013, "Standard Specification for Unalloyed Titanium, for Surgical Implant Applications (UNS R50250, UNS R50400, UNS R50550, UNS R50700)," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2013, DOI: 10.1520/F0067, www.astm.org.
23. Hallab, N. J., Jacobs, J. J., & Katz, J. L. (2004). Orthopedic Applications. In *Biomaterials Science: An introduction to Materials in Medicine* (p. 537). California: Elsevier Academic Press.
24. Okazaki, Y. (2012). Comparison of Fatigue Properties and Fatigue Crack Growth Rates of Various Implantable Metals. *Materials* , 2982-3001.
25. Aran, A. (2007). Manufacturing Properties of Engineering Materials. ITU Department of Mechanical Engineering.
26. Ensayos de resistencia y fatiga de implantes realizados de acuerdo con la norma ISO 14801
27. BioHorizons® y Laser-Lok® son marcas registradas de BioHorizons Implant Inc.
28. Nobel Biocare y NobelActive® son marcas registradas de Nobel Biocare Holding AG.
29. Astra Tech™, OsseoSpeed™ y TiDesign™ son marcas comerciales de Astra Tech Implant System.
30. Dentsply® y Xive® son marcas comerciales de Dentsply Implants.
31. Dental Implants with an Internal Connection. (2007, January). Recuperado el 4 de agosto de 2014, en *OsseoNews*: www.osseonews.com

