

Prótesis sobre implantes por CAD/CAM: modo de trabajo, indicaciones y resultados

Dr. Eduardo Anitua, doctor en Medicina y Cirugía. Especialista en Estomatología.
Fundador y Director Científico de BTI Biotechnology Institute.

CAD/CAM es una tecnología que permite fabricar las prótesis por medio de un soporte informático que ayuda a diseñar la estructura y un sistema posterior de mecanizado, sinterizado, sinterizado-fresado e impresión 3D que funciona bajo el mando de un diseño generado en ordenador. Esta tecnología fue utilizada de forma inicial para el trabajo sobre dientes en los años 80 y extrapolada posteriormente a las rehabilitaciones sobre implantes. En el presente caso clínico se muestra a un paciente tratado con tecnología CAD/CAM HTL con un largo tiempo de seguimiento de 9 años.

◆ Contacto
eduardo@fundacioneduardoanitua.org

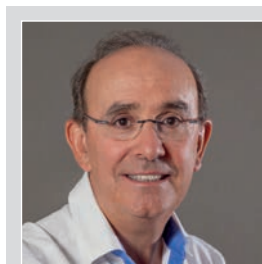
Resumen

El CAD/CAM es una tecnología que nos permite realizar nuestras prótesis mediante un soporte informático que nos ayuda a diseñar la estructura y un sistema posterior de mecanizado, sinterizado, sinterizado-fresado e impresión 3D que trabaja a las órdenes de un diseño generado en ordenador. Esta forma de trabajo nos ayuda a generar prótesis en un menor tiempo de laboratorio y a mejorar los ajustes. Cuando además se trabaja con piezas intermedias (transepiteliales) la consecución de un correcto asentamiento y hermetismo es más fácil de lograr. En el presente caso clínico mostramos un paciente tratado con la tecnología CAD/CAM HTL con un largo tiempo de seguimiento de 9 años.

Introducción

El CAD/CAM es una tecnología que nos permite realizar nuestras prótesis mediante un soporte informático que nos ayuda a diseñar la estructura y un sistema posterior de mecanizado, sinterizado, sinterizado-fresado e impresión 3D que trabaja a las órdenes de un diseño generado en ordenador.¹⁻¹⁰ La tecnología fue utilizada de forma inicial para el trabajo sobre dientes en los años 80, extrapolada posteriormente a las rehabilitaciones sobre implantes. Para la incorporación a la prótesis sobre implantes, se necesitaron idear diferentes tecnologías que identificasen la posición del implante, la conexión

del mismo en la boca del paciente y que pudiera ser replicada en el ordenador, punto de mayor complejidad comparado con la replicación informática de muñones sobre diente natural^{11,12}. Estos elementos denominados “scan bodies” permiten la realización de un modelo de trabajo virtual y pueden ser incorporados al mismo desde un escaneado intraoral del implante con diferentes posicionadores hasta por el escaneado posterior del modelo obtenido de forma convencional^{13,14}. Cada vez más, la tendencia es a la realización de un flujo digital completo, existiendo escáneres intraorales cada vez más potentes y más precisos en la replicación de la realidad de la cavidad oral y las impresiones digitales extrapolables al modelo de trabajo digital¹⁴⁻¹⁷. Por lo tanto, podemos optar para la realización de nuestras prótesis por un flujo de trabajo digital completo o por un flujo de trabajo mixto, con áreas correspondientes a la prótesis convencional y al flujo digital (Fig. 1). Aún así, los avances en el flujo digital completo todavía muestran pequeños desajustes comparados con el flujo de trabajo convencional, por lo que implementar toda la forma de trabajo de este modo presenta riesgos de ajuste pasivo y de hermetismo, sobre todo cuando los trabajos de prótesis son para implantes¹⁴⁻²³. El sistema de trabajo HTL es un laboratorio de CAD/CAM que trabaja utilizando la técnica de fresado o sinterizado-fresado, así como la

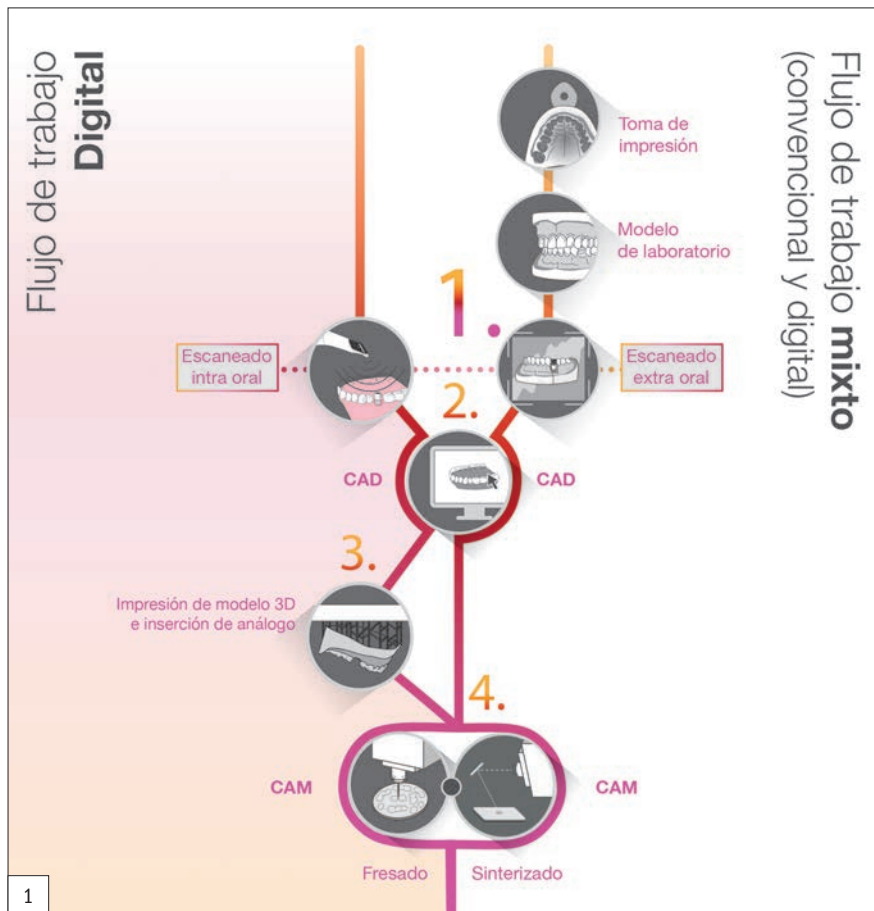


Eduardo Anitua
Práctica privada en
implantología oral, Clínica
Eduardo Anitua, Vitoria, España.
University Institute for
Regenerative Medicine and
Oral Implantology - UIRMI (UPV/
EHU Fundación Eduardo Anitua),
Vitoria, Spain
BTI Biotechnology institute,
Vitoria, España.

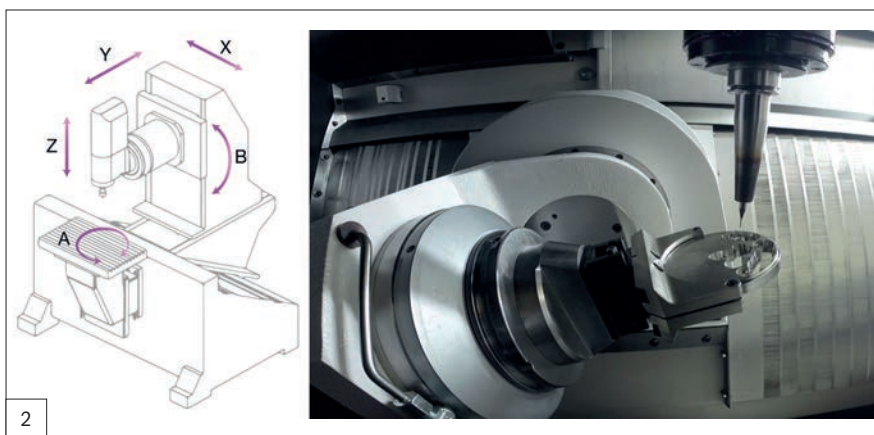
impresión 3D para los modelos. Para ello, dispone de fresadoras de 5 ejes acondicionadas para fabricar prótesis en una amplia gama de materiales del mercado: Cr-Co, Titanio, Zirconio, Disilicato de litio y una amplia variedad de materiales provisionales (PMMA, Composites...). Asimismo, dispone de máquinas de sinterizado y fresado posterior. El trabajo en 5 ejes permite una gran versatilidad en los acabados de las prótesis a la vez que mejora el ajuste y la rapidez de realización de los trabajos, lo que garantiza en los trabajos realizados por HTL un ajuste pasivo y precisión de estructuras de hasta 14 piezas (Fig. 2).

Las restauraciones que podemos conseguir con este tipo de tecnología van desde coronas unitarias hasta rehabilitaciones completas. Podemos optar por cementar (construyendo incluso un pilar personalizado), atornillar directamente a implante, o sobre transepitelial, y también por el diseño de estructuras fresadas cementadas a interfase. Pueden también realizarse barras y supraestructuras para prótesis híbridas, así como personalización de anclajes específicos para sobre-dentaduras (agujeros horizontales, inserciones de locators o anclajes de bola) (Fig. 3).

Finalmente, una de las principales ventajas, y lo que ha supuesto la mayor revolución en prótesis sobre implantes en las últimas décadas que podemos añadir al CAD/CAM, es el cambio de angulación que permite en las chimeneas de entrada de los tornillos, haciendo posible ocultar los orificios de entrada y, por lo tanto, facilitando la estética de las prótesis atornilladas²⁵. Para este fin, los sistemas de mecanizado acorde con los sistemas de implantes deben implementar unos destornilladores específicos que permitan atornillar las estructuras con angulación. El cambio de angulación de la entrada de los tornillos en las prótesis es posible gracias al diseño de un complejo destornillador-tornillo que nos permite la inserción del tornillo de forma correcta a pesar de la inclinación de la chimenea con una tolerancia de hasta 30°. En el caso de HTL, tenemos dos opciones:



1



2

a) *Tornillos para angular sobre transepitelial*: tornillo de 2 mm de diámetro para casos de angulaciones de 0-15° (color azul, tornillo estándar) con su destornillador específico; y Tornillo de 2,4 mm de diámetro para angulaciones de entre 15 y 30° (color verde) con su destornillador específico. Estos tornillos permiten un par de apriete de 10-15 Newtons/cm², lo que hace muy difícil el aflojamiento si existe un buen ajuste pasivo. En caso de uti-

Figura 1.
Distintos tipos de flujo en CAD-CAM

Figura 2.
Con este tipo de tecnología que trabaja en 5 ejes podemos realizar fresados en la prótesis en la que se trabaja en todas las direcciones del espacio, además de combinaciones de varias de ellas. Podemos ver también una imagen real de fresadora de 5 ejes (HTL).

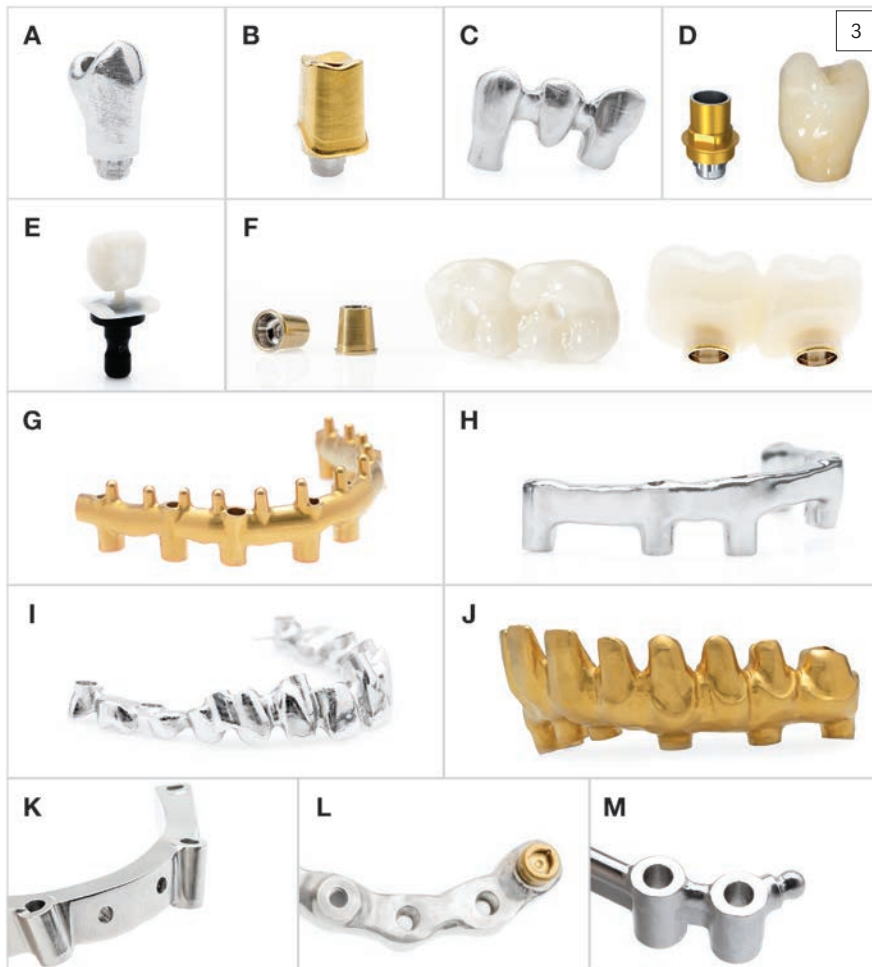


Figura 3. Diferentes elementos que se pueden mecanizar en distintos materiales y con diferentes utilidades. A) Corona unitaria microfresada para colocar cerámica de forma convencional (directa a implante), B) Poste personalizado, C) Punte para colocar cerámica convencional (sobre transepitelial), D) Corona unitaria sobre interfase E) Corona totalmente cerámica a diente natural, F) Estructura de cerámica para cementar sobre interfase y atornillar sobre transepitelial, G) Barra para híbrida con retenciones para la resina H) Barra simple, I) Rehabilitación anatómica atornillada sobre transepitelial completa para añadir manualmente cerámica J) Estructura de metal anatómica para cementar coronas E-max. K) Agujeros transversales en barra, L) Roscas para locator en estructura de barra, M) Atache de bola en barra.

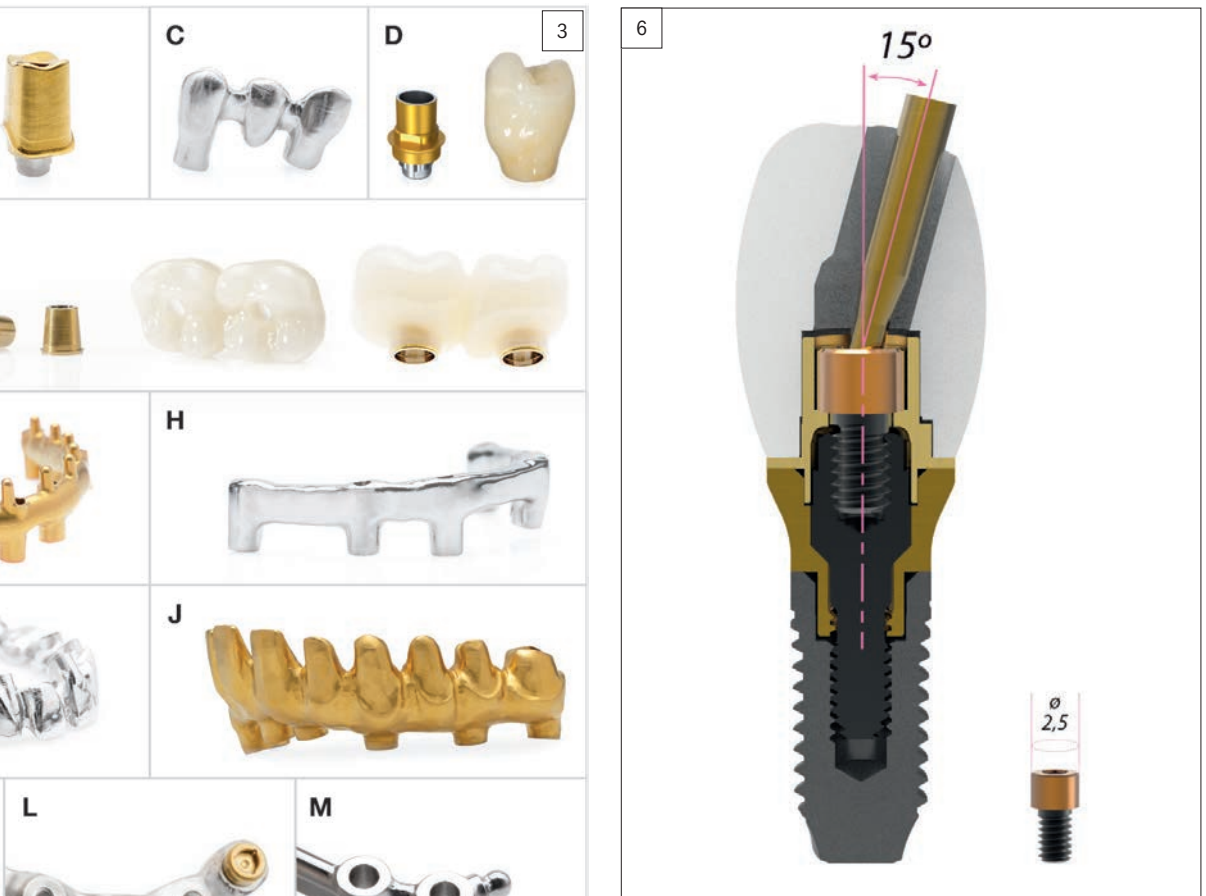


Figura 4-5. Tornillos para angulación sobre transepitelial. Figura 6. Tornillo para angulación sobre transepitelial con interfase expandida o de plataforma ancha.

lizarse interfases, sumamos un tornillo más de 2,5 mm de diámetro para los casos de interfases anchas (permitiendo angulación hasta 15°) (Fig. 4-6).

b) *Tornillos para angular directos a implante:* con dos métricas 2,4 mm (tornillo estándar directo a implante) de diámetro en la cabeza para angulaciones entre 0 y 15° y a partir de 15° hasta 30° con una cabeza de 2,56 mm de diámetro (Fig. 7 a-b).

En ambos casos (directo a implante o con transepitelial), los tornillos presentan un tratamiento superficial específico (Ti Black) que incrementa la precarga del tornillo aportando unos resultados similares al oro. Además, los destornilladores para la inserción de los tornillos son específicos también, existiendo uno para angulaciones de hasta 15 grados y otro para angulaciones de 15 a 30 grados (Fig. 8-9), lo que nos garantiza una excelente precarga. En el presente artículo mostramos un caso complejo rehabilitado con la tecnología CAD/CAM elaborado en HTL.

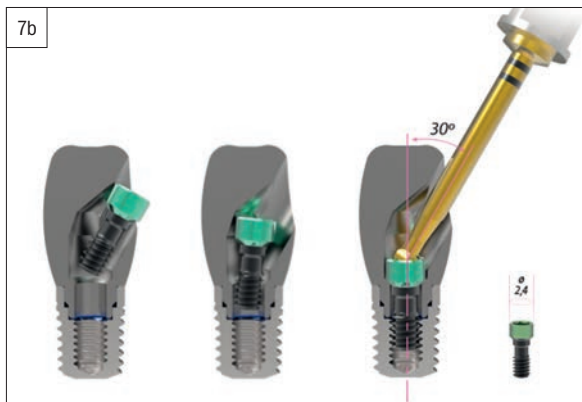
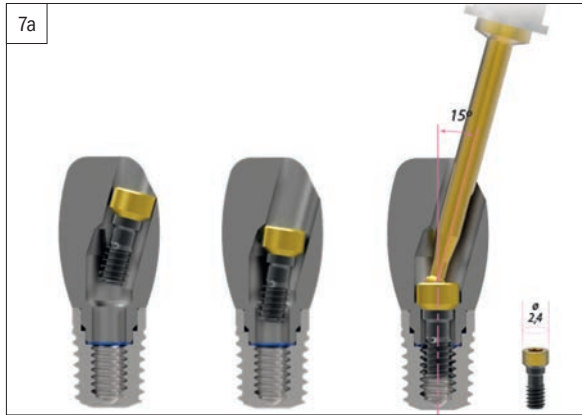
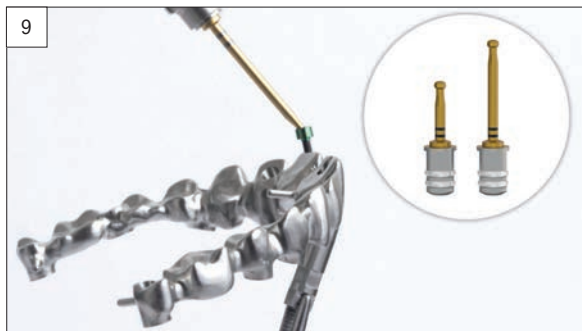
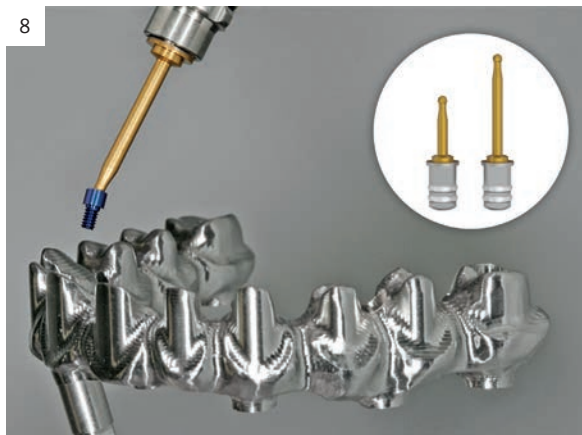


Figura 7.
Tornillos directos a implante.



Figuras 8-9.
Imágenes del uso de ambos destornilladores para angulaciones diferentes.

Caso clínico

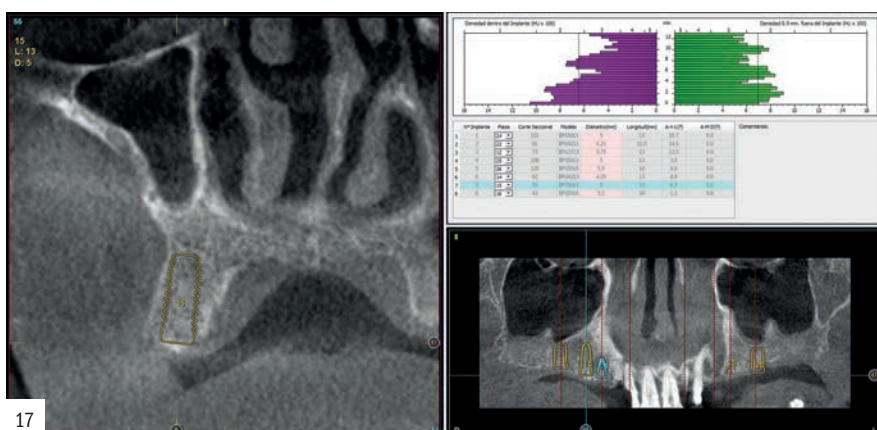
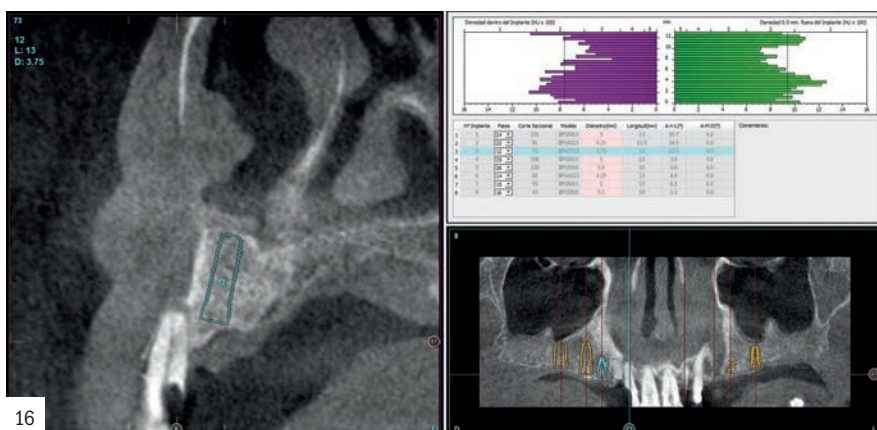
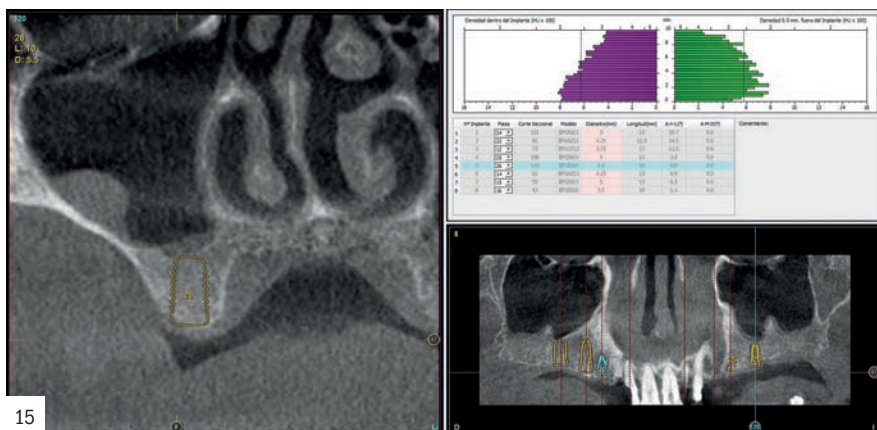
Presentamos el caso de un paciente de 67 años que acude a la consulta para rehabilitación con implantes dentales. Presenta una enfermedad periodontal avanzada con gran acumulación de placa bacteriana, pérdida ósea generalizada y extrusión del frente antero-superior con pérdida de la dimensión vertical en los sectores posteriores (Fig. 10-13).



Figuras 10-13.
Imágenes intraorales del paciente y montaje en el articulador, donde se hace evidente la disminución posterior de la dimensión vertical y la extrusión del sector anterior.

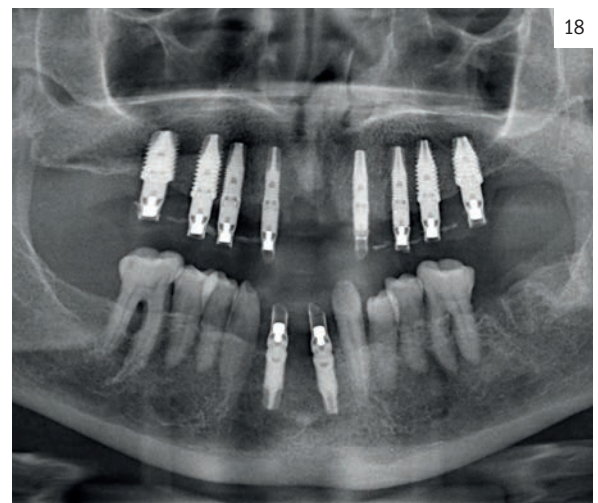


Figuras 14-17. Encerado diagnóstico y planificación de implantes en sectores posteriores superiores, así como la extracción del frente antero-superior y anteroinferior para colocar implantes en esa zona también. Una vez realizadas las extracciones y los implantes se coloca una prótesis de carga inmediata en las 24 horas siguientes.



Se procede a la realización de un encerado diagnóstico para conocer el aumento de la dimensión vertical necesario y planificar las extracciones y colocación de implantes, así como para preparar una guía quirúrgica y radiológica (Fig 14-17).

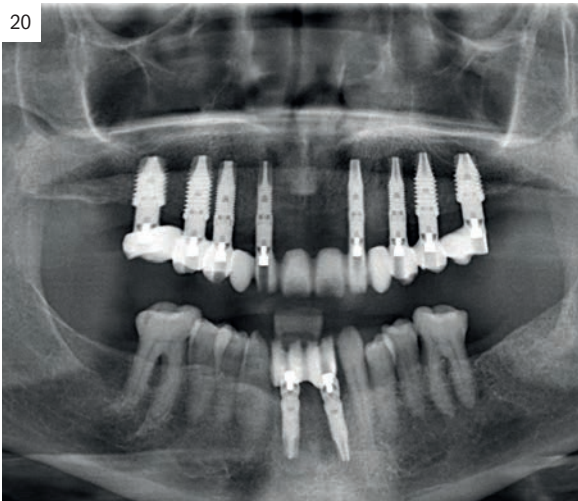
Tras la cirugía, se realiza la prótesis de carga inmediata que se coloca tanto en el maxilar superior como en el sector inferior-anterior (Fig. 18-19). Estas prótesis fueron realizadas en resina y fibra de vidrio utilizando cilindros de titanio.



Figuras 18 y 19. Prótesis de carga inmediata 24 horas después de la cirugía sobre transepiteliales.

Una vez transcurridos seis meses desde la cirugía, se procede a la confección de una prótesis de carga progresiva para ajustar la oclusión y controlar la respuesta muscular en este cambio tan severo de dimensión vertical. En esta prótesis podemos observar la emergencia de los tornillos por vestibular en algunas zonas con extrema atrofia donde se tuvieron que colocar los implantes con mayor inclinación (Fig. 20-21) y, además, se realizó una carga inmediata.

20



21



Figuras 20 y 21.
Emergencia de los tornillos en vestibular en zonas estéticas en las prótesis de carga progresiva.

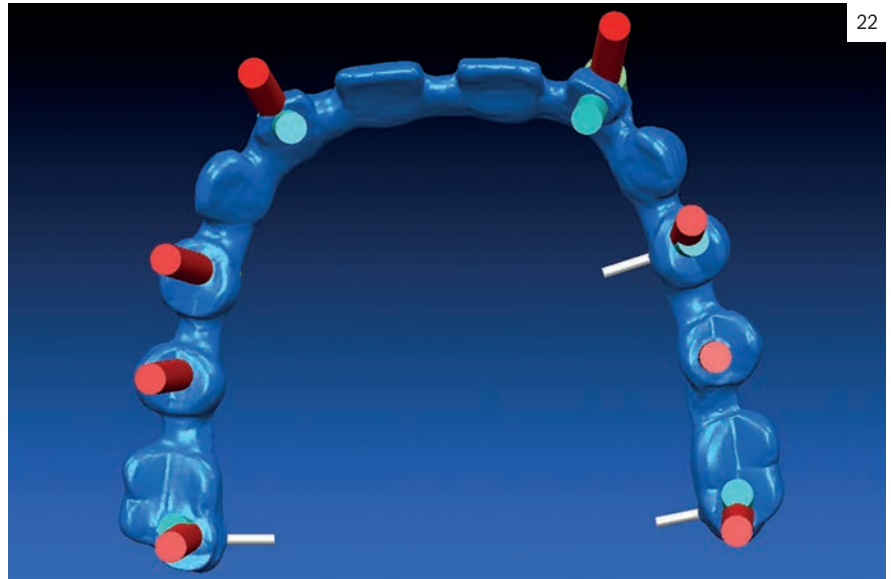
Tres meses después de la prótesis de carga progresiva se inicia la confección de la prótesis definitiva. Esta vez se confecciona la estructura por CAD/CAM en HTL cambiando la emergencia de los tornillos que empeoraban la estética de la rehabilitación (Fig. 22-28).

Nueve años después de la colocación de la prótesis puede observarse la estabilidad del tratamiento. En el transcurso de estos años ha sido necesario extraer y rehabilitar los sectores posteriores del cuarto cuadrante (Fig. 29).

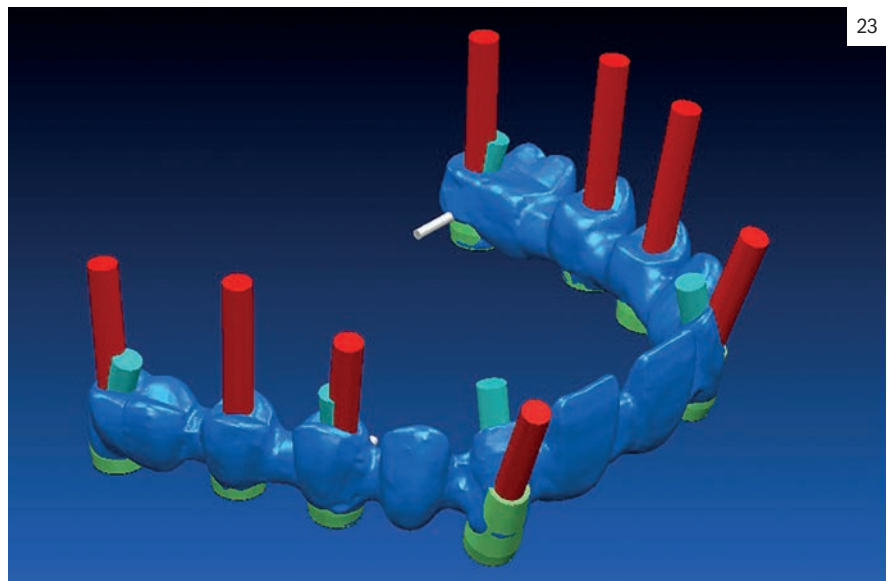
Discusión

En muchas ocasiones, la decisión sobre si la fijación de la prótesis será atornillada o cementada la condiciona la emergencia de los tornillos, ya que esta emergencia tiene una enorme repercusión en la estética final de nuestro trabajo²⁻⁵. La posibilidad que nos ofrece la tecnología CAD/CAM de poder cambiar las angulaciones de las emergencias para poder trasladarlas a un lugar más favorable nos facilita el empleo de prótesis

22



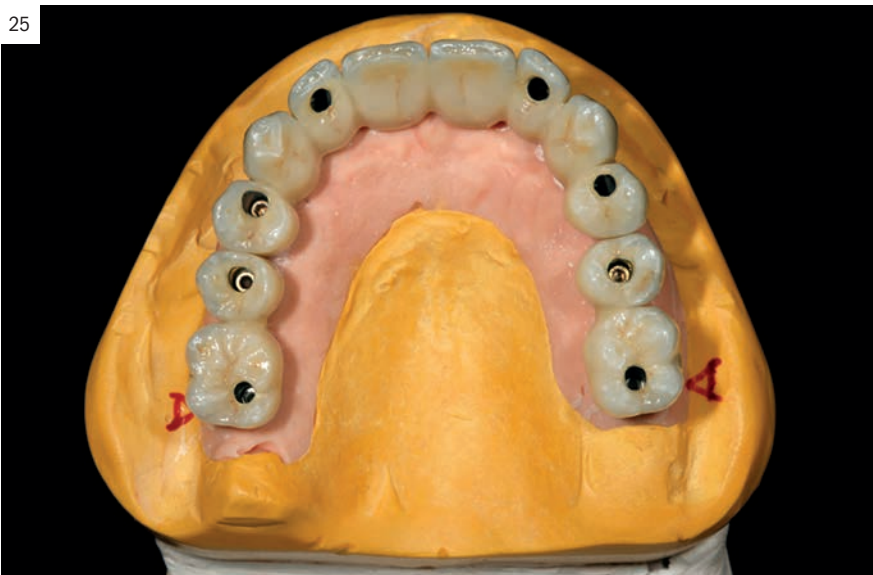
23



24



25



Figuras 22-25. Corrección de las emergencias superiores por CAD-CAM. Mecanizado de la estructura superior e inferior sobre transepiteliales y adición sobre la misma de cerámica de forma convencional. La estructura superior se realiza en tres tramos, pudiéndose haber realizado incluso en 4 por el número de implantes. Esto nos permite mantener cierto grado de flexión del maxilar superior y se mejora el ajuste pasivo de la estructura.

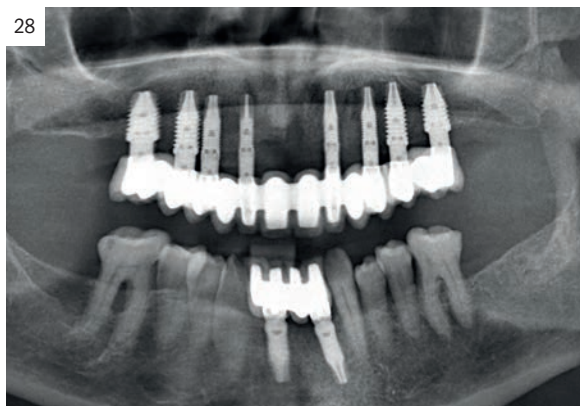
26



27



28



Figuras 26-28. Prótesis superior terminada por CAD-CAM con la corrección de la angulación que permite corregir la estética a nivel antero-superior.

atornilladas en casos en los que de otro modo sería muy difícil su confección, abriendo el abanico de selección de los profesionales y de los pacientes. Lo más interesante de esta tecnología es que nos permite el cambio de angulación buco-lingual como los componentes clásicos angulados, y que con multiim estándar el diseño post de la prótesis puede ser individualizado, dándole una inclinación buco-lingual y mesio-distal a la chimenea, siendo totalmente personalizable. Esto limita la elección de las prótesis cementadas, ya que las atornilladas presentan la gran ventaja de la reversibilidad cuando sea necesario^{1,11}.

Los ajustes y reproducción de las zonas clave de las prótesis en función de la técnica de fabricación empleada son también un punto de discusión a la hora de realizar la prótesis por CAD/CAM. La impresión 3D es una parte emergente de este tipo de procedimientos que está permitiendo la realización de provisionales, fundamentalmente de resina, y prótesis transicionales o de carga inmediata sin función¹⁹⁻²¹. Al mismo tiempo, nos permite hoy en día la fabricación de unos excelentes modelos que pueden ser incluso mixtos con replicas e implantes. En cuanto a la elaboración de las prótesis definitivas, el sistema de sinterización presenta ventajas, como menor coste y mayor productividad comparado con el fresado¹⁰. El fresado presenta mejores características de reproductibilidad y ajuste, pudiendo ser llevado a cabo a través de varios materiales, lo que aumenta su versatilidad pero, sobre todo, su precisión y calidad. Hoy en día la nueva tecnología de sinterizado y mecanizado hace que este problema de calidad sea subsanado, pudiéndose fresar no solo la base de conexión sino también el asiento del tornillo^{22,23}.

Sea cual sea nuestra opción a la hora de realizar una prótesis por CAD/CAM, la utilización de esta nueva tecnología ha cambiado el enfoque de la prótesis sobre implantes convencional, ofreciéndonos nuevos horizontes y perspectivas que nos facilitan enormemente la consecución de restauraciones de alta calidad, con alto compromiso estético y en un menor espacio de tiempo¹⁻³. La confección de estas prótesis, unidas al empleo de los transepiteliales, mejora además el hermetismo implante-prótesis a la vez que preserva la unión que se establece entre el tejido blando peri-implantario y el elemento protésico, permitiendo la retirada de la prótesis²⁴.

29

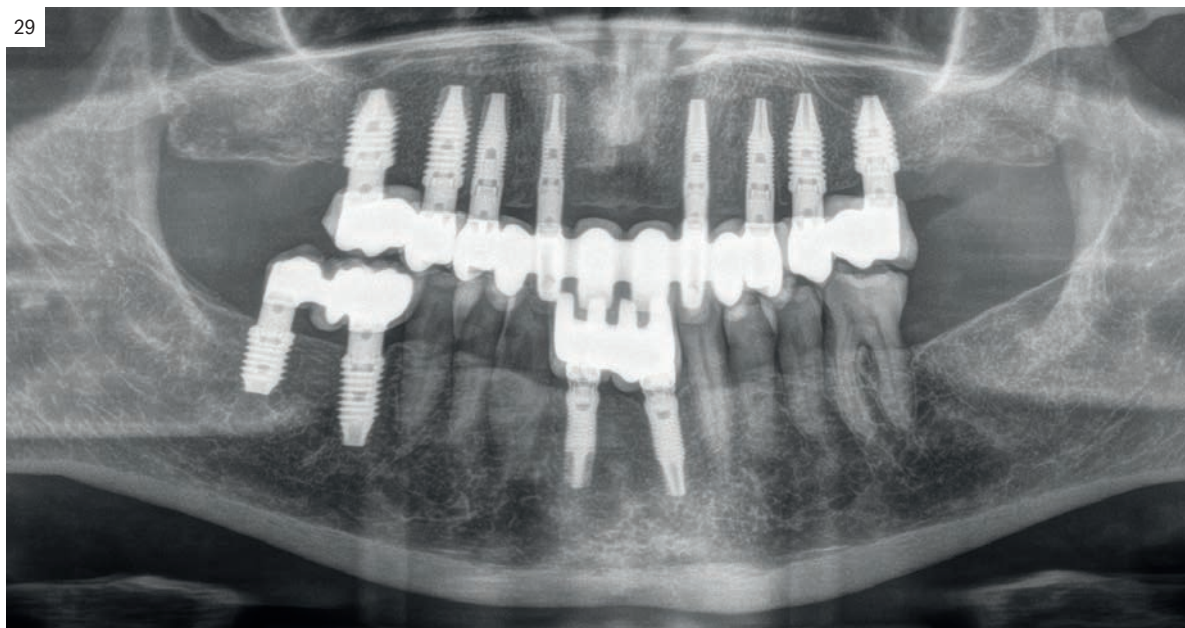


Figura 29.
Radiografía nueve años
después del tratamiento.

Conclusión

La tecnología CAD/CAM puede corregir las angulaciones de los tornillos que emergen por zonas desfavorables permitiendo una personalización tridi-

mensional de la emergencia del tornillo, siendo una alternativa estética y funcional con respecto a la prótesis cementada, que permite su desatornillado cuando es necesario por diferentes motivos.

Bibliografía

- Duret F, Preston JD. CAD/CAM imaging in dentistry. *Curr Opin Dent* 1991;1:150-154
- Rekow ED. Dental CAD/CAM systems: what is the state of the art? *J Am Dent Assoc* 1991;122:43-48
- Güth JF, E Silva JS, Beuer F F, Edelhoff D. Enhancing the predictability of complex rehabilitation with a removable CAD/CAM-fabricated long-term provisional prosthesis: A clinical report. *J Prosthet Dent*. 2012 Jan;107(1):1-6.
- Bentz RM, Balshi SF. Complete oral rehabilitation with implants using CAD/CAM technology, stereolithography, and conoscopic holography. *Implant Dent*. 2012 Feb;21(1):8-12.
- Stawarczyk B, Ender A, Trottmann A, Ozcan M, Fischer J, Hämmerle CH. Load-bearing capacity of CAD/CAM milled polymeric three-unit fixed dental prostheses: Effect of aging regimens. *Clin Oral Investig*. 2012 Jan 3. [Epub ahead of print]
- Van Noort R. The future of dental devices is digital. *Dent Mater*. 2012 Jan; 28(1):3-12. Epub 2011 Nov 26.
- Kelly JR. Computer-aided designed/computer-assisted manufactured (CAD/CAM) all-ceramic crowns appear to perform better than all-composite resin crowns following the first 3 years of placement. *J Evid Based Dent Pract*. 2011 Dec;11(4):203-5.
- Assunção Souza RO, Ozcan M, Augusto Pavanelli C, Buso L, Leão Lombardo GH, Araújo Michida SM, Melo Mesquita AM, Antonio Bottino M. Marginal and Internal Discrepancies Related to Margin Design of Ceramic Crowns Fabricated by a CAD/CAM System. *J Prosthodont*. 2011 Nov 2. doi: 10.1111/j.1532-849X.2011.00793.x. [Epub ahead of print]
- Henkel GL. A comparison of fixed prostheses generated from conventional vs digitally scanned dental impressions. *Compend Contin Educ Dent* 2007; 28(8): 422-31.
- Riquier R. Comparación de la técnica de fresado y la sinterización por láser. Quintessence técnica (ed. esp.). Volumen 18, Núm. 2. Febrero 2007.
- Patzelt SB, Spies BC, Kohal RJ. CAD/CAM-fabricated implant-supported restorations: a systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2015;26 Suppl11:77-85.
- Kapos T, Evans C. CAD/CAM technology for implant abutments, crowns, and superstructures. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29 Suppl:117-36.
- Mizumoto RM, Yilmaz B. Intraoral scan bodies in implant dentistry: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2018; 120:343-352.
- Flügge T, van der Meer WJ, Gonzalez BG, Vach K, Wismeijer D, Wang P. The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2018;29 Suppl 16:374-392.
- Burkhardt F, Strietzel FP, Bitter K, Spies BC. Guided implant surgery for one-piece ceramic implants: a digital workflow. *Int J Comput Dent*. 2020;23:73-82.
- Huang R, Liu Y, Huang B, Zhang C, Chen Z, Li Z. Improved scanning accuracy with newly designed scan bodies: An in vitro study comparing digital versus conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation. *Clin Oral Implants Res*. 2020 Mar 17. [Epub ahead of print] 17. Davidovich E, Dagon S, Tamari I, Etinger M, Mijiritsky E. An Innovative Treatment Approach Using Digital Workflow and CAD-CAM Part 2: The Restoration of Molar Incisor Hypomineralization in Children. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(5).
- Venezia P, Torsello F, Santomauro V, Dibello V, Cavalcanti R. Full Digital Workflow for the Treatment of an Edentulous Patient with Guided Surgery, Immediate Loading and 3D-Printed Hybrid Prosthesis: The BARI Technique 2.0. A Case Report. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(24).
- Lanis A, Alvarez Del Canto O, Barriga P, Polido WD, Morton D. Computer-guided implant surgery and full-arch immediate loading with prefabricated-metal framework-provisional prosthesis created from a 3D printed model. *J Esthet Restor Dent*. 2019;31:199-208.
- Molinero-Mourelle P, Canals S, Gómez-Polo M, Solá-Ruiz MF, Del Río Highsmith J, Viñuela AC. Poly(lactic acid) as a Material for Three-Dimensional Printing of Provisional Restorations. *Int J Prosthodont*. 2018;31:349-350.
- Tahayeri A, Morgan M, Fugolin AP, Bompolaki D, Athirasala A, Pfeifer CS, Ferracane JL, Bertassoni LE. 3D printed versus conventionally cured provisional crown and bridge dental materials. *Dent Mater*. 2018;34:192-200.
- Srinivasan M, Gjengedal H, Cattani-Lorente M, Moussa M, Durual S, Schimmel M, Müller F. CAD/CAM milled complete removable dental prostheses: An in vitro evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness. *Dent Mater J*. 2018; 37:526-533.
- Chavali R, Nejat AH, Lawson NC. Machinability of CAD-CAM materials. *J Prosthet Dent*. 2017;118:194-199.
- Anitua E, Flores C, Piñas L, Alkhraisat MH. Frequency of Technical Complications in Fixed Implant Prosthesis: The Effect of Prosthesis Screw Emergence Correction by Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing. *J Oral Implantol*. 2018;44:427-431.
- Gjelvold B, Sohrabi MM, Chrcanovic BR. Angled Screw Channel: An Alternative to Cemented Single-Implant Restorations--Three Clinical Examples. *Int J Prosthodont*. 2016;29:74-76.