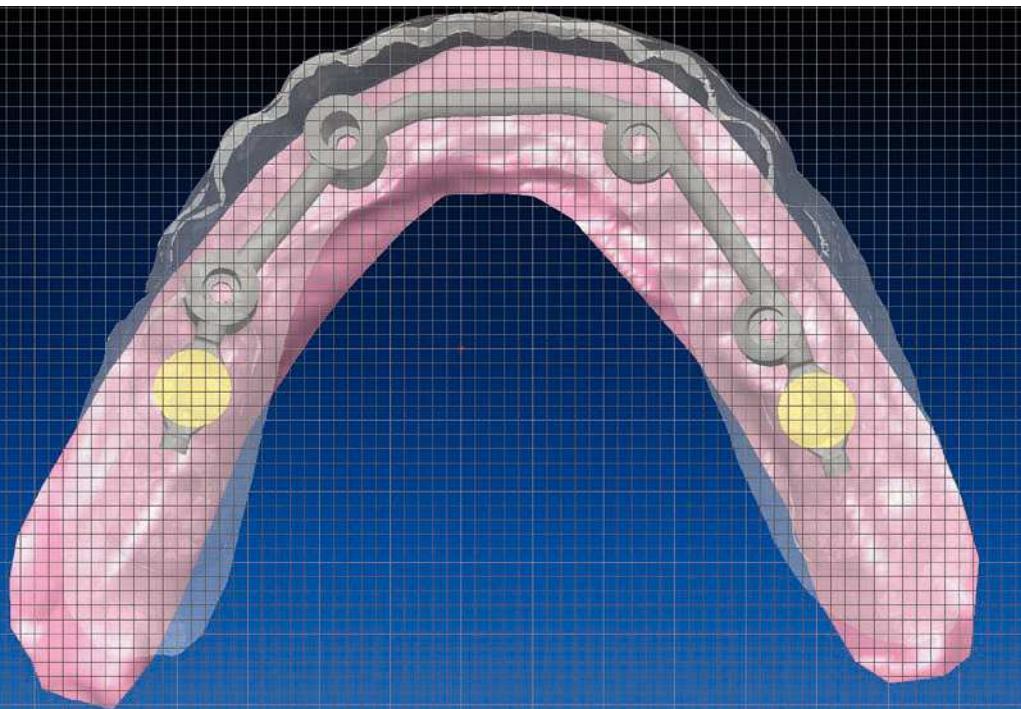


REVISIÓN CAD/CAM



[Resumen]

El nuevo sistema CAD/CAM aquí presentado constituye, en tanto que sistema central, una alternativa a sistemas convencionales para suministrar diversos sistemas de implantes. El denominado sistema PSR no sólo es ideal para casos técnicamente exigentes, sino que también está especialmente indicado para las prótesis híbridas y sobre dentaduras implantosostenidas normales. Las piezas de reconstrucción del entorno gingival legibles por ordenador y la técnica de robots moderna posibilitan en parte prescindir de la toma de impresión para implantes y, por ende, de posibles errores de impresión en los pilares. Los métodos PSR para barras o pilares se diferencian considerablemente entre sí en los detalles, de modo que a continuación se presentan ambos métodos sucesivamente.

Palabras clave

Prótesis implantosostenida. CAD/CAM. Rentabilidad. Impresión de implantes. Pilar. Barra.

(Quintessenz Zahntech.
2008;34(7):848-60)

Confección centralizada de pilares de implante y prótesis sobre barras implantosostenidas

Presentación de un sistema CAD/CAM económico

Claus Pukropp

Los modernos sistemas CAD/CAM para aplicaciones dentales ofrecen actualmente una amplia selección de materiales e indicaciones para prótesis dentosostenida o implantosostenida, así como productos finales que suelen ser cualitativamente equiparables. Gracias a la introducción generalizada de la tecnología CAD/CAM en el laboratorio dental fue posible introducir nuevos materiales, tales como el dióxido de zirconio, y reducir o incluso suprimir inconvenientes clásicos de los métodos de producción convencionales. En este contexto cabe mencionar como ejemplo la técnica de colado y su problemática del colado libre de tensiones de una supraestructura implantosostenida de varias piezas voluminosa. La mayoría de los sistemas actualmente presentes en el mercado siguen la secuencia de proceso:

- digitalización del modelo del maxilar
- confección de un diseño de estructura mediante una aplicación de software
- y producción de la estructura por medio de sistemas de fresado o sinterización láser

Introducción

Para ello, los fabricantes ofrecen sistemas que pueden incluir escáneres, ordenadores y unidades de producción. Los costes de inversión de estos sistemas oscilan entre aproximadamente 15.000 a 200.000 euros y requieren una formación exhaustiva y laboriosa del personal adecuado para el manejo y el control de los sistemas. Diversos fabricantes de sistemas CAD/CAM ofrecen simulaciones de la amortización de los sistemas, a fin de posibilitar al laboratorio dental una configuración adecuada al mercado del precio de las prótesis confeccionadas mediante CAD/CAM. En opinión del autor, a menudo no se alcanzan estas cifras de ventas en la realidad debido al mayor precio de coste comercial para el cliente final (el paciente), puesto que estas inversiones en aparatos, los elevados costes de materiales consumibles, las «horas-persona» imputables a la producción y un margen bruto necesario desde el punto de vista empresarial hacen que la prótesis dental confeccionada mediante CAD/CAM parezca cara².

Actualmente, la mayoría de los sistemas de implantes de una y dos piezas requieren una toma de impresión para implantes en el procedimiento en dos tiempos, esto es, cicatrización sin carga de los implantes en el hueso. Como se sabe, dicha toma de impresión se realiza utilizando piezas auxiliares especiales (postes de impresión o cofias de impresión) a nivel del implante o del pilar. Dado que, en la mayoría de los casos, la zona de contacto entre el elemento auxiliar de impresión y la interfaz del implante se sitúa por motivos estéticos por debajo del margen gingival, tan sólo una radiografía de control permite verificar con seguridad la unión positiva entre los componentes, la cual es absolutamente imprescindible para una transferencia correcta y precisa de la posición del implante al modelo maestro. Los errores de impresión que pueden producirse debido a la colocación incorrecta de los elementos auxiliares de impresión se manifiestan habitualmente en el hecho de que no es posible colocar las supraestructuras *in situ* sin tensiones y se requiere una nueva toma de impresión de la situación de los implantes en el maxilar, incluida la confección de una nueva prótesis o su corrección.

Descripción del procedimiento

Principio funcional y secuencia de trabajo

El sistema CAD/CAM de la firma BIOMET 3i, Karlsruhe, Alemania, presentado en este artículo es el PSR (Patient Specific Restoration), y está estructurado como planta de producción central, que, además de la producción mecánica controlada por ordenador propiamente dicha (CAM), incluye también el registro de datos y el diseño (CAD) como prestación parcial del producto en su conjunto. Los centros de producción se encuentran en Estados Unidos, Asia y Europa. No son necesarios conocimientos técnicos especiales por parte del protésico dental, sino que únicamente se requiere acceso a Internet y una dirección de correo electrónico para poder utilizar el sistema PSR (PSR Architech Cam-StructSure® y ENCODE®). Tampoco se plantean requisitos especiales en cuanto a la potencia del equipo informático (PC o portátil). En los centros de producción trabajan protésicos dentales, ingenieros y técnicos en mecanización por arranque de virutas especialmente formados, quienes utilizan aplicaciones CAD y fresadoras industriales como las que se emplean en la creación de implantes dentales, así como prótesis de cadera o rodilla.

Básicamente, la secuencia de trabajo en el sistema PSR es la siguiente:

- El odontólogo toma una impresión de la situación.
- El laboratorio elabora un modelo maestro en yeso de clase IV.
- El laboratorio envía el modelo al centro de producción.

REVISIÓN CAD/CAM

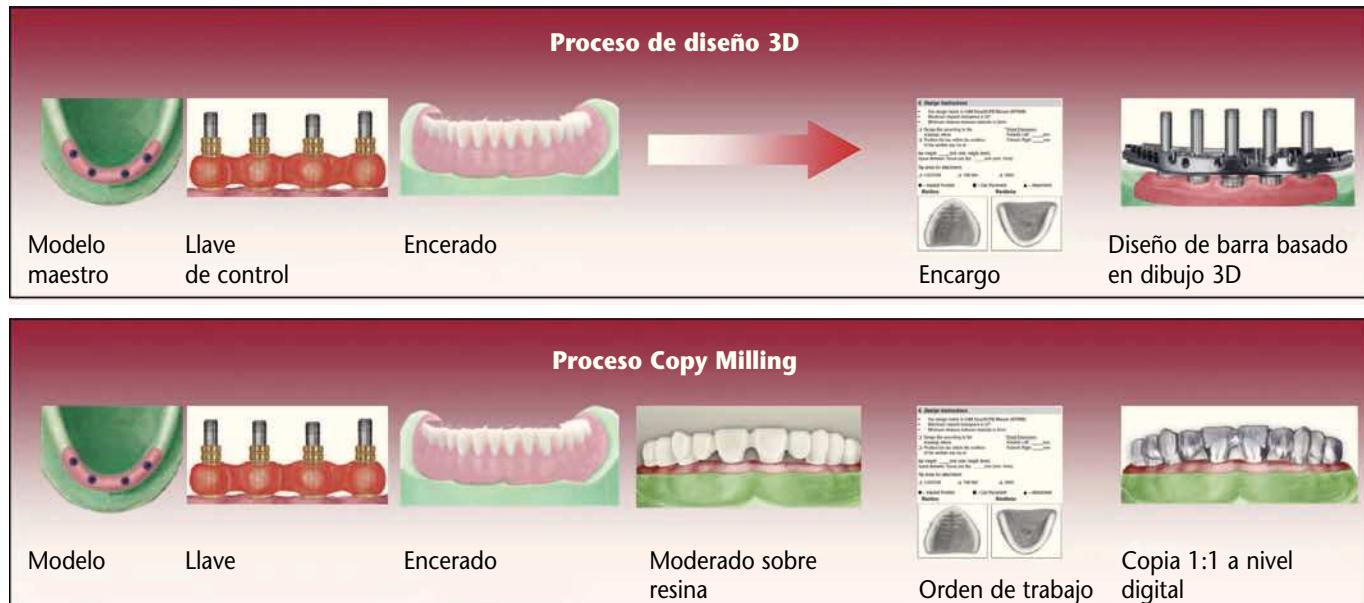


Fig. 1. Comparación de la cadena de proceso entre los modelados virtual y físico de las estructuras.

- El modelo es trabajado y digitalizado y se dibuja una estructura CAD (barra, pilar).
- El laboratorio recibe electrónicamente el dibujo CAD para su inspección y aprobación.
- Confección de la prótesis (CAM) en el centro BIOMET 3i y envío al laboratorio.
- Acabado de la prótesis en el laboratorio.
- Colocación de la prótesis en boca del paciente por parte del odontólogo.

Los métodos PSR para barras o pilares se diferencian considerablemente entre sí en los detalles, de modo que a continuación se presentan ambos métodos sucesivamente (fig. 1).

Al igual que en el sistema PSR Architech CamStructSure para la confección de barras individuales y prefabricadas, tampoco en el sistema ENCODE COMPLETE es necesaria inversión alguna para equipos CAD/CAM o materiales consumibles por parte del laboratorio o del odontólogo. Únicamente se requiere un sistema articulador Stratos con sistema de conexión ADESSO (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenstein) (fig. 2) calibrado por el centro BIOMET 3i para la articulación de las prótesis ENCODE.

El sistema ENCODE COMPLETE incluye como elemento clave una pieza de reconstrucción del entorno gingival espacial y analizable (fig. 3), la cual presenta en su superficie frontal diversas muescas que son reconocidas por un software especial tras la digitalización del modelo. La toma de impresión odontológica del maxilar no tiene lugar como habitualmente a nivel del implante, sino como impresión de estudio sobre las piezas de reconstrucción del entorno gingival ENCODE presentes in situ (fig. 4). En lugar de alginato, se utiliza como material de impresión un polisiloxano, un éter de goma o un hidrocoloide de reproducción precisa. La codificación en la superficie frontal de las piezas de reconstrucción del entorno gingival especifica el diámetro de implante utilizado, el eje del implante y la posición de rotación del implante del hexágono interno doble, así como la altura escogida de la pieza de reconstrucción del entorno gingival, de modo que el

Pilar de implante ENCODE

Fig. 2. El sistema de articulador Stratos (Ivoclar Vivadent) con sistema ADESSO Split calibrado.

Fig. 3. (arriba a la derecha) Piezas de reconstrucción del entorno gingival ENCODE con codificación de la superficie legible por ordenador.

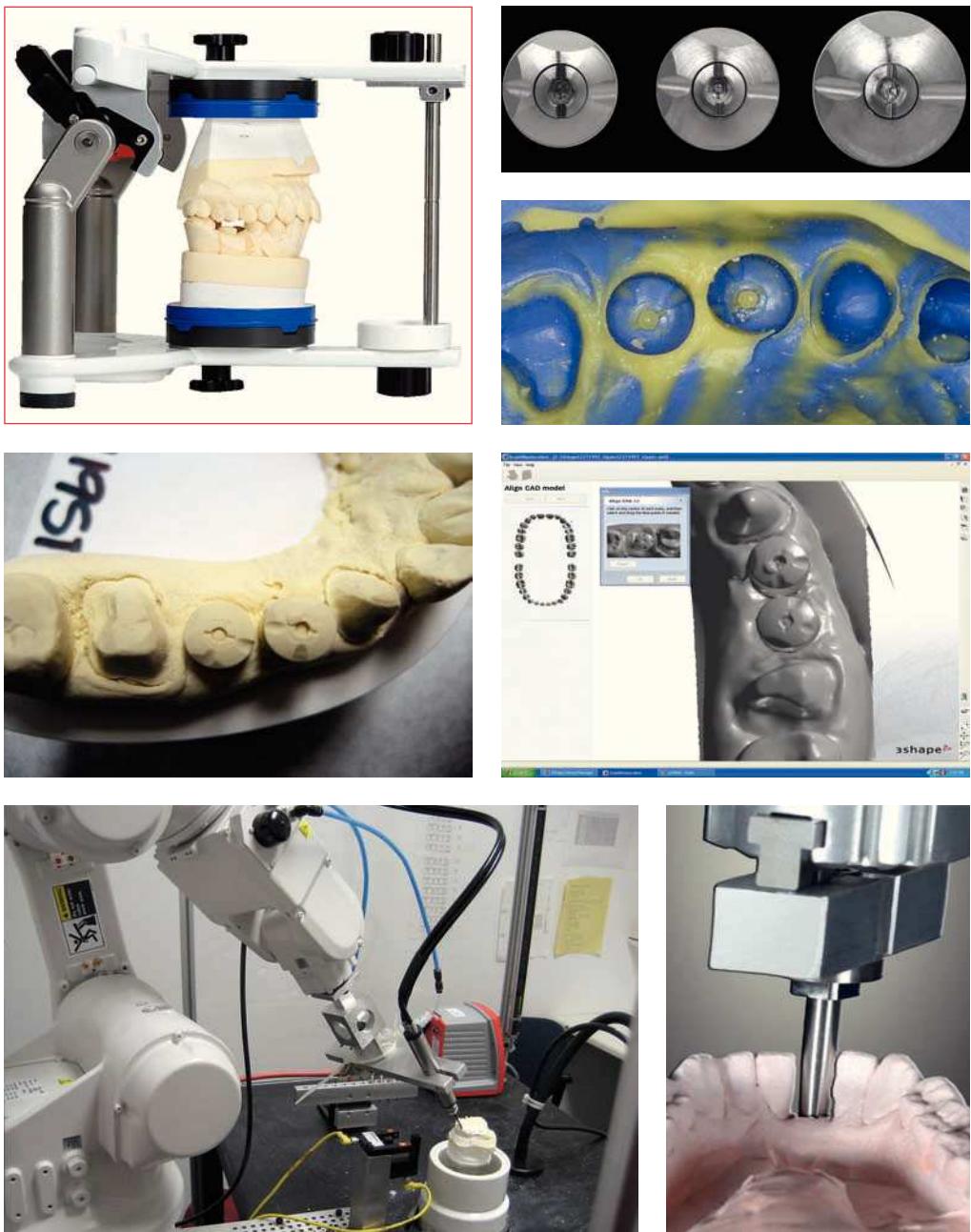
Fig. 4. (abajo a la derecha) Una impresión de precisión de las piezas de reconstrucción del entorno gingival como modelo de estudio.

Fig. 5a. El traslado de la impresión a yeso de clase IV como modelo Dowel-Pin.

Fig. 5b. El modelo digitalizado para determinar la posición del implante.

Fig. 6. Una instalación robotizada para confeccionar el modelo maestro.

Fig. 7. La colocación del análogo de modelo, controlada por robot.



sistema informático pueda calcular la posición exacta (ejes x, y, z y posición de rotación) del implante en cuestión en el modelo (figs. 5a y 5b). Mediante un robot de alta precisión, en el siguiente paso se transforma el modelo de estudio de yeso en un modelo maestro con análogo de implante. Según los datos del modelo digitalizados y a la posición del implante calculada exactamente, el robot elimina mediante el fresado del modelo de estudio la pieza de reconstrucción del entorno gingival ENCODE confeccionada en yeso (fig. 6) y sitúa un análogo de implante adecuado en la posición previamente calculada en el modelo (fig. 7). Para fijar el análogo de modelo se utiliza un adhesivo multicomponente altamente resistente optimizado para la combinación de materiales titanio-yeso (a base de

REVISIÓN CAD/CAM



Fig. 8. Creación del diseño de estructura virtual encargado por el cliente en el centro principal de BIOMET 3i en Valencia, España.

Fig. 9. Una orden de trabajo preimpresa para un pilar ENCODE, mediante la cual el protésico dental puede comunicar deseos de diseño individuales.

cianoacrilato, entre otros). En paralelo a la confección del modelo, se procede al diseño digital del pilar por parte de técnicos CAD con conocimientos de prótesis dental (protésicos dentales y maestros protésicos con formación complementaria y continua internas adicionales como técnicos en aplicaciones CAD) en el centro de cálculo de la planta (fig. 8). Un formulario de pedido cumplimentado por el protésico dental comunica al técnico CAD los deseos individuales del odontólogo, los cuales son atendidos durante el diseño del pilar (fig. 9). Una vez concluido el diseño CAD, el laboratorio recibe por correo electrónico un enlace al servidor de datos del centro BIOMET 3i. Allí está disponible para la descarga un programa de visualización gratuito (e-drawings 2008, SolidWorks Deutschland GmbH, Haar, Alemania) para la visualización en 360° de dibujos CAD. Tras la instalación del programa e-drawings 2008, el laboratorio está en disposición de cargar desde el servidor de BIOMET 3i y examinar el dibujo CAD del pilar, incluida la situación del modelo (fig. 10). En caso de que no fueran necesarias modificaciones, en este punto el laboratorio dental emite la aprobación para la producción. El laboratorio dental puede influir activamente en el diseño del pilar antes de la aprobación para la producción, introduciendo electrónicamente en el sistema sus deseos de modificación (fig. 11). Las modificaciones deseadas son incorporadas al dibujo CAD por los técnicos del centro BIOMET 3i, y el conjunto de datos es introducido en el servidor para su nuevo examen. Los deseos recurrentes especiales de los clientes se guardan en el sistema, de modo que puedan ser tomados en consideración en encargos posteriores. Tras el fresado del pilar, el cliente puede encargar el recubrimiento del pilar con nitrito de titanio de color dorado, que gracias a la colora-

REVISIÓN CAD/CAM

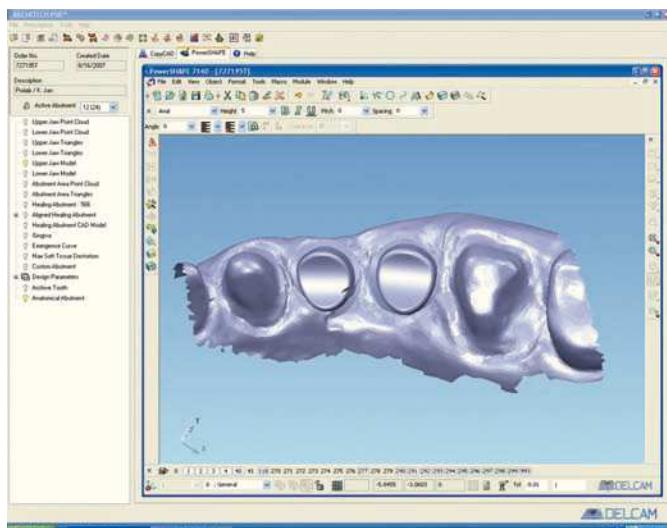


Fig. 10. Un modelo virtual con pilares dibujados como descarga desde el servidor, para su examen y autorización por el laboratorio.

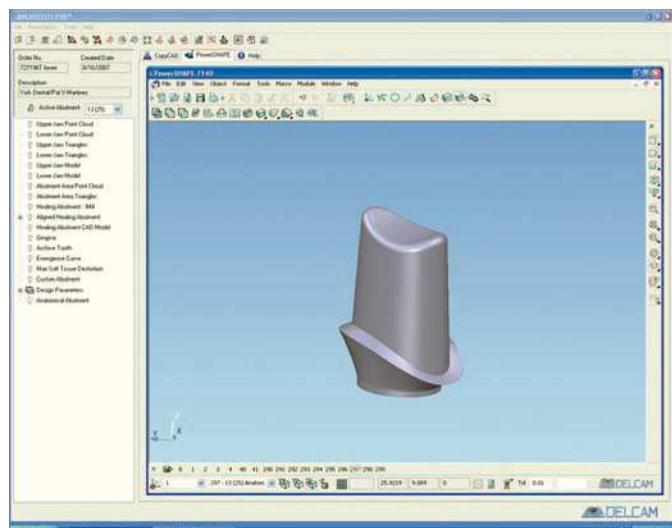


Fig. 11. Representación detallada de la estructura dibujada como opción de representación en el programa gratuito de visualización CAD Viewer para el cliente.



Fig. 12. Un pilar ENCODE individual producido conforme a las especificaciones, con recubrimiento con nitrito de titanio dorado y coloración anódica azul de la interfaz protésica (codificación cromática del implante).



Fig. 13. El modelo maestro Dowel-Pin preparado para el envío, con pilares ENCODE terminados.



Fig. 14. La situación clínica con los elementos de reconstrucción del entorno gingival ENCODE en dos piezas, los cuales se retiran soltando el tornillo central.

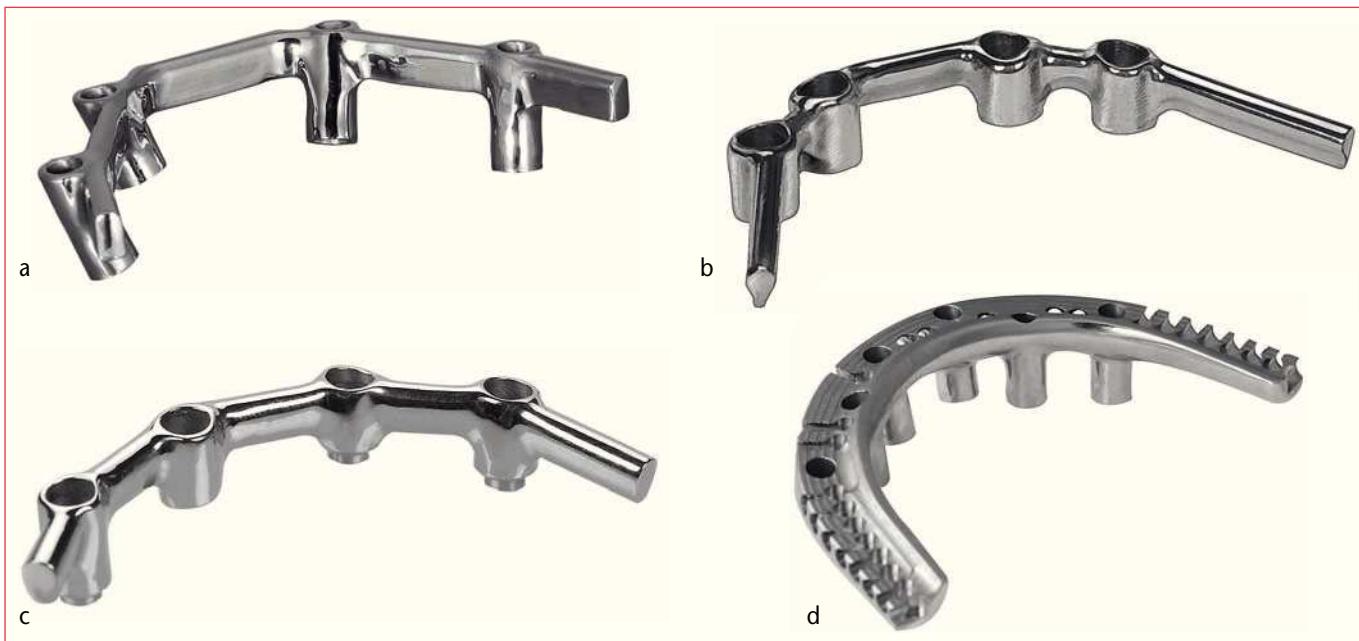


Fig. 15. Los pilares ENCODE se atornillan en el implante ejerciendo 20 Ncm.



Fig. 16. La supraestructura cementada en forma de coronas individuales metalocerámicas.

ción cálida puede prevenir una coloración gris del margen gingival alrededor del pilar⁴. El pilar ya recubierto de nitrito de titanio (fig. 12) se envía al laboratorio dental junto con el modelo maestro confeccionado por robot (fig. 13). En el laboratorio dental se procede de la forma acostumbrada a la confección de las coronas y puentes metalocerámicos o totalmente cerámicos. El odontólogo retira de los implantes las piezas de reconstrucción del entorno gingival ENCODE (fig. 14) y atornilla en los implantes los pilares de titanio ENCODE de color dorado individuales (fig. 15) ejerciendo 20 Ncm con control del par



Figs. 17a a 17d. Ejemplos para CamStructSure: a) conector de barra DOLDER®; b) barra HADER; c) articulación de barra DOLDER®; d) barra híbrida.



Fig. 18. Un Copy Milling digital CamStructSure como puente.

de apriete. Para el cementado de las coronas se utiliza cemento provisional (por ejemplo, Tenrex, Tenrex Cooperation, EE. UU.), a fin de garantizar la reversibilidad condicional de la construcción (fig. 16).

El sistema PSR Architech CamStructSure ofrece al protésico dental la posibilidad de elegir entre recurrir a los actualmente nueve diseños de barra prefabricados distintos (figs. 17a a 17d) o encargar una copia 1:1 (el denominado Copy Milling) (fig. 18) sobre un modelado individual de la construcción deseada. Así mismo, pueden integrarse en la construcción de barras diversos elementos de retención, tales como LOCATOR, anclajes de bola Dalbo, anclajes o tornillos secundarios. El protésico dental escoge la variante de barra deseada y precisa las especificaciones de diseño necesarias en la orden de trabajo CAM StructSure preimpresa. Aquí se consignan además especificaciones exactas sobre la longitud de las posibles extensiones, la distancia a la mucosa, la altura y la anchura de barra de la construcción, y también puede realizarse un dibujo técnico en una arcada dentaria estilizada (fig. 19).

Sistema PSR Architech CamStructSure

REVISIÓN CAD/CAM

1. Account Information (Please Print)

- Lab Name: BIOMET 3i Account#:
- Contact:
- Phone:
- Fax:
- Email:
- Patient ID:
- Ship To:
- Bill To:
- Doctor Name (Optional):
- Materials Required Field

2. Preparing Your Case For Shipment

IMPORTANT: Please include only the following items:
 Only new implant wrench.
 Copy of the completed work order.
 Biomet 3i screw(s).
 Please do not send the articulator.

3. Structure Type

Overdentures	Fixed Rehabilitation	Combination
<input checked="" type="checkbox"/> Double 3mm Wrap	<input checked="" type="checkbox"/> All-on-4, Primary distal	<input checked="" type="checkbox"/> Double 3mm, Primary distal
<input checked="" type="checkbox"/> Double 3mm Wrap	<input checked="" type="checkbox"/> Double anterior, Primary distal	<input checked="" type="checkbox"/> Double anterior, Primary distal
<input checked="" type="checkbox"/> Double 3mm Wrap	<input checked="" type="checkbox"/> Double anterior, Primary distal	<input checked="" type="checkbox"/> Double anterior, Primary distal
<input checked="" type="checkbox"/> Primary 3mm Wrap	<input checked="" type="checkbox"/> Primary anterior, Double distal	<input checked="" type="checkbox"/> Primary anterior, Double distal
<input checked="" type="checkbox"/> Capsule		

*See Compatibility Chart in CAM StructSURE Manual (AP7800).

4. Case Information

Implant Position	Implant Brand	Implant System	Implant Diameter	Abutment Type
1			4.1	
2			4.1	
3			4.1	
4			4.1	
5			4.1	
6			4.1	
7			4.1	
8			4.1	
9			4.1	
10			4.1	
11			4.1	
12			4.1	
13			4.1	
14			4.1	
15			4.1	
16			4.1	
17			4.1	
18			4.1	
19			4.1	
20			4.1	
21			4.1	
22			4.1	
23			4.1	
24			4.1	
25			4.1	
26			4.1	
27			4.1	
28			4.1	
29			4.1	
30			4.1	
31			4.1	
32			4.1	
33			4.1	
34			4.1	
35			4.1	
36			4.1	
37			4.1	
38			4.1	
39			4.1	
40			4.1	
41			4.1	
42			4.1	
43			4.1	
44			4.1	
45			4.1	
46			4.1	
47			4.1	
48			4.1	
49			4.1	
50			4.1	
51			4.1	
52			4.1	
53			4.1	
54			4.1	
55			4.1	
56			4.1	
57			4.1	
58			4.1	
59			4.1	
60			4.1	
61			4.1	
62			4.1	
63			4.1	
64			4.1	
65			4.1	
66			4.1	
67			4.1	
68			4.1	
69			4.1	
70			4.1	
71			4.1	
72			4.1	
73			4.1	
74			4.1	
75			4.1	
76			4.1	
77			4.1	
78			4.1	
79			4.1	
80			4.1	
81			4.1	
82			4.1	
83			4.1	
84			4.1	
85			4.1	
86			4.1	
87			4.1	
88			4.1	
89			4.1	
90			4.1	
91			4.1	
92			4.1	
93			4.1	
94			4.1	
95			4.1	
96			4.1	
97			4.1	
98			4.1	
99			4.1	
100			4.1	
101			4.1	
102			4.1	
103			4.1	
104			4.1	
105			4.1	
106			4.1	
107			4.1	
108			4.1	
109			4.1	
110			4.1	
111			4.1	
112			4.1	
113			4.1	
114			4.1	
115			4.1	
116			4.1	
117			4.1	
118			4.1	
119			4.1	
120			4.1	
121			4.1	
122			4.1	
123			4.1	
124			4.1	
125			4.1	
126			4.1	
127			4.1	
128			4.1	
129			4.1	
130			4.1	
131			4.1	
132			4.1	
133			4.1	
134			4.1	
135			4.1	
136			4.1	
137			4.1	
138			4.1	
139			4.1	
140			4.1	
141			4.1	
142			4.1	
143			4.1	
144			4.1	
145			4.1	
146			4.1	
147			4.1	
148			4.1	
149			4.1	
150			4.1	
151			4.1	
152			4.1	
153			4.1	
154			4.1	
155			4.1	
156			4.1	
157			4.1	
158			4.1	
159			4.1	
160			4.1	
161			4.1	
162			4.1	
163			4.1	
164			4.1	
165			4.1	
166			4.1	
167			4.1	
168			4.1	
169			4.1	
170			4.1	
171			4.1	
172			4.1	
173			4.1	
174			4.1	
175			4.1	
176			4.1	
177			4.1	
178			4.1	
179			4.1	
180			4.1	
181			4.1	
182			4.1	
183			4.1	
184			4.1	
185			4.1	
186			4.1	
187			4.1	
188			4.1	
189			4.1	
190			4.1	
191			4.1	
192			4.1	
193			4.1	
194			4.1	
195			4.1	
196			4.1	
197			4.1	
198			4.1	
199			4.1	
200			4.1	
201			4.1	
202			4.1	
203			4.1	
204			4.1	
205			4.1	
206			4.1	
207			4.1	
208			4.1	
209			4.1	
210			4.1	
211			4.1	
212			4.1	
213			4.1	
214			4.1	
215			4.1	
216			4.1	
217			4.1	
218			4.1	
219			4.1	
220			4.1	
221			4.1	
222			4.1	
223			4.1	
224			4.1	
225			4.1	
226			4.1	
227			4.1	
228			4.1	
229			4.1	
230			4.1	
231			4.1	
232			4.1	
233			4.1	
234			4.1	
235			4.1	
236			4.1	
237			4.1	
238			4.1	
239			4.1	
240			4.1	
241			4.1	
242			4.1	
243			4.1	
244			4.1	
245			4.1	
246			4.1	
247			4.1	
248			4.1	
249			4.1	
250			4.1	
251			4.1	
252			4.1	
253			4.1	
254			4.1	
255			4.1	
256			4.1	
257			4.1	
258			4.1	
259			4.1	
260			4.1	
261			4.1	
262			4.1	
263			4.1	
264			4.1	
265			4.1	
266			4.1	
267			4.1	
268			4.1	
269			4.1	
270			4.1	
271			4.1	
272			4.1	
273			4.1	
274			4.1	
275			4.1	
276			4.1	
277			4.1	
278			4.1	
279			4.1	
280			4.1	
281			4.1	
282			4.1	
283			4.1	
284			4.1	
285			4.1	
286			4.1	
287			4.1	
288			4.1	
289			4.1	
290			4.1	
291			4.1	
292			4.1	
293			4.1	
294			4.1	
295			4.1	
296			4.1	
297			4.1	
298			4.1	
299			4.1	
300			4.1	
301			4.1	
302			4.1	
303			4.1	
304			4.1	
305			4.1	
306			4.1	
307			4.1	
308			4.1	
309			4.1	
310			4.1	
311			4.1	
312			4.1	
313			4.1	
314			4.1	
315			4.1	
316			4.1	
317			4.1	
318			4.1	
319			4.1	
320			4.1	
321			4.1	
322			4.1	
323			4.1	
324			4.1	
325			4.1	
326			4.1	
327			4.1</	

REVISIÓN CAD/CAM

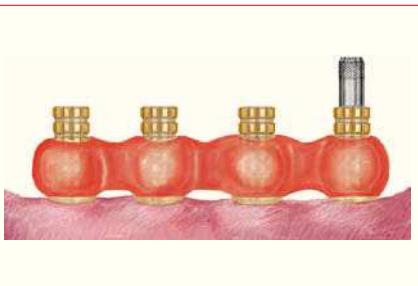


Fig. 24. Comprobación intraoral de la situación de modelo correcta mediante la llave de control.



Fig. 25. Representación esquemática de la fijación del montaje en cera mediante llave de silicona dura.



Fig. 26. Representación esquemática del modelado individual de la estructura realizado por el protésico dental en el Copy Milling.

Bélgica) (fig. 21) y después del fraguado y de una fase de reposo de unas dos horas se verifica mediante una prueba de Sheffield (fig. 22) el ajuste libre de tensiones en el análogo del modelo.

Los refuerzos de fibras de vidrio o nylon en la resina incrementan la resistencia a la torsión y facilitan la confección de la llave de control. Esta medida de refuerzo permite reducir considerablemente la cantidad necesaria de material sintético necesario para la ferulización sin tensiones de los cilindros de titanio (fig. 23). Para realizar el registro definitivo de la relación maxilar y poder garantizar una reproducibilidad lo más exacta posible en la articulación protésica, es recomendable confeccionar una plantilla de registro retenida por el implante (plantilla de mordida). En función de los requisitos estéticos de la reposición, en este punto puede prepararse ya un montaje de los dientes sobre una base de resina para realizar una prueba estética de los dientes anteriores. El odontólogo cita al paciente en la consulta y comprueba con ayuda de la llave de control la exactitud de la impresión de implante/confección del modelo (prueba de Sheffield intraoral, si fuera preciso con radiografía de control) (fig. 24) y procede a precisar la relación de mordida y a realizar la prueba estética. Las medidas adoptadas en este punto validan la situación del modelo, haciendo innecesaria así la prueba de la estructura, dado que en virtud del método de producción las barras de titanio del sistema PSR Architech CamStructSure se asientan sin tensiones sobre el modelo maestro. Los ajustes intraorales deficientes son atribuibles con frecuencia a errores en la toma de impresión o en el modelo, los cuales pueden ser evitados con un alto grado de probabilidad mediante el uso de la llave de control. Por este motivo, la comprobación de la situación en boca/en el modelo es un paso indispensable en la cadena de proceso prescrita por el fabricante. Una vez concluidos la comprobación mediante la llave de control, el registro de mordida y la prueba estética del montaje en cera, se entregan los componentes al protésico dental, quien protege mediante una llave de silicona vestibular (fig. 25) el montaje de los dientes de resina. Esta llave de silicona sirve como protección de transporte para el modelo maestro y el montaje situado sobre éste. Si se escoge como variante de barra una de las versiones prefabricadas, ya no son necesarios más pasos de trabajo por parte del laboratorio. Si se opta por el denominado método Copy Milling, el protésico dental modela la forma de barra deseada (fig. 26) empleando un material autopolimerizable (z. B. Pattern Resin LS, GC Europe) sobre pilares especiales de resina (fig. 27). El laboratorio



Fig. 27. Pilar PreFormance® de poliéter éter cetona (PEEK) para el modelado de las estructuras Copy Milling.

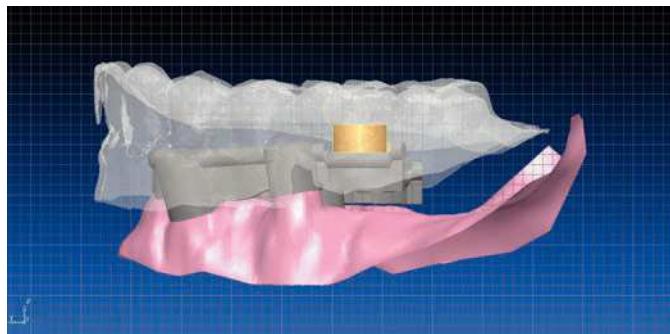


Fig. 28a. El modelo de barra virtual con el modelo maestro y el encerado proyectado como representación CAD tras la descarga.

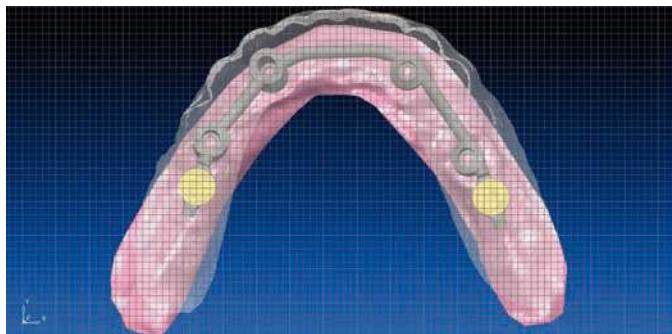


Fig. 28b. La representación puede rotarse 360° y permite ampliar y detallar libremente la visualización. De este modo, el protésico dental puede evaluar el diseño y aprobarlo para la producción.

envía el modelado de barra (sólo en el caso del procedimiento Copy Milling), el modelo maestro junto con el montaje en cera, la llave de silicona y la llave de control, así como la orden de trabajo CAM StructSure cumplimentada, al centro europeo de BIOMET 3i PSR en Valencia, España.

Una vez recibida la entrega en el centro, el laboratorio recibe una confirmación de recepción con fecha de entrega vinculante del trabajo. La duración de elaboración promedio de una barra con seis implantes es de siete días hábiles, envío incluido. Al recibir el material, los empleados de la firma Biomet 3i verifican en el centro la viabilidad del trabajo/del encargo y especialmente la integridad de la documentación. Utilizando un escáner industrial y elementos auxiliares especiales se digitalizan los modelos maestros, la construcción de barra modelada si procede, así como el montaje en cera, e introduce los datos en el centro CAD. En el centro CAD, los protésicos dentales diseñan mediante un software especial (BIOMET 3i Architech PSR Virtual Design) la variante de barra deseada o preparan los modelados de barra Copy Milling escaneados para su mecanización posterior. Una vez concluido el diseño digital, el laboratorio recibe por correo electrónico, como en el sistema ENCODE, un enlace al servidor de datos del centro BIOMET 3i. Allí está nuevamente disponible para la descarga el programa de visualización gratuito (e-drawings 2008, SolidWorks) para la visualización en 360° de dibujos CAD. Mediante el programa e-drawings 2008 puede descargarse desde el servidor de BIOMET 3i el dibujo CAD de la barra y examinarse en el monitor (figs. 28a y 28b). Según las imágenes, el protésico dental puede verificar los parámetros que considere relevantes. Especialmente la proyección semitransparente de la prótesis como montaje sobre el modelo maestro facilita la evaluación de la altura máxima deseada en dirección craneobasal y mesiodistal. El protésico dental tiene la posibilidad de cargar las modificaciones que desee, especificándolas para ello electrónicamente como comentario en el archivo. En cuanto se recibe la aprobación por correo electrónico desde el laboratorio, se toma el archivo del servidor y se incorpora al proceso de producción.

En el primer paso se convierten los datos CAD a bloques de datos legibles por máquinas y se someten a un proceso de validación denominado «Virtual Milling». Un ordenador de alto rendimiento simula a cámara rápida el proceso de fresado por medio de un software especial, a fin de verificar la viabilidad del diseño definitivo deseado por el laboratorio. De este modo se evita que errores en el fresado provoquen gastos

REVISIÓN CAD/CAM

Recorrido de desplazamiento

Longitudinal, X [mm]	400
Transversal, Y [mm]	240
Perpendicular, Z [mm]	350
Eje de pivote [°]	-1
Eje de rotación [°]	n x 360

Husillo (40% ED, S6)

30.000 rpm, HSK 40 [kW/Nm]	12/8/2008
42.000 rpm, HSK 40 [kW/Nm]	13/4/2002
54.000 rpm, HSK 32 [kW/Nm]	8.5/3.5

Velocidad de desplazamiento

Avance/marcha rápida (X, Y) [m/min]	20/40
Avance/marcha rápida (Z) [m/min]	20/40
Avance/marcha rápida (pivotaje) [rpm]	55/165
Avance/marcha rápida (rotación) [rpm]	55/250

Mesa de trabajo

Superficie de sujeción [mm]	Según paleta
Carga máxima de la mesa [kg]	25

Cambiador de herramientas

HSK 32 [unidades]	20/40
HSK 40 [unidades]	18/36/68

Automatización

Tamaño de paleta/cantidad [-/unidades]	Macro Magnum 156/18x
Cambiador de herramientas/cantidad [-/unidades]	ITS 148/20x
Carga máxima [kg]	90

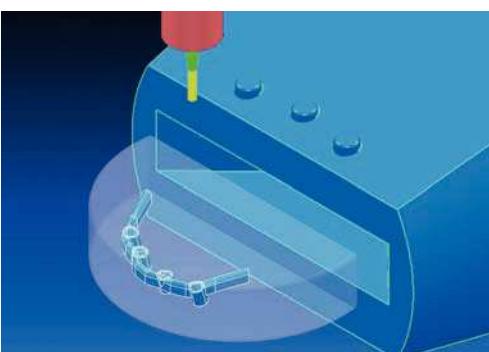


Fig. 29. Proceso de «Virtual Milling» como simulación puramente por ordenador, a fin de poder determinar precozmente conjuntos de datos deficientes o diseños no producibles.



Fig. 30. La instalación de fresado industrial de alto rendimiento MIKRON HSM 400U.

Tabla 1. Los parámetros del aparato MIKRON HSM 400U



Fig. 31. Vista detallada del lado de la barra abrillantado orientado hacia basal y de la interfaz implante-pilar confeccionada con precisión.

de tiempo y de material innecesarios (fig. 29). El arranque de virutas tiene lugar en una unidad de fresado de precisión de alta velocidad de 5 ejes (fig. 30 y tabla 1) con cambio por revólver para 20 herramientas (MIKRON HSM 400U, GF AgieCharmilles,



Fig. 32. La construcción de barra colocada. No es necesario un acabado de la barra por parte del protésico dental, gracias a la calidad de la superficie suministrada de fábrica.



Fig. 33. Un Locator® incorporado como elemento de retención fácilmente sustituible.

Tabla 2. La compatibilidad del sistema PSR con diversos sistemas de implantes

BIOMET 3i®	AstraTech	Nobel Biocare™
Certain® 3.4 Implant	Astra Uni 20 Abutment	Replace® Select 3.5 Implant
Certain 4.1 Implant	Astra Uni 45 Abutment	Replace Select 4.0 Implant
Certain 5.0 Implant	Biohorizons®	Replace Select 5.0 Implant
Certain 6.0 Implant	3.5 Implant	Bränemark MultiUnit RP
External Hex 3.4 Implant	4.0 Implant	Bränemark MultiUnit WP
External Hex 4.1 Implant	5.0 Implant	Bränemark Standard 4.5
External Hex 5.0 Implant	3.5 Abutment	PME 4.5 Abutment
External Hex 6.0 Implant	4.0 Abutment	MKIII 4.1 Abutment
TG OSSEOTITE® 4.8 Implant	5.0 Abutment	Straumann®
Standard Abutment	CAMLOG	Straumann 3.5 Implant
IOL® Abutment	Camlog Bar 3.3, 3.8, 4.3	Straumann 4.8 Implant
Microminiplant™ Conical	Abutment	Straumann 6.5 Implant
Abutment	Camlog Bar 5.0, 6.0 Abu-	SynOcta® Abutment 4.8
Conical Abutment 4.1, 5.0	tment	SynOcta Abutment 6.5
Conical Abutment 6.0	Innova	Zimmer®
Pre-Angled Conical 17°, 25°	Endopore® 3.5 Implant	Advent 4.5 Implant
Friadent®	Endopore 4.1 Implant	Screwvent® 3.5 Implant
Frialit®/Xive® 3.8 Implant	UMA 3.9 Abutment	Screwvent 4.5 Implant
Frialit/Xive 4.5 Implant	Lifecore	TaperLock 4.1 Implant
Frialit/Xive 5.4 Implant	External Hex 5.0 Implant	Spline® 3.25 Implant
Ankylos® BalanceBase		Spline 4.0 Implant
		Spline 5.0 Implant
		ACT 4.5 Abutment

Ginebra, Suiza). Gracias al aparato concebido para el uso industrial, tanto la velocidad de fresado como el tamaño posible del objeto y la calidad superficial de las piezas de trabajo que realmente puede lograrse deben clasificarse por regla general como mejores en comparación con las soluciones descentralizadas en la prótesis dental¹ (fig. 31). Una vez concluida la mecanización, se limpian las piezas de trabajo y se preparan para su envío al laboratorio dental. En el laboratorio se completa la supraestructura siguiendo el método habitual.

Además de los sistemas de implantes propios de la firma, CERTAIN y OsseoTite, el sistema CamStructSure puede utilizarse para trabajar sistemas de otros fabricantes (tabla 2).

REVISIÓN CAD/CAM

El sistema CAD/CAM de la firma BIOMET 3i presentado en este artículo (PSR Architech CamStructSure® y ENCODE®) no requiere costes de inversión para bienes de equipo y, en virtud de sus propiedades conceptuales, genera un margen bruto para el laboratorio desde la primera unidad. Esto constituye una ventaja especialmente para laboratorios pequeños y medianos, los cuales hasta ahora por motivos económicos no podían ofrecer prótesis dentales confeccionadas mediante CAD/CAM o sólo podían confeccionarlas a través de empresas subcontratantes (centros de fresado). El sistema PSR ENDCODE para pilares de implante confeccionados individualmente ofrece la ventaja técnica de poder prescindir de una toma de impresión de implante, evitando así errores en el modelo debidos a impresiones defectuosas. Las piezas de reconstrucción del entorno gingival y la técnica de robots más avanzada permiten transformar impresiones de estudio convencionales de los maxilares en modelos maestros, sobre los cuales a continuación se confeccionan pilares de implante fresados individualmente.

Discusión

El sistema PSR (Patient Specific Restoration) de la firma BIOMET 3i también brinda al protésico dental la posibilidad de ofrecer a sus clientes prótesis dentales confeccionadas mediante CAD/CAM sin incurrir en cargas económicas con inversiones o sin tener que recurrir a centros de fresado clásicos. Los precios de una barra sobre dos implantes con un procedimiento PSR Architech CamStruSure se sitúan a partir de aproximadamente 320 euros, una opción que basándose en la experiencia del autor es tan ventajosa como otros procedimientos presentes en el mercado, toda vez que se suprimen los normalmente necesarios pilares originales de los fabricantes de implantes. Dado que las barras suministradas son productos semiacabados, esto es, el protésico dental todavía debe confeccionar la estructura secundaria (matriz) de la barra en su conjunto, el laboratorio puede calcular independientemente el precio de venta en el marco de las posibilidades legales. La calidad suministrada de las piezas de trabajo es convincente (fig. 32) y no requiere acabado por parte del protésico dental. En comparación con otros sistemas CAD/CAM, esto ahorra un tiempo de trabajo adicional en el laboratorio³, que cabe valorar como recursos y margen bruto.

La disponibilidad de diversas barras y elementos de retención a escoger prefabricados (fig. 33) facilita en gran medida la confección de prótesis, dado que el laboratorio dispone de matrices prefabricadas que le permiten reducir aún más el tiempo de elaboración de la supraestructura. El procedimiento Copy Milling consiste en una copia 1:1 de una barra modelada por el protésico dental, a la cual éste debe dotar de una pieza secundaria por medio de galvanoplastia u otros métodos (por ejemplo, cerrojos). El procedimiento Copy Milling está indicado en casos anatómicamente difíciles o en caso de prótesis fija, la cual requiere un grado máximo de individualización.

Conclusión

Con el sistema PSR Architech Cam StructSure y ENCODE, el laboratorio dental moderno, independientemente de la estructura de personal y de la facturación posible, dispone de un sistema de precio atractivo y de alta calidad para trabajar con diversos sistemas de implantes, y que no sólo está indicado para los casos técnicamente muy exigentes, sino que además se ha acreditado de forma óptima especialmente para las prótesis híbridas y sobredentaduras implantosostenidas normales.

Agradecimiento Este artículo ha sido elaborado con el apoyo amistoso del Dr. Markus Engelschalk, Múnich, Alemania, y del Sr. Stefan Mügge, Compadent GmbH, Herne, Alemania.

Fotografías Compadent Dentallabor GmbH, Herne, Alemania; Dr. Markus C. Engelschalk, Múnich, Alemania, y BIOMET 3i Deutschland GmbH, Karlsruhe, Alemania.

- Bibliografía**
1. Bundesfachschule für Zahntechnik, Stuttgart e.V. (VdMZ). Wer ist der Beste. Dent Labor 2004;52:187-192.
 2. Flohr M. Dental Kompakt. Das Jahrbuch 2008. Rottweil: Flohr, 2008:688-724.
 3. Nobel Biocare, Procera Dental Laboratories. 18627 A GB 0702. Göteborg: Nobel Biocare Services AG, 2007:2.
 4. Richter Ej. Praxis der Zahnheilkunde. Band 13: Implantologie. 2. Auflage. München: Urban & Fischer, 2004.

Correspondencia Claus Pukropp.
Edelbergstrasse 31, 76189 Karlsruhe, Alemania.
Correo electrónico: cpukropp@t-online.de