

PORCELANAS DENTALES 2^{DA} PARTE: CLASIFICACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE ELABORACIÓN DE LA RESTAURACIÓN

DR. ALEJANDRO BERTOLDI HEPBURN

EL SIGUIENTE ARTÍCULO ES LA SEGUNDA PARTE DE “PORCELANAS DENTALES”. EL MISMO SE ENCUENTRA EN RAAO, VOL. L, N° 2, 2012.

DR. ALEJANDRO BERTOLDI HEPBURN

Profesor de la Carrera de Especialización en Rehabilitación Oral. Facultad de Odontología. Universidad del Desarrollo. Concepción, Chile.

Docente autorizado de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN

Las restauraciones elaboradas con porcelana ocupan un lugar central en la Odontología restauradora y rehabilitadora estética.

Las propiedades físicas y estéticas, indicaciones clínicas y técnica de trabajo de las porcelanas dentales están íntimamente relacionadas con su composición y estructura.

Su comprensión se convierte en decisiva para el exitoso trabajo del clínico.

PALABRAS CLAVE: porcelanas – materiales cerámicos, porcelanas sinterizadas – alúmina infiltrada con vidrio – porcelanas inyectadas – porcelanas maquinadas, tecnología CAD/CAM

ABSTRACT

Dental aesthetic restorations have a central position in today's restorative and rehabilitation dentistry.

Physical and aesthetical properties, clinical indications and working techniques of dental porcelains depend on their composition and structure.

Therefore, the comprehension of this subject is crucial for clinical success.

KEYWORDS: porcelains – ceramic materials – sintered porcelains – glass infiltrated alumina – press ceramic – ceramic machining – ceramic milling – CAD/CAM technology

INTRODUCCIÓN - ELABORACIÓN INDUSTRIAL DE LAS PORCELANAS

Conviene entender como se elaboran industrialmente las porcelanas para luego comprender mejor como se fabrican las restauraciones en el laboratorio dental u otros centros de producción.

Industrialmente los componentes básicos (feldespato, cuarzo, óxidos, distintos cristales de refuerzo, etc.) son fusionados a muy alta temperatura (1200 – 1250 grados).

Una vez enfriado el producto se obtiene un bloque cerámico llamado frita que puede ser pulverizada o elaborada como un bloque sólido en forma de lingotes o pastillas, envasada y luego ofrecida comercialmente.

En el caso de emplear la porcelana en forma de polvo, en el laboratorio dental se la mezclará con un líquido

y la masa resultante se empleará para confeccionar la restauración mediante un proceso de sinterizado o cocción en hornos (ver figura 1).

Siendo bloques sólidos (pastillas o lingotes) servirán para ser fundidas e inyectadas, o bien desgastadas mecánicamente (maquinadas). Especialmente en este último procedimiento se emplea tecnología compleja, y puede ser ejecutado en laboratorios dentales especializados, o bien en centros de producción centralizados donde el odontólogo (u otros laboratorios) envía sus modelos o bien la información digitalizada a partir de la digitalización (escaneo) de los mismos.

En virtud de lo explicado hasta aquí, también se suele clasificar a las porcelanas dentales según el modo

de fabricación de las restauraciones. Existen así porcelanas (o a veces sólo materiales cerámicos ya que escapan a la estricta definición de porcelana):

Sinterizadas (o cocidas)

Coladas

Inyectadas

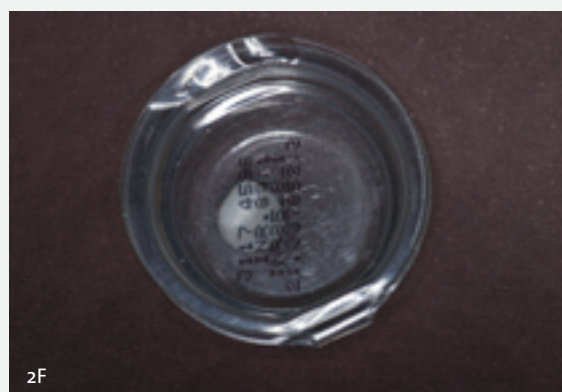
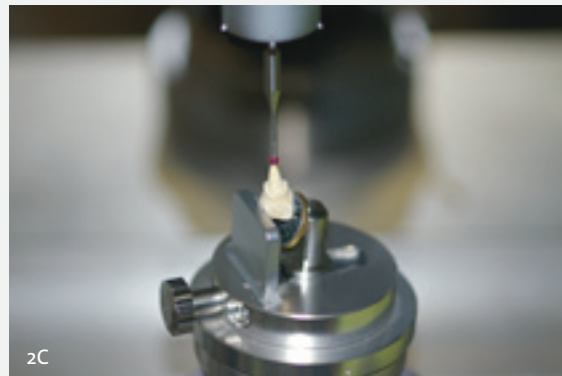
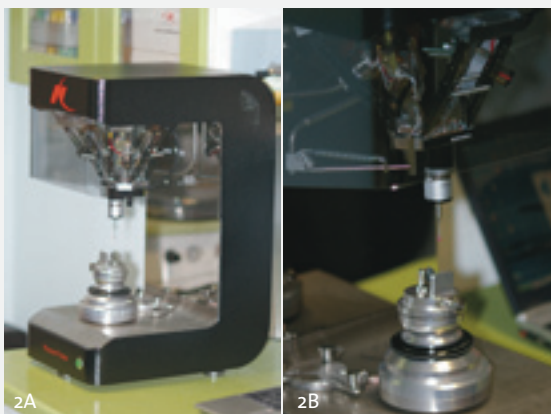
Infiltradas

Maquinadas

ES IMPORTANTE ENTENDER QUE ESTA NUEVA CLASIFICACIÓN INCLUYE DESDE OTRA ÓPTICA A LAS PORCELANAS QUE EN LA PRIMERA PARTE DE ESTE TRABAJO (REVISTA DEL ATENEO ARGENTINO DE ODONTOLOGÍA 2012 L, 2: 24-41) SE DEFINIERON COMO FELDESPÁTICAS, VITROCERÁMICAS, ALÚMINA Y ZIRCONIA.



Figura 1: Horno de laboratorio para sinterización de porcelana. Nótese la platina que soporta a las restauraciones; asciende una vez puesta en funcionamiento y seleccionado el programa hasta quedar totalmente incluida dentro del horno, y completar así el proceso de cocción o sinterización. La fotografía es gentileza del Sr. Mario Coco Bañay (Buenos Aires, Argentina).



Figuras 2A a 2F: Escáner para la elaboración centralizada de núcleos (Procera Forte, Nobel Biocare). En las figuras 2A y 2B se exhibe a la unidad de escaneo. Nótese el soporte para alojar al muñón yesoso y la punta que lo recorrerá para copiarlo tridimensionalmente (figura 2C). La información obtenida es procesada (figura 2D) y

archivada en un computador y luego enviada a un centro de producción industrial en Suecia o Estados Unidos. Allí la restauración es obtenida por sinterización en hornos especiales o bien por maquinación para ser posteriormente devuelta por correo postal en los envases plásticos que se ven en las figuras 2E y 2F. El revestimiento se hace localmente en hornos convencionales con porcelanas feldespáticas con coeficiente de variación térmica compatible. Esta tecnología marcó un hito en la elaboración de restauraciones cerámicas libres de metal. Actualmente en nuestro medio este sistema fue discontinuado por la compañía que lo comercializaba, y en la práctica reemplazado por dispositivos similares pero de elaboración descentralizada de la restauración. Estos nuevos sistemas emplean la maquinación. Se redujeron así los costos, y en general las restauraciones se hicieron más accesibles para los pacientes. Las fotografías son gentileza del Dr. Gabriel Pato Bestard (Neuquén, Argentina).

DESARROLLO

1. Porcelanas sinterizadas o cocidas

Se define como sinterización al tratamiento térmico de un polvo cerámico a una temperatura inferior a la de su fusión donde se crean enlaces fuertes entre las partículas que incrementan la fuerza y la resistencia de la pieza. En la sinterización las partículas coalescen por difusión al estado sólido a muy altas temperaturas, pero por debajo del punto de fusión del compuesto que se desea sinterizar. En este proceso tiene lugar una difusión atómica entre las superficies de contacto de las partículas que finalmente resultan químicamente unidas.

En síntesis, el proceso de sinterización implica una fusión parcial de las partículas del polvo que al enfriarse forman entre ellas uniones fuertes y estables.

Las porcelanas sinterizables tienen habitualmente presentación en forma de polvo. Éste es la frita pulverizada a la que se agregaron pigmentos y opacificadores. El técnico dental lo mezcla con agua destilada u otro líquido aglutinante y obtiene una pasta a la que carga sobre un núcleo metálico o cerámico, o bien directamente sobre un troquel de yeso refractario.

Una vez logradas las formas deseadas, y en sucesivas veces, la pasta es llevada a un horno donde es sometida a temperaturas que aproximadamente oscilan entre 900 y 1000 grados.

Diferentes porcelanas (feldespáticas, alúmina, zirconia) pueden ser sinterizadas. Es así que el proceso de sinterizado se emplea para elaborar restauraciones (o parte de ellas) en distintas instancias:

- Elaboración final de restauraciones (frentes estéticos, incrustaciones) sin infraestructura o base de refuerzo empleando para ello porcelanas feldespáticas con cristales de refuerzo. El sinterizado se realiza sobre modelos de yeso refractario.
- Revestimiento con porcelana feldespática con o sin refuerzo cristalino sobre bases metálicas o cerámicas.
- Fabricación de bases o núcleos de refuerzo para coronas o puentes, incrustaciones y hasta frentes estéticos. Para ello se emplean porcelanas con alúmina o zirconia y se utilizan hornos especiales.

Como se explicó, el proceso de sinterización implica transformar una pasta (polvo de la porcelana más agua destilada u otro líquido aglutinante) en una masa sólida empleando altas temperaturas. Según la restauración que se pretende, el técnico puede cargar la pasta sobre distintas superficies:

- Troqueles de yesos refractarios
- Núcleos o bases metálicas
- Núcleos o bases cerámicas (porcelanas feldespáticas con refuerzo cristalino, alúmina y zirconia).

Las técnicas de sinterizado de porcelana sobre modelos de yeso refractario (materiales que soportan altas temperaturas) tienen ya varios años en la Odontología restauradora. Fueron en gran medida reemplazadas por otras más simples y por ello más aceptadas por los ceramistas (se describirán más adelante).

Pero en los últimos años las técnicas de trabajo y sinterizado directo sobre modelos de yesos refractarios cobraron nuevo impulso, especialmente para la elaboración de frentes estéticos sobre preparaciones dentarias con mínimo desgaste de tejido donde se pretende lograr máxima naturalidad. Se emplean para ello porcelanas feldespáticas que aportan gran translucidez y excelentes posibilidades de generar efectos.

1.1 Sistema Procera AllCeram (Nobel Biocare)

Un tipo especial de porcelana sinterizada de alta resistencia fue el sistema Procera AllCeram. Si bien hoy se encuentra discontinuado en nuestro medio, este sistema marcó el camino para otros desarrollos tecnológicos que hoy en día dominan el mercado.

Se trata de un material cerámico de muy alto conte-

nido (más de 80%) de cristales de alúmina o zirconia. Dependiendo de la aplicación clínica de la estructura se emplean las diferentes posibilidades del sistema.

La versión original de Procera AllCeram elaboraba núcleos de alúmina, alúmina/óxido de magnesio (espinela) o alúmina/zirconia que se destinan fundamentalmente para bases de coronas e incrustaciones pero también para frentes estéticos. Se recurre al sinterizado donde la cocción se hace en hornos especiales de un material de alto contenido de alúmina (mayor al 80%).

Posteriormente, el sistema presentó otra tecnología con otro tipo de porcelana (alto contenido de zirconia / Y-TZP) para la elaboración de infraestructuras para puentes y emergentes estéticos para implantes.

El sistema Procera tuvo una particularidad que lo hizo muy distinto al resto: la producción centralizada de las restauraciones.

El proceso comienza en el consultorio o laboratorio dental donde se copia digitalmente con un escáner la preparación dentaria sobre el modelo. La información se convierte en un archivo que es enviado por correo electrónico a un centro de producción situado en EUA (New Jersey) o en Suecia (Gotemburgo).

En el centro de producción, con aparatología muy compleja y desarrollada tecnológicamente, se obtienen dos muñones / troqueles a partir de la información aportada por el escaneado en el consultorio o laboratorio.

Uno de esos modelos es de material refractario y 20% más grande que el original. Servirá para cargar la porcelana y llevarla al horno. El aumento en sus dimensiones se hace para compensar la contracción que sufrirá la porcelana al ser cocida.

La porcelana es sinterizada en un horno industrial una vez que fue cargada sobre el muñón mediante un proceso de inyección al vacío.

Luego del sinterizado se prueba el coping sobre el segundo muñón elaborado en grafito. Éste posee las dimensiones originales de la preparación dentaria. También se evalúa con un microscopio la integridad estructural del coping.

Luego el núcleo es empacado y devuelto por correo postal al remitente (el laboratorio dental o consulta dental desde donde se envió la información).

Una vez recibido, se realizan las pruebas en boca y se remite al laboratorio local para cargar la porcelana feldespática de revestimiento y finalizar así la restauración.



Figuras 3A a 3C: Núcleo o *coping* Procera Alúmina (Nobel Biocare).
En la figura 3A se lo observa empacado una vez recibido por correo postal desde el centro de producción.
En la figura 3B se ve la prueba clínica sobre la preparación de la pieza 1.1.
Posteriormente en un laboratorio dental local, el coping se reviste con porcelana feldespática de coeficiente de variación térmica compatible obteniendo las formas y aspecto óptico finales.
Finalmente la corona es cementada en forma convencional.
En la figura 3C se la ve en controles de 90 días.

El sistema original de Procera tuvo sin embargo limitaciones para la confección de bases para puentes y emergentes para implantes. Por ello se desarrolló un nuevo material y una nueva tecnología que incluyó un nuevo sistema que permitió el escaneado y el diseño local del núcleo (se describe más adelante) antes de su envío al centro de producción.

3. Porcelanas coladas

El sistema comercial que introdujo esta tecnología fue Dicor (Dentsply) hace ya varios años. Como con las técnicas de colado de metales, un precursor construido en cera se incluye en material de revestimiento. El cilindro con el revestimiento se lleva a un horno y se elimina la cera. Luego se funde y cuele un vidrio especial.

Solidificado el material, el resultado es un elemento transparente (sólo fase vítrea) que debe ceramizarse o desarrollar cristales.

A partir de un tratamiento en otra unidad del sistema que incluye ciclos térmicos se generan cristales de mica, convirtiéndose así el vidrio en una porcelana. El elemento transparente es ahora opaco, de mayor resistencia por la formación de cristales. Debe ser posteriormente maquillado con porcelanas de baja fusión.

Se define a Dicor como una vitrocerámica ya que habiendo partido de una estructura que presenta únicamente fase vítrea, los cristales se generaron en una segunda etapa (la ceramización) como resultado de un tratamiento térmico.

Hoy en día esta tecnología fue reemplazada por otras más complejas donde el proceso de colado es mejorado por una inyección al vacío (porcelanas inyectadas).

Este sistema aportó importantes avances para la fabricación de restauraciones de porcelana. Uno de los aspectos más importantes es que la restauración se elaboró a partir de un patrón de cera que se incluye en revestimiento, se elimina y en su molde se cuele el material definitivo. Este proceso es popular, más sencillo y tiene muy buena aceptación entre los técnicos dentales.

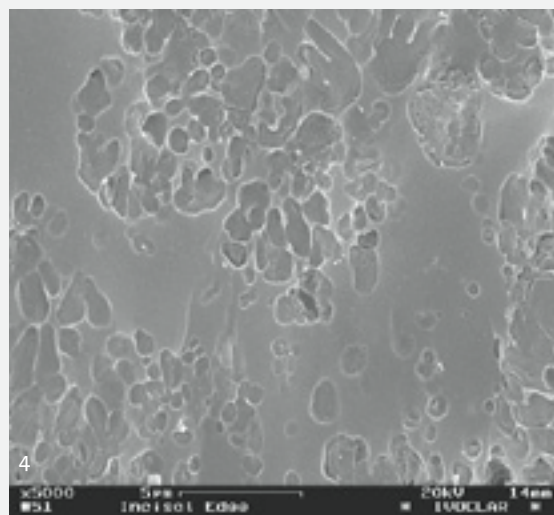
4. Porcelanas inyectadas

Los sistemas comerciales más representativos de este grupo fueron Empress Esthetic y Empress 2 (Ivoclar). Empress Esthetic data de 1991 y se emplea como material para conformar completamente la restauración, empleando luego porcelanas de baja fusión para caracterizarla o maquillarla.

Está compuesto por una vitrocerámica feldespática con alto contenido de cristales de leucita (40%).

Para más detalles de la estructura y composición de estas porcelanas se sugiere leer apartado sobre "Por-

celanas feldespáticas - Porcelanas de alto contenido de leucita" en la 1^a parte de este trabajo (Revista del Ateneo Argentino de Odontología 2012 L, 2: 24-41).



Figuras 4: Figura 4: Microfotografía de estructura de la porcelana inyectada Empress Esthetic. Se observa importante fase vítrea y la presencia de cristales de leucita (Tomado de web site de compañía Ivoclar).

En la actualidad, Empress Esthetic presenta dos posibilidades:

1. Empress Esthetic Pastilla (INGOT): elaboración de coronas anteriores, incrustaciones y algunos frentes con técnica de maquillaje.
2. Empress Esthetic Veneer: elaboración de frentes estéticos, y coronas anteriores donde no se haga un revestimiento total. Sólo en 1/3 incisal de caras vestibulares. Presenta gran variedad de masas de estratificación.

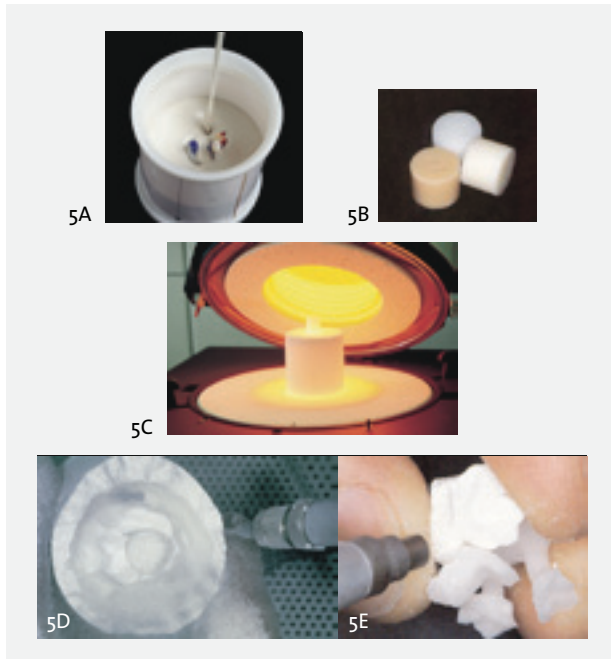
Empress 2 data de 1998 y se emplea como núcleo o coping que posteriormente se reviste. Es una vitrocerámica feldespática con refuerzo de cristales de disilicato de litio y ortofosfato de litio.

Alcanza valores de resistencia a la flexión de 350 MPa, por lo que pueden elaborarse hasta puentes de tres piezas en el sector anterior.

La porcelana de recubrimiento contiene cristales de fluorapatita.

La presentación de las porcelanas de un sistema u otro es en pastillas (ingots) que se funden e inyectan

bajo presión en un molde de material refractario obtenido, así como para las porcelanas coladas, por la técnica de cera perdida.



Figuras 5A a 5E: Elaboración de una restauración de porcelana feldespática inyectada (sistema Empress Esthetic, Ivoclar).

La restauración fabricada en cera se incluye en un cilindro con material de revestimiento (figura 5A). Una vez fraguado, se lleva el cilindro al horno y la cera será eliminada.

En la figura 5B se ve a la porcelana que se presenta en pastillas (ingots).

En el molde que generó la cera en el cilindro se inyecta bajo presión una porcelana fundida en un horno especial (figura 5C).

Completado el ciclo, la porcelana inyectada solidificada en el cilindro es retirada, eliminándose el revestimiento con chorro de aire abrasivo (figura 5D y 5E).

Posteriormente se perfeccionará la anatomía de la restauración, se maquillará con porcelanas de baja fusión y se glaseará.

En la actualidad, la porcelana Empress 2 está incluida dentro del sistema IPS e.max (Ivoclar); se la denomina IPS e.max Press.

El sistema IPS e.max (Ivoclar) presenta también una porcelana feldespática reforzada con cristales de disilicato y ortofosfato de litio para inyectar sobre una base de zirconia (IPS e.max ZirPress).

Para más detalles sobre la estructura y composición de este tipo de materiales se recomienda leer el apartado "Porcelanas feldespáticas - Porcelanas feldespáticas reforzadas con disilicato y ortofosfato de litio" en la 1ª parte de este trabajo (Revista del Ateneo Argentino de Odontología 2012 L, 2: 24-41).

CASO CLÍNICO 1: ELABORACIÓN DE FRENTES ESTÉTICOS DE PORCELANA FELDESPÁTICA CONSTRUIDOS MEDIANTE UNA TÉCNICA DE INYECCIÓN (EMPRESS ESTHETIC, IVOCLAR).





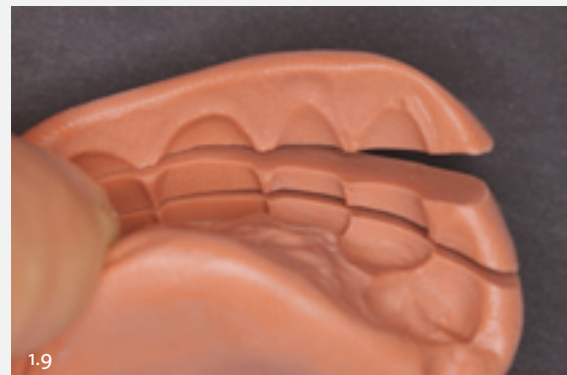
En las imágenes 1.1 a 1.5 se puede ver el estado preoperatorio en una paciente de 35 años con fracturas de los bordes incisales en sus dos incisivos centrales superiores e incisivo lateral derecho. Según su relato fueron la consecuencia de un accidente que sufriera de pequeña.

La paciente es fumadora y su higiene es mala. Se perciben acúmulos de placa bacteriana y pigmentaciones amarillo - marrones producto del hábito de fumar.

Las fracturas y las pigmentaciones generan un marcado efecto antiestético.

Se presume además de la existencia de bruxismo por la presencia de facetas de desgaste especialmente en los caninos superiores.

Se tomaron impresiones y elaboraron modelos que fueron montados en un articulador semiajustable para estudiar la oclusión. A partir del análisis del caso se propuso como tratamiento la confección de dos frentes estéticos cerámicos para los incisivos centrales y una restauración de composite para el incisivo lateral además de una terapia de higiene que incluía una profilaxis y enseñanza de técnicas de higiene.

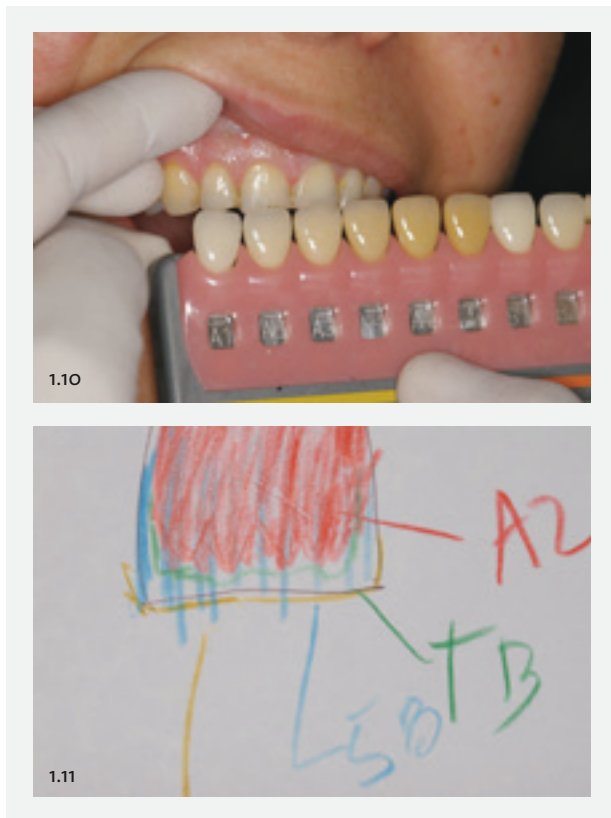


Aceptado el tratamiento, sobre los modelos de estudio se enceraron los incisivos centrales recreando su anatomía. Para ello, se suplementaron con cera tanto los bordes incisales fracturados como las superficies vestibulares (Imágenes 1.6 y 1.7).

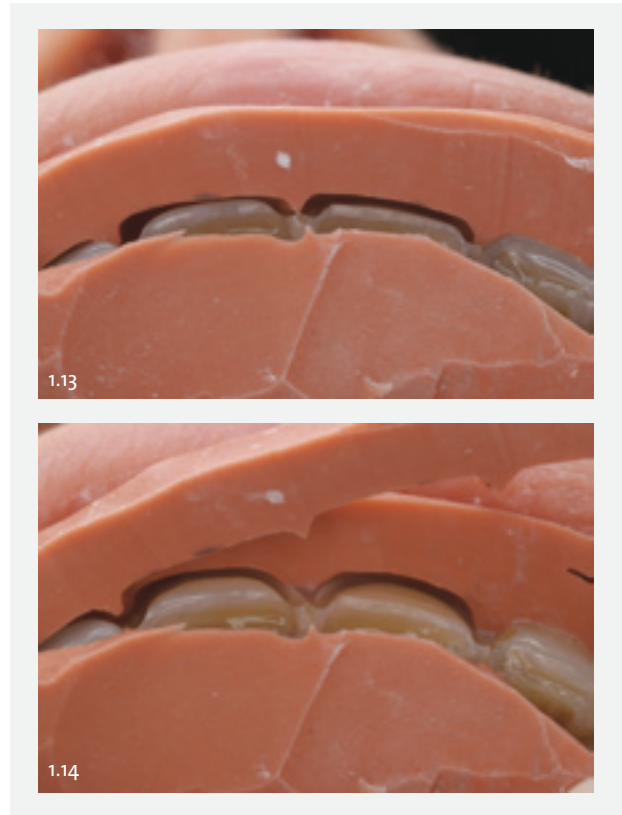
El encerado tiene distintos propósitos, de los cuales uno es dar origen a dos llaves de silicona masilla. La primera llave se empleará como matriz para la confección de los frentes provisionarios (imagen 1.8) y la segunda servirá como control del desgaste a realizar durante el tallado de los dientes.

Para ello a esta última se le efectúan dos cortes que involucran un extremo y la zona de incisivos centrales y lateral vecino. Se toma como referencia la línea que forman la unión del tercio cervical y

medio, y medio e incisal en los incisivos centrales (imagen 1.9).



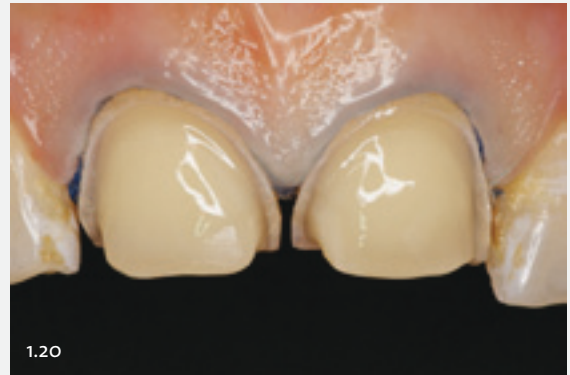
Antes del comienzo del trabajo en la boca, la Técnica Dental registra el aspecto óptico de los dientes que deberá imitar al elaborar los frentes estéticos (imagen 1.10), empleando para ello distintas guías y efectuando gráficos con lápices de color donde identifica las diferentes caracterizaciones (imagen 1.11).



Las preparaciones dentarias se hacen de una forma convencional procurando reducción incisal y palatina que permita recubrir totalmente el borde incisal (imagen 1.12).

Al posicionar la llave de silicona seccionada (recuérdese que fue una de las obtenidas a partir del encorado de los modelos) se puede calcular la magnitud del tallado y evitar el desgaste innecesario de tejido. Nótese en la imagen 1.13 como la llave indica que por un desgaste insuficiente aún no existe el espacio necesario para las restauraciones en el tercio incisal del diente. Al plegar una de las hojas que resultaron del corte de la llave (imagen 1.14) se percibe que en el tercio medio hay mayor espacio.

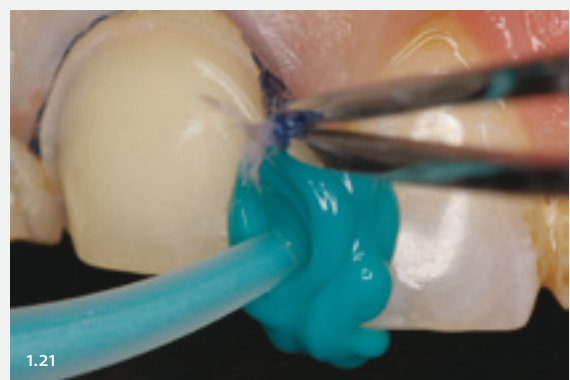


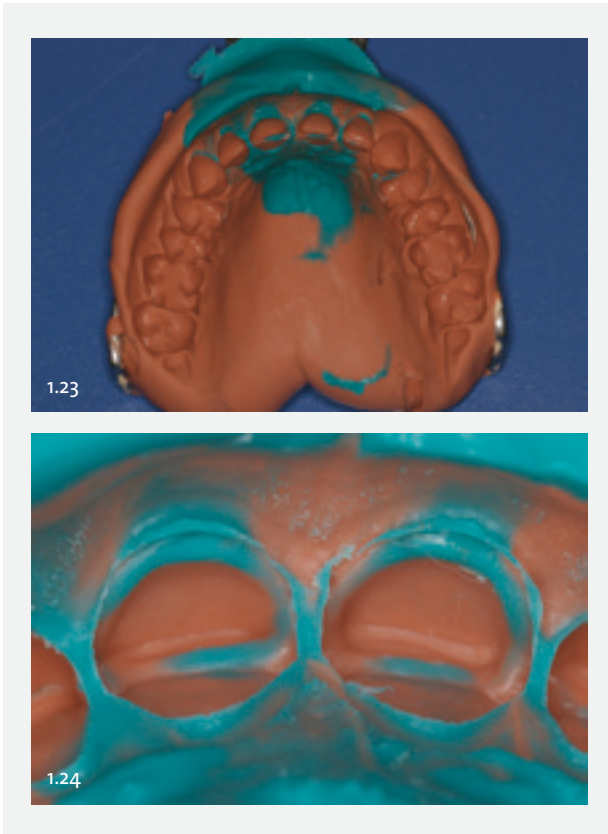


Los dientes deben resultar separados para luego poder seccionar los modelos y elaborar adecuadamente las restauraciones. Por ello, aunque el tallado no involucre la relación de contacto deberá procurarse la separación dentaria. Se emplean para ello discos finos tipos Sof Lex (imagen 1.15) o bien tiras metálicas de terminación proximal para amalgamas (imágenes 1.16 y 1.17).

Las preparaciones se ven terminadas por cara vestibular y palatina (imágenes 1.18 y 1.19).

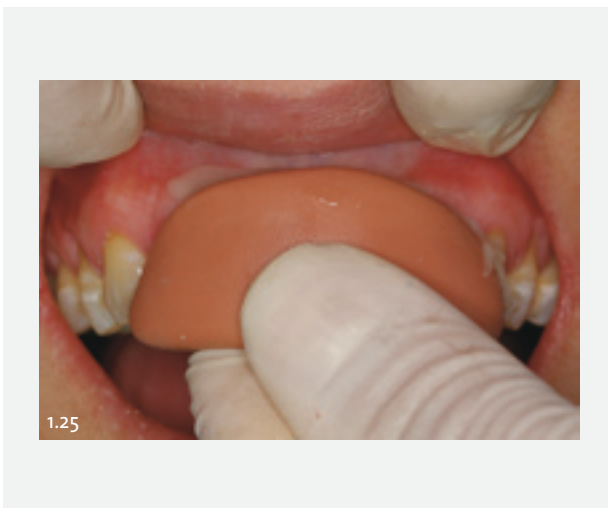
Nótese la reducción en la cara palatina que permitirá recubrir totalmente el borde incisal.





Se colocaron los hilos de separación gingival (imagen 1.20) para luego tomar la impresión con silicona. Nótese en las imágenes 1.21 y 1.22 como se inyecta la silicona de impresión fluida simultáneamente que se retira el hilo de separación más grueso.

En las imágenes 1.23 y 1.24 se ve el resultado final; se percibe una buena reproducción de los márgenes y la copia del área correspondiente al surco gingival lo que permitirá al técnico elaborar un perfil de emergencia de los frentes estéticos más adecuado.



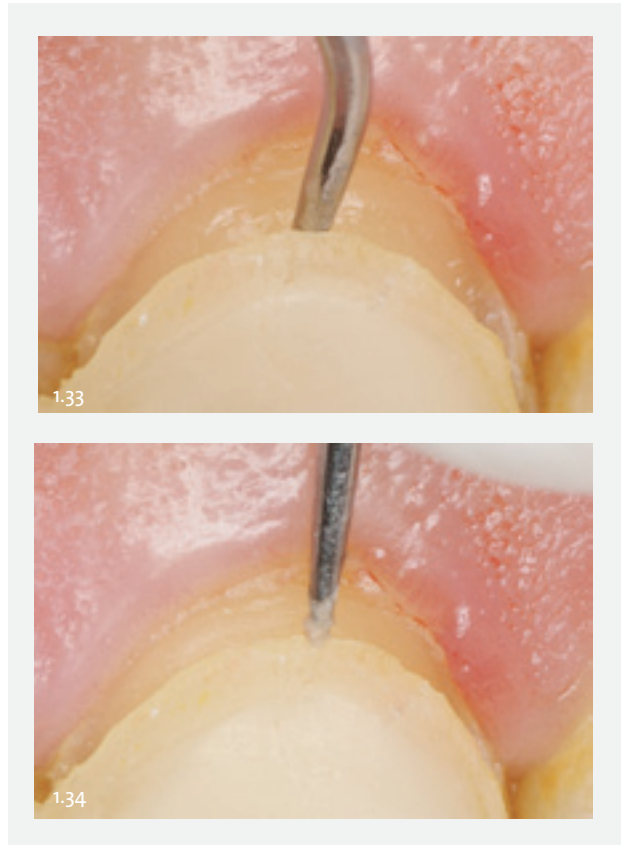
Acto seguido se rellena con una resina bis-acrítica para provisionales (Luxatemp, DMG) el espacio correspondiente a los incisivos centrales en la llave de silicona obtenida a partir del encerado (aquella que permanece sin recortar) para ser luego posicionada sobre las preparaciones dentarias (imágenes 1.25 y 1.26).

El material demora sólo unos pocos minutos en polimerizar. Se retira luego la llave y el material permanece sobre los dientes. Los frentes provisionales recién elaborados no debe ser removidos, y los excesos deben quitarse con instrumentos filosos como hojas de bisturí. También se puede terminar con piedras de diamante de grano medio y fino.

En las imágenes 1.27 y 1.28 se ve el resultado final; los frentes provisionales reproducen la anatomía lograda en el encerado y luego del recorte de excesos se ve una buena adaptación marginal.



En las imágenes 1.29 y 1.30 se observan los frentes estéticos terminados sobre el modelo. Están elaborados con porcelana feldespática a través de un procedimiento de inyección (IPS Empress Esthetic, Ivoclar).

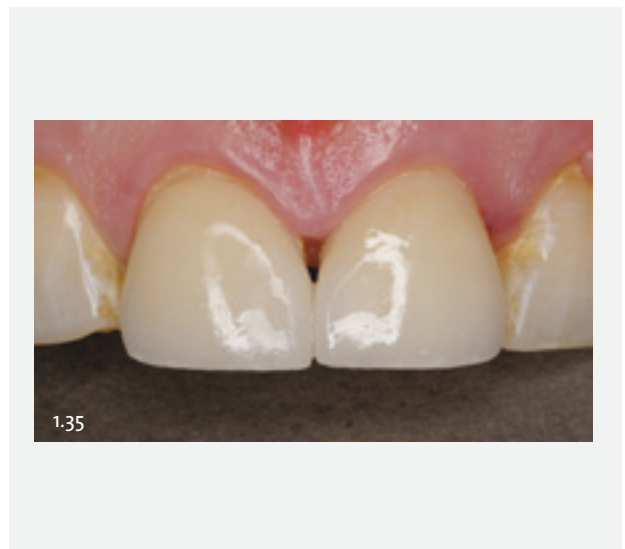


Por razones laborales de la paciente la fijación de los frentes definitivos se demoró 6 meses.



En las imágenes 1.31 y 1.32 se observan los frentes estéticos provisionales en ese entonces. Nótese la acumulación de placa bacteriana y pigmentación superficial sobre el material temporario.

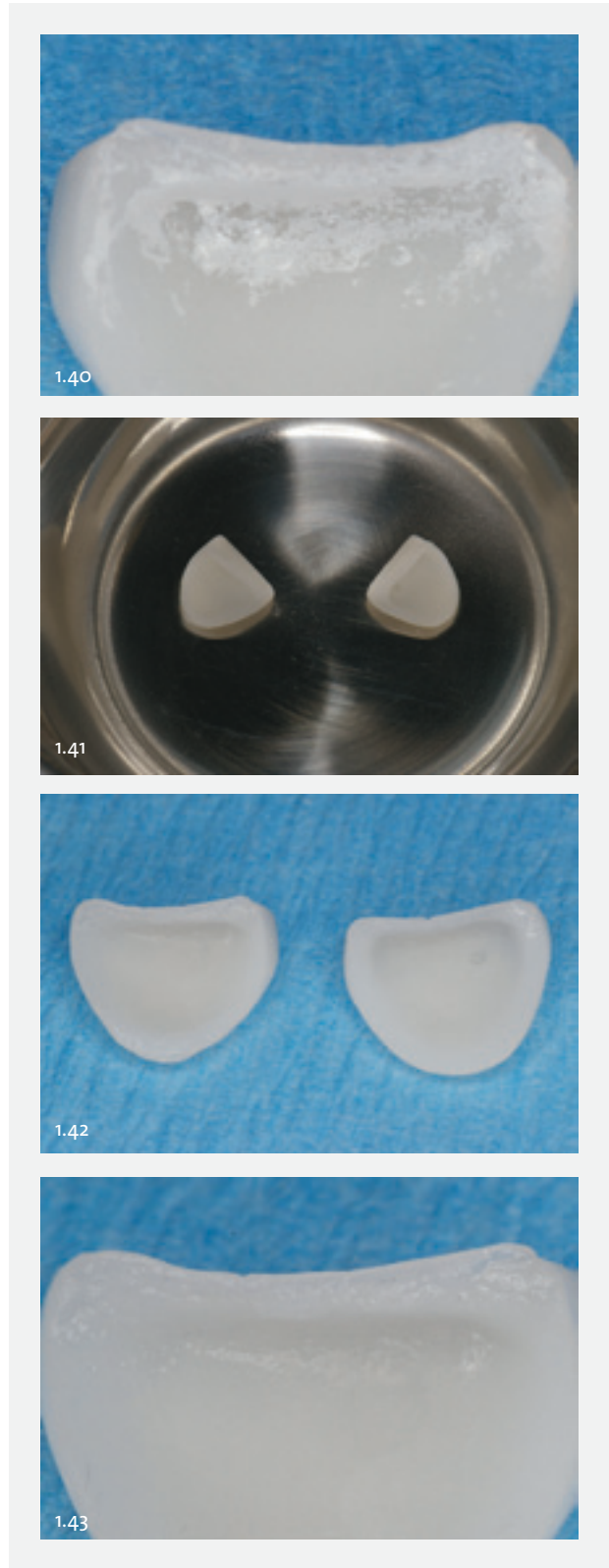
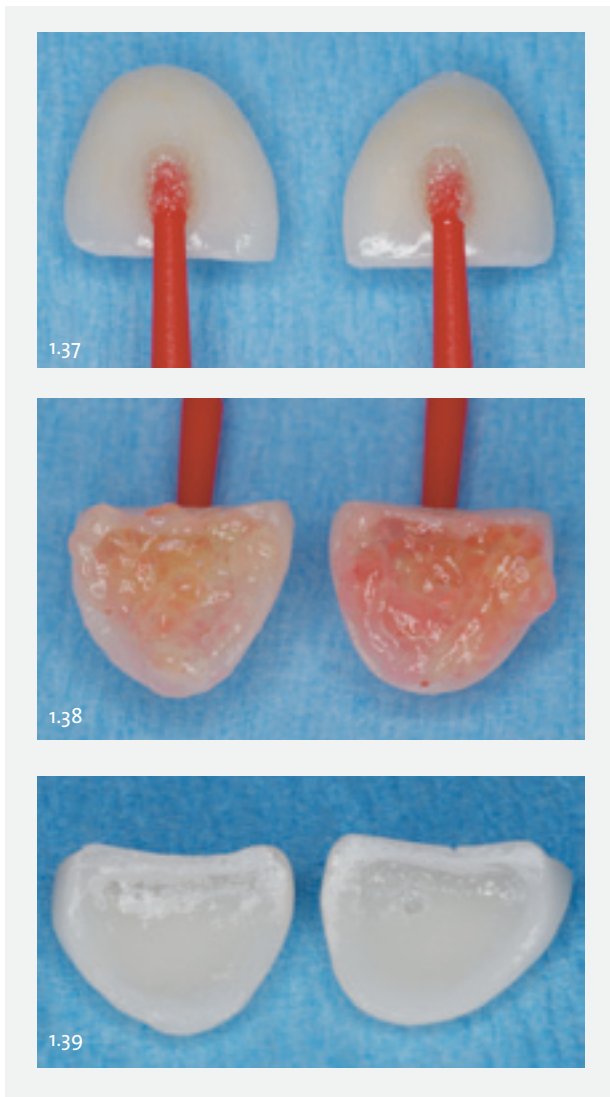
Los frentes se remueven con un explorador grueso haciendo un movimiento de palanca a nivel de los márgenes (imágenes 1.33 y 1.34).





Una vez limpia la preparación dentaria se prueban los frentes definitivos que adaptan adecuadamente (imágenes 1.35 y 1.36).

La fijación será de tipo adhesiva lo que exige el acondicionamiento de la superficie interna de los frentes así como el de los tejidos dentarios.



El acondicionamiento adhesivo de los frentes incluye un grabado de la superficie interna con gel de ácido fluorhídrico en concentraciones del 5 al 10% (imágenes 1.37 y 1.38). Nótese a los frentes con un soporte (un microbrush)

al que se une con una gota de adhesivo fotoactivada. Esto facilita la aplicación del ácido y permite no contaminar por contacto de los dedos al área grabada.

El ácido se enjuaga con agua del grifo o de la jeringa triple del equipo odontológico pero como se ve en las imágenes 1.39 y 1.40 una capa de sales ha precipitado sobre la superficie y la cubre en gran parte. Se debe entonces complementar el enjuague con agua con la inmersión de los frentes en alcohol y limpieza por ultrasonido por espacio de cinco minutos (imagen 1.41). También se puede aplicar ácido fosfórico al 37% por 1 a 2 minutos y enjuagar con agua.

En las imágenes 1.42 y 1.43 se ve una imagen diferente; una superficie microrugosa sin sustancias que puedan interferir en la adhesión con el medio cementante resinoso.

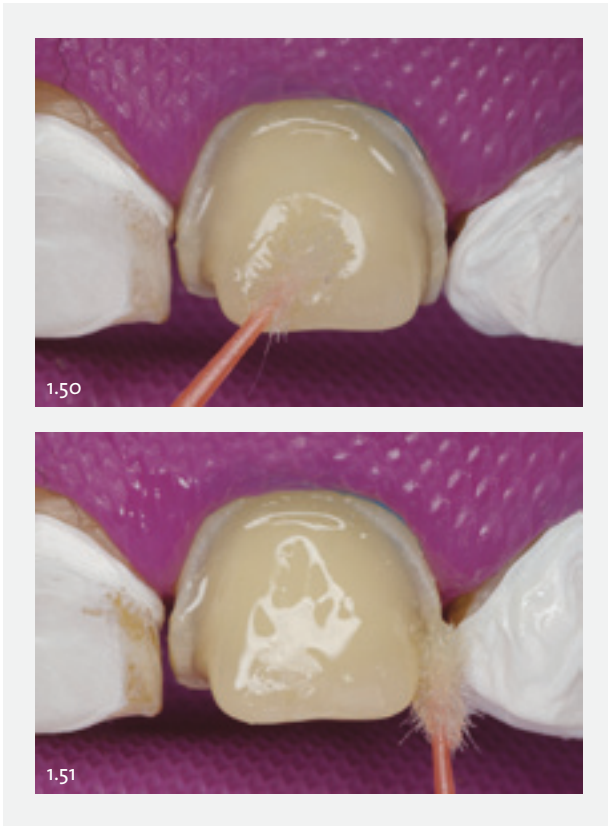
A continuación puede colocarse una de capa de agente de unión a base de vinil silanos.



El sector anterior de canino a canino es aislado absolutamente con dique de goma (imagen 1.44).

Nótese que no se emplearon clamps y se ajustó el dique de goma en la porción gingival con una banda de goma de separación interdientaria empleada en Ortodoncia (puede verse parcialmente sobre la pieza 1.1).





En las imágenes 1.45 a 1.51 se observa el acondicionamiento adhesivo de la preparación dentaria.

El primer paso es un grabado con ácido fosfórico al 37% (imágenes 1.45, 1.46 y 1.47).

Obsérvese como en primera instancia se aplica el gel sobre el esmalte.

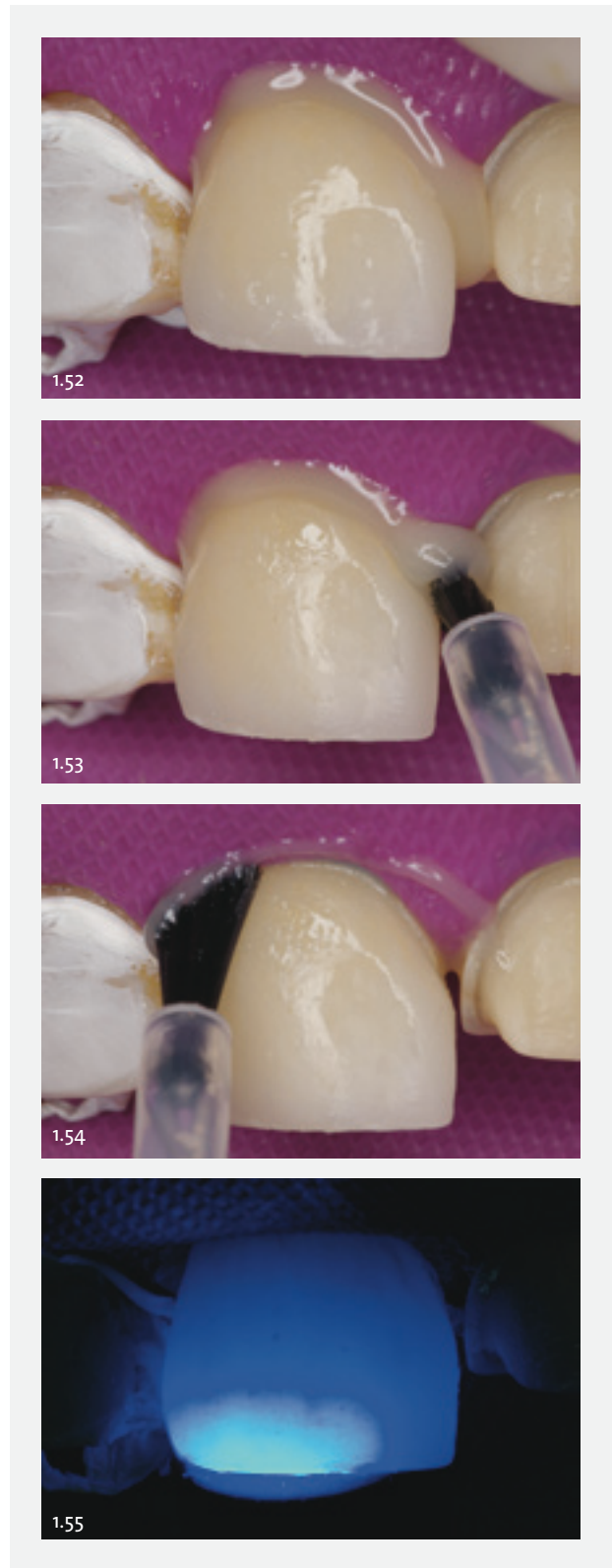
Nótese también la viscosidad del gel (Vococid, VOCO GmbH) que evita su escurrimiento excesivo y que escape de la superficie que debe ser tratada. Aún así, los dientes vecinos fueron protegidos con cinta de teflón ya que grabar su esmalte implica un alto riesgo de dejar restos de cemento en el espacio interdental uniendo los dientes y dificultando su remoción.

El gel ácido es posteriormente enjuagado con agua y la superficie secada con torundas de algodón (imagen 1.48).

La superficie permanece ligeramente húmeda antes de la colocación de los adhesivos (imagen 1.49). Este detalle es importante debido a que la preparación asienta en gran parte sobre dentina y por las características del sistema adhesivo a emplear (el primer posee un vehículo de acetona).

Se aplicaron el primer y bond por separado (imágenes 1.50 y 1.51). El bond no se fotoactivó. El terreno

quedó así adhesivamente preparado, listo para recibir al medio cementante resinoso y a la restauración.



En las imágenes 1.52 a 1.55 se ve el proceso de instalación de uno de los frentes estéticos.

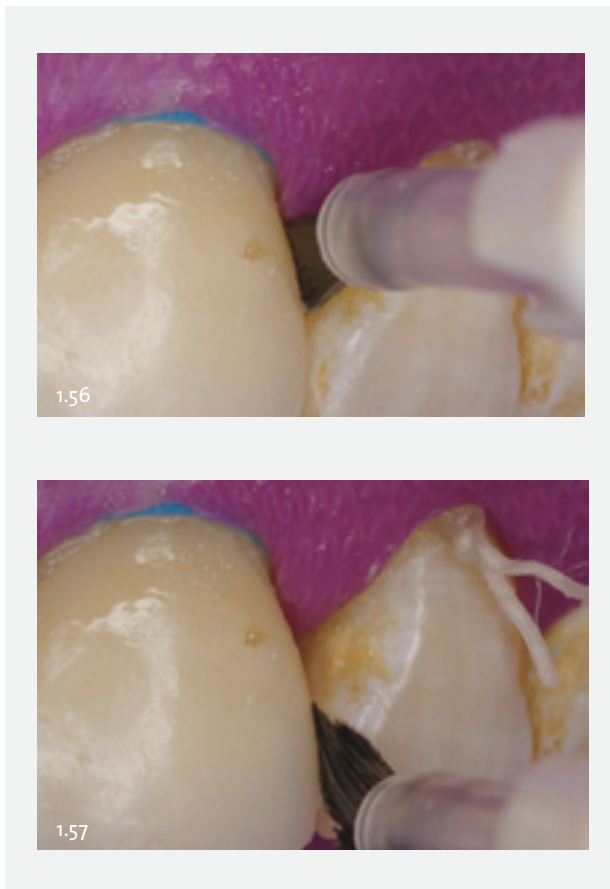
La restauración se lleva a su preparación con el medio cementante resinoso cargado en su porción interna. Éste es un composite fluido (Grandio Flow, VOCO GmbH).

Una vez instalado el frente estético, el composite fluye. Manteniendo en posición la restauración, los excesos son retirados con pinceles. La polimerización únicamente activada con luz del composite fluido da el tiempo necesario para esta maniobra (imágenes 1.52, 1.53 y 1.54). La luz del foco bucal debe apartarse del área de trabajo para evitar la activación anticipada de la polimerización del material.

Una vez eliminados completamente los excesos del medio cementante, se fotoactivó la polimerización del composite de fijación con luz azul a través de la restauración por caras vestibular y palatina (imagen 1.55).

Nótese como la misma atraviesa a la restauración. Por la translucidez de la porcelana, la luz alcanza con suficiente intensidad tanto al bond como al medio cementante.

No obstante, el flujo radiante de la lámpara no debe ser menor a 800 mW/cm² y los tiempos de fotoactivación de no menos de dos minutos por cara.



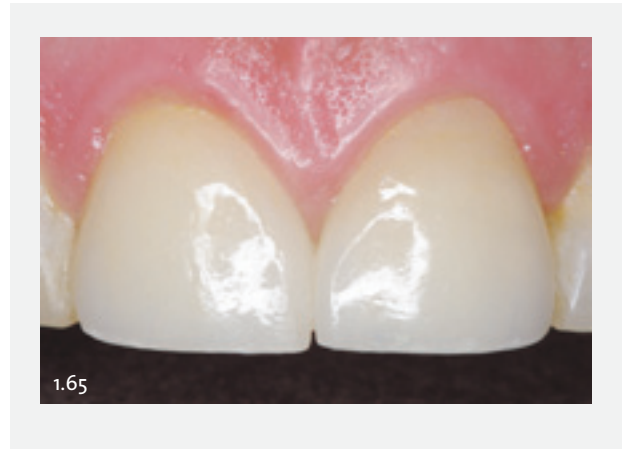
Una vez fijado el primer frente, se ejecutó todo el procedimiento adhesivo explicado hasta aquí sobre el otro diente.

Una vez posicionado el segundo frente se deberá repetir también la eliminación de excesos de material cementante con pinceles y cinta dental (imágenes 1.56 a 1.59).

Nótese en las fotografías el pasaje de la cinta por la tronera introduciéndose en el surco gingival.

Una vez polimerizado el material se pueden quitar los últimos restos con hojas de bisturí (imagen 1.60).

En la imagen 1.61 se ve a la fijación terminada luego de los ajustes de oclusión. También se realizó la restauración plástica con composite del borde incisal sobre la pieza 1.2.



Ocho meses más tarde la paciente concurre a una sesión de control y se observa un aceptable resultado del tratamiento (imágenes 1.62 a 11.6.65).

Los tejidos han respondido muy bien; la papila ha ocupado la tronera interincisiva. Los frentes presentan un aspecto óptico armónico con su entorno.

La higiene de la paciente sigue siendo regular y mantiene su hábito de fumar. No obstante, no hay acumulos de placa ni pigmentaciones sobre los frentes estéticos.

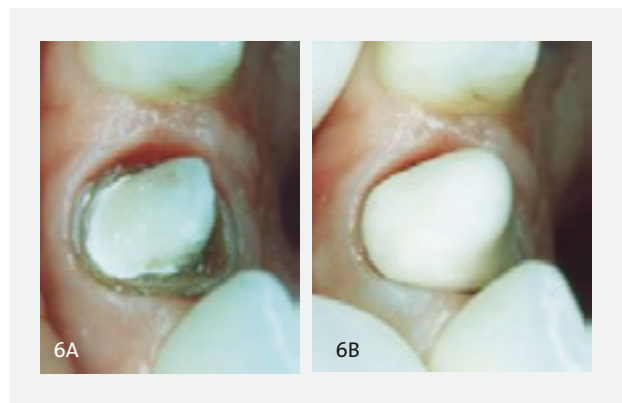
Trabajo efectuado en la Facultad de Odontología de la Universidad del Desarrollo. Ciudad de Concepción, Chile.

Trabajo de laboratorio: Sra. Cecilia Araya (Laboratorio Arvident).



3. Porcelanas infiltradas

Desde hace varios años, el sistema In Ceram (Vident) es el ícono de este grupo de porcelanas dentales: la alúmina se usa como núcleo de la restauración para ser posteriormente revestida con una porcelana feldespática.





Figuras 6A, 6B y 6C: Núcleo In Ceram Alúmina (Vident). En figuras 6A y 6B se observa la prueba de un núcleo o coping de alúmina infiltrada con vidrio de lantano (In Ceram, Vident) sobre el muñón de una pieza 1.1. En figura 6C el coping ya fue revestido con una porcelana feldespática compatible (Vitadur Alfa, Vita) dando origen a la corona que se observa en controles de dos años.

El núcleo se obtiene a partir sinterizar un precursor compuesto por óxido de aluminio puro (eventualmente con óxido de zirconio o con óxido de magnesio) denominado barbotina. Una vez solidificado el precursor cristalino se lo infiltra por acción capilar con un vidrio de lantano fundido.

A partir de la infiltración, el vidrio reduce la porosidad. Los cristales se encargarán de inhibir la propagación de defectos y fracturas brindando a la estructura altas propiedades físicas.

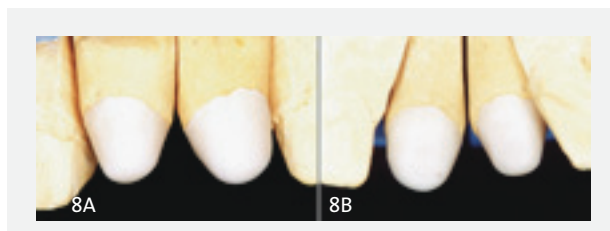


Figura 7: Núcleo In Ceram Alúmina (Vident). La elaboración de una estructura In Ceram (Vident) puede compararse con un terrón de azúcar (*barbotina* – cristales de alúmina parcialmente sinterizados) siendo infiltrado por el café (vidrio de lantano).

El fundamento de esta técnica de dos tiempos radica en la muy buena adaptación marginal por la escasa contracción del precursor cristalino ya que se sinteriza con temperaturas relativamente bajas.

El precursor de óxido de aluminio se obtiene sobre un troquel (duplicado del modelo original) de material refractario, resultando una estructura muy porosa y de bajas propiedades. Posee sólo fase cristalina; la fase vítrea es aportada en un segundo tiempo por el vidrio de lantano fundido que lo infiltra.

La versión con óxido de zirconio es aún más resistente y la de óxido de aluminio con magnesio (espinela), más translúcida.



Figuras 8A y 8B: Núcleos In Ceram Alúmina (Vident). In Ceram es una estructura muy densa compuesta de óxido de aluminio, óxido de aluminio y magnesio u óxido de aluminio y zirconio, más vidrio infiltrado.

Las porcelanas de revestimiento de la misma línea comercial son feldespáticas y poseen cristales de óxido de aluminio como refuerzo. Actualmente Vita dispone de dos posibilidades:

- VITA VM7: Indicada para bases de alúmina incluso de otros sistemas. Reemplaza a Vitadur Alpha. Posee partículas más pequeñas con menor índice de desgaste de antagonista.
- VITA VM9: Mayor compatibilidad de CVDT que VM7 sobre copings de zirconia.



Figuras 9A y 9B: Porcelanas de revestimiento VM7 y VM9 (Vident) (imágenes tomadas del web site de la compañía Vident). VM7 posee un coeficiente de variación térmica compatible con la alúmina y VM9 con la zirconia.



Figuras 10A y 10B: Corona con base alúmina infiltrada con vidrio de lantano (sistema In Ceram, Vident). El sistema In Ceram (Vident) da origen a bases para coronas de alto rendimiento físico destinadas al sector anterior y posterior (figura 10A). Por la gran concentración cristalina del núcleo, el aspecto óptico de la restauración resulta más opaco. Nótese la vista interna de la corona (figura 10B).



CASO CLÍNICO 2: CONFECCIÓN DE 4 CORONAS CERÁMICAS CON BASE DE ALÚMINA INFILTRADA CON VIDRIO EN EL SECTOR ÁNTERO SUPERIOR DE UNA PACIENTE CON GRAN DAÑO ESTRUCTURAL Y ESTÉTICO.

Una paciente de 40 años presenta gran daño estructural, funcional y estético en sector ántero superior consecutivo a lesiones por erosiones ácidas y bruxismo. Los incisivos centrales se encuentran muy dañados.



dos y los laterales presentan coronas ceramo metálicas defectuosas (imágenes 2.1 a 2.6).

Nótese la pérdida de anatomía y alteración óptica de las cuatro piezas. Asimismo la mala adaptación de las coronas que condiciona inflamación gingival.

Debajo de las coronas en los incisivos laterales existen pernos colados de varios años de servicio que serán conservados.

Como parte de un tratamiento integral se efectuarán en dichas piezas 4 coronas cerámicas puras con base de alúmina.



Las coronas son removidas por corte y destrucción (imágenes 2.7 y 2.8) y luego las cuatro piezas talladas a manera de muñón (imágenes 2.9 a 2.11).

Nótese en las imágenes 2.12 y 2.13 el tallado de los muñones visto por incisal y palatino. En la porción vestibular de los incisivos laterales la reducción es más importante y tiene por objeto permitir mayor espesor de la base opaca de alúmina para bloquear más adecuadamente la oscuridad del perno y la decoloración del muñón.



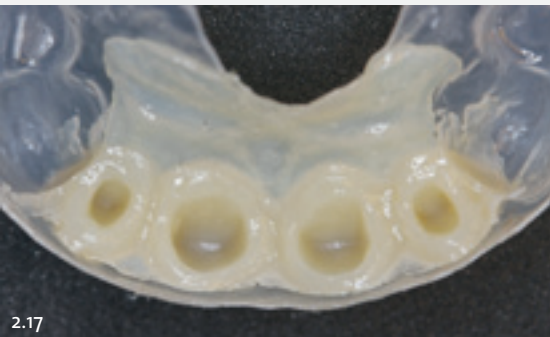
2.14



2.15



2.16



2.17



2.19



2.20



2.21

A partir del encerado diagnóstico de los modelos se duplicó el correspondiente al maxilar superior. Sobre él se confeccionó una matriz termoformada (imagen 2.14) empleada luego para la confección de las coronas provisionales.

La matriz se probó y luego se rellenó con una resina compuesta bis acrílica fluida para elaboración de provisionales. El material, Structur Premium (VOCO GmbH) se presenta en cartuchos (imagen 2.15) con puntas de automezcla que facilitan su aplicación.

Una vez inyectado el material dentro de la matriz, se la posiciona en la boca (imagen 2.16) y se solicita a la paciente que la estabilice con leve presión de los dientes antagonistas.

Al cabo de 2-3 minutos se retiran la matriz con el material polimerizado (imagen 2.17).

Las coronas se remueven de la matriz (imagen 2.18) y comienza su proceso de recorte y terminación.

El brillo superficial, una vez removida la capa de inhibición y concluido el recorte de márgenes, se puede alcanzar fácilmente con cepillos empleando baja velocidad y poca presión (imagen 2.19).

Las coronas provisionales terminadas se ven en las imágenes 2.20 y 2.21.



Las coronas son fijadas con cemento para estructuras provisionarias a base de hidróxido de calcio y plastificantes (Proviscol, VOCO GmbH) (imágenes 2.22 y 2.23).

Nótese la anatomía y aspecto óptico conseguidos en las imágenes 2.24 y 2.25.





Pasadas tres semanas se preparan los tejidos con hilo de separación gingival (Ultrapak, Ultradent) para la toma de impresiones (imágenes 2.26 a 2.29).

Se emplea la técnica del doble hilo para la toma de las impresiones.

Nótese el resultado de la impresión que define muy bien los márgenes de los tallados (imagen 2.30).

En la imágenes 2.31 a 2.35, se ve como el modelo de trabajo reproduce adecuadamente dichos márgenes y otros detalles de las preparaciones dentarias.



El laboratorio envía las coronas para su prueba y ajuste (imágenes 2.36 y 2.37). Las coronas presentan una base de alúmina infiltrada con vidrio de lantano (sistema In Ceram, Vident) y un revestimiento de porcelana feldespática compatible (VM7, Vita).

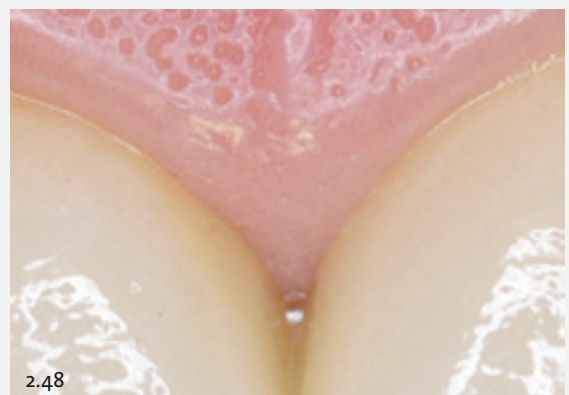
Realizados los ajustes pertinentes, se remiten al laboratorio para su glaseado.

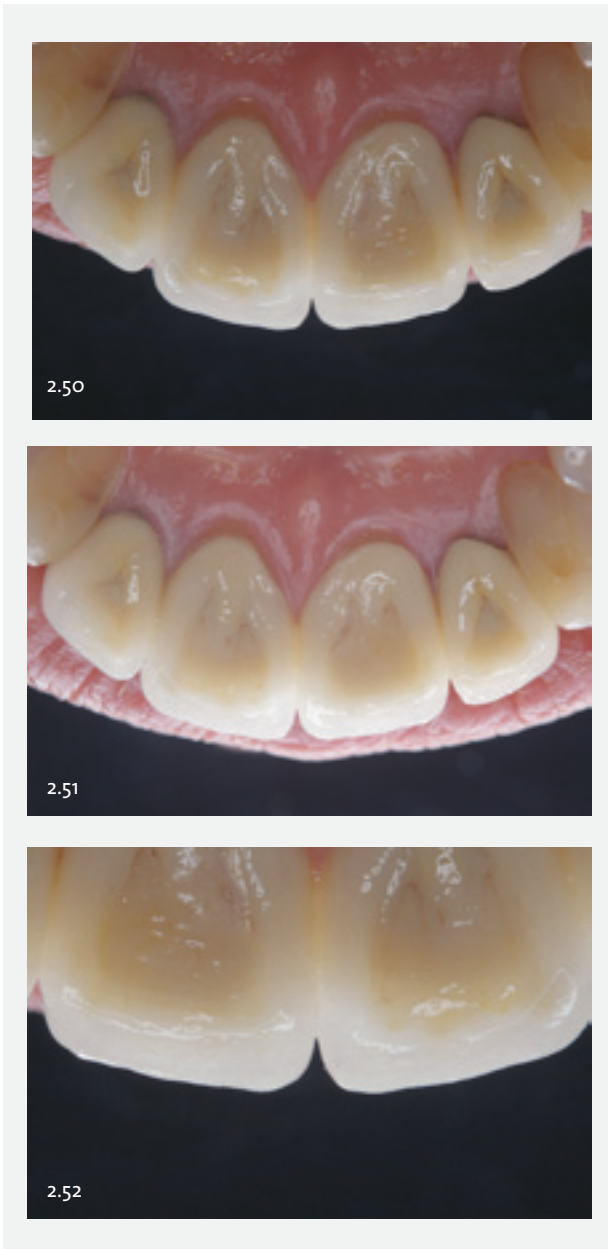
En las imágenes 2.38 y 2.39 se ve el aspecto que presentan sobre el modelo una vez terminadas, listas para ser instaladas.

En las imágenes 2.40 y 2.41 se puede observar el estado de los provisionales a los 90 días que por entonces llevaba el tratamiento; conservan gran parte de su brillo original y no presentan decoloraciones.



Las coronas de base de alúmina son fijadas con un medio cementante resinoso autograbante (RelyX U100, 3M/Espe) (imágenes 2.42 y 2.43). Obsérvese el procedimiento empleando aislamiento relativo.





Dos semanas después se ven los resultados postoperatorios (imágenes 2.44 a 2.51) donde la buena respuesta de los tejidos blandos colabora con el resultado estético del tratamiento.

Se percibe además como con este tipo de coronas el pasaje de luz queda restringido únicamente a los bordes incisales debido a la presencia de la base opaca de alúmina (imagen 2.52).

Trabajo de laboratorio: Sr. Mario Coco Bañay (Buenos Aires, Argentina).

6. Porcelanas maquinadas

Constituyen la modalidad más novedosa para la confección de restauraciones cerámicas.

Diferentes porcelanas pueden ser maquinadas: feldespáticas reforzadas con cristales o porcelanas de alta resistencia con alto contenido cristalino.

Los primeros sistemas tales como el Cerec (Sirona) trabajaron con bloques de porcelanas feldespáticas reforzadas con cristales (ver figuras 11A y 11B) para la confección de incrustaciones y otras restauraciones a partir de una impresión digital de la preparación dentaria con un escáner similar a una cámara intraoral.

La información obtenida se digitaliza y procesa, y por último se transfiere al tallado del bloque cerámico empleando discos de diamante.

Este sistema se ha perfeccionado y hoy se dispone de la 3^a generación (Cerec In Lab, Sirona).



Figuras 11A y 11B: Bloques maquinables de porcelana feldespática.

Corresponden a Vitablocks Mark II, y a Vitablocks Esthetic Line que presenta mayor translucidez para coronas anteriores y frentes estéticos

Figuras tomadas de web site de compañía Vident.

La maquinación de porcelanas se centra hoy en la elaboración de infraestructuras para coronas y puentes anteriores y posteriores así como emergentes para implantes con materiales de alta resistencia. En estos casos, como se explicó, las bases de coronas y puentes se deben revestir con porcelanas feldespáticas para finalizar las restauraciones.

Han aparecido diferentes sistemas que emplean materiales cerámicos de Y-TZP (dióxido de zirconio estabilizado con itrio) a manera de infraestructura.

Normalmente se maquina un precursor presinterizado (material en estado de tiza) para facilitar el proceso y preservar la integridad de las unidades de maquinación (figura 12) Una vez completada la maquinación se procede a un sinterizado final y posteriormente al revestimiento con porcelana feldespática.

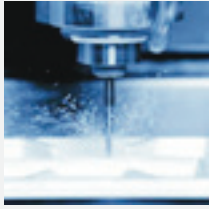


Figura 12: Maquinación de un precursor de Y-TZP.

La información que permite el maquinado de los bloques cerámicos presinterizados puede originarse de distintas formas:

1) **La copia de un precursor elaborado en resina compuesta:** se copia en forma manual el núcleo u otro tipo de restauración con una punta o fresa de inspección al tiempo que otra fresa realiza la maquinación del bloque cerámico (figuras 13A y 13B).



Figuras 13A y 13B: Sistema para fresado manual de bloques de zirconio presinterizado Ceramill (Girrbach). Obsérvense las dos puntas del dispositivo. La ubicada sobre la izquierda de la imagen copia la forma del encerado de la estructura, y la fresa (sobre la derecha) desgasta el bloque de zirconio preseinterizado reproduciendo la forma. El sistema se acciona en forma totalmente manual y recuerda a un sistema de duplicado de llaves. Una vez modelado el bloque de zirconio, se retira de platina para su sinterización final en un horno. Luego se hacen los ajustes finales sobre el modelo. Las imágenes son gentileza de la compañía Olympic Dental.

2) **De un escaneo de la restauración encerada sobre la preparación dentaria:** así como en el caso anterior, el diseño de la estructura se hace previamente con el encerado sobre el modelo de trabajo. Éste será copiado digitalmente por un escáner.

A partir del escaneado, la maquinación del bloque de zirconio es asistida por un computador.

Se denomina a estos dispositivos “sistemas CAM”

(Computer Assisted Manufacture) ya que la informática asistirá en el fresado de la estructura pero no en el diseño que sigue siendo una técnica convencional (el encerado de la restauración sobre el modelo).

3) **De la misma preparación dentaria presentada en el modelo:** luego de copiar digitalmente la preparación dentaria sobre el modelo (a diferencia de los sistemas CAM) el diseño se hace con un software especial.

Estos sistemas se denominan CAD/CAM (Computer Assisted Design / Computer Assisted Manufacture).

Esta modalidad de trabajo es hoy en día la más evolucionada desde el punto de vista tecnológico y la que posee mayor proyección de futuro. El desarrollo es constante. Puede resumirse a las siguientes etapas:

TOMA DE IMPRESIONES Y ELABORACIÓN DE MODELOS



COPIA DIGITAL DE LA PREPARACIÓN DEL MODELO EN ESCÁNER



PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN Y ELABORACIÓN VIRTUAL DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE UN SOFTWARE ESPECÍFICO EN COMPUTADOR



TALLADO DE PRECURSOR DE Y-TZP PARA OBTENER LA INFRAESTRUCTURA EN UNIDAD DE MAQUINACIÓN



SINTERIZACIÓN FINAL DE LA INFRAESTRUCTURA EN HORNO ESPECIAL



PRUEBAS EN BOCA



REVESTIMIENTO CON PORCELANA FELDESPÁTICA COMPATIBLE



FIJACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Se reconocen en estos sistemas cuatro dispositivos tecnológicos:

- Un escáner o dispositivo de lectura
- Un computador con software específico para el diseño y trabajo virtual de las restauraciones.
- Una unidad de maquinación donde la restauración adquiere sus formas.
- Un horno especial para la sinterización final del Y-TZP.

Muchos laboratorios dentales (e incluso consultas odontológicas) poseen los cuatro, aunque es muy habitual que otros laboratorios o consultas posean sólo los dos primeros (escáner y software) y envíen la información a otros laboratorios que poseen la unidad de maquinación y horno para completar la restauración.

En la actualidad, varios sistemas de fresado manual, CAM o CAD/CAM emplean Y-TZP para la elaboración de núcleos para coronas y puentes anteriores y posteriores. Algunos ejemplos son:

- Ceramill (Girrbach)
- ZirkonZahn (ZirkonZahn).
- Procera AllCeram Zirconia (Nobel Biocare)
- Cerec InLab (Sirona)
- Cercon (DeguDent / Dentsply - Ceramco)
- Lava (3M/Espe)
- Everest (KaVo)

Los valores de resistencia a la flexión del Y-TZP son muy elevados pudiendo alcanzar los 2000 MPa aunque como se explicó en la primera parte de este trabajo por ser estructuras cerámicas presentan muy baja tenacidad. El respeto de espesores mínimos que garanticen adecuada resistencia, especialmente en conectores de puentes, es muy importante.

El Y-TZP maquinado da origen a restauraciones individuales y múltiples. Normalmente se lo emplea para elaborar bases para coronas o puentes que luego son revestidos con porcelanas feldespáticas aunque también puede elaborarse la restauración completa con sus formas finales y luego “maquillarla” con porcela-

nas de bajo punto de fusión para mejorar su aspecto estético. Estas restauraciones completas se reservan para el sector posterior debido a su alta opacidad.

También con Y-TZP pueden elaborarse emergentes para implantes (figuras 3A y 3B en la primera parte de este trabajo; Revista del Ateneo Argentino de Odontología 2012 L, 2: 24-41).

La alúmina también puede ser maquinada y emplearse para restauraciones individuales anteriores o posteriores.



Figuras 14A y 14B: Bloques presinterizados de alúmina y Y-TZP.

Los bloques de alúmina (Vita In Ceram AL Cubes, Vident) se indican para la fabricación de núcleos para coronas (figura 14A) y los de Y-TZP (Vita In-Ceram YZ Cubes, Vident) para puentes.

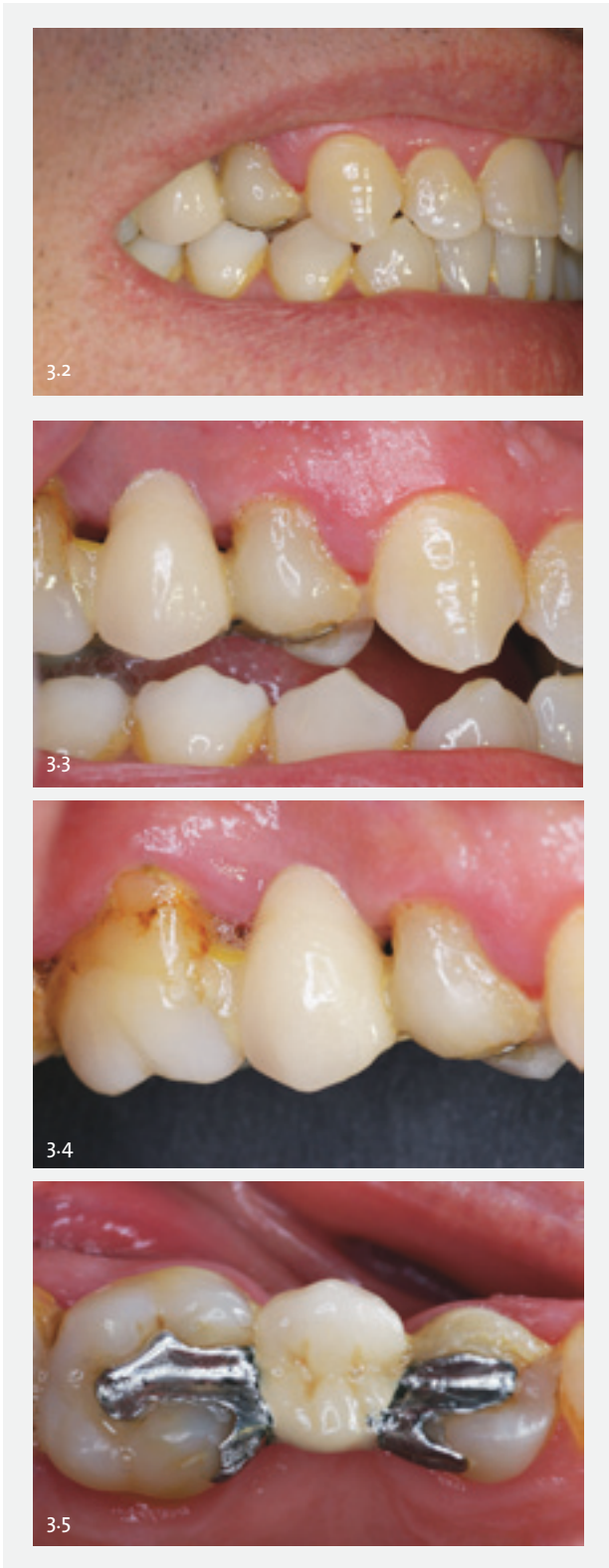
Son indicados para su empleo en la unidad Cerec In Lab (Sirona) aunque también pueden ser usados en otros dispositivos.

Figuras tomadas de web site de compañía Vident.

Muchas veces los mismos fabricantes de los sistemas proveen una porcelana feldespática de revestimiento que puede ser sinterizada o incluso inyectada sobre la infraestructura. También pueden emplearse porcelanas de revestimiento de otras compañías siempre y cuando tengan el mismo coeficiente de variación térmica de la infraestructura de alúmina o zirconia.

CASO CLÍNICO 3: ELABORACIÓN DE UN PUENTE CERÁMICO CON BASE CERÁMICA (Y-TZP) OBTENIDA POR PROCESO DE MAQUINACIÓN.





La situación preoperatoria muestra a un paciente de 50 años con un puente tipo Maryland retenido sobre piezas 1.6 y 1.4. La cúspide vestibular del diente pilar 1.4 presenta una fractura lo que genera un efecto antiestético. Este problema sumado a la notoria presen-

cia de los retenedores metálicos motivan al paciente a concurrir a la consulta (imágenes 3.1 a 3.5).

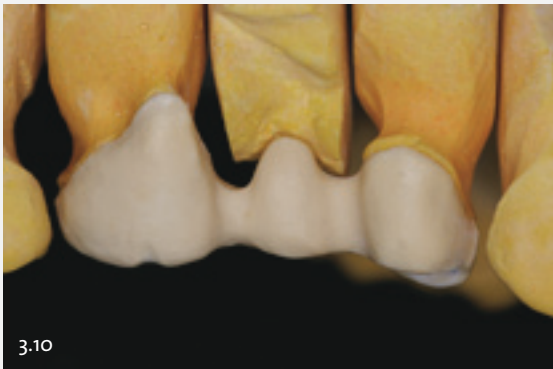
Se perciben también restos del cemento de fijación del puente que acumulan placa bacteriana en un contexto general de mala higiene.

El plan de tratamiento propuesto incluye, además de una profilaxis con detartraje e instrucción en técnicas de higiene con cepillo e hilo dental, la remoción del puente tipo Maryland y confección de otro cerámico puro con anclaje por medio de coronas.





3.9



3.10



3.11



3.12

Como primer paso se removió el puente y se tallaron los dientes pilares a manera de muñón (imagen 3.6).

Elaborados los provisionales, tomadas las impresiones y registros oclusales (imágenes 3.7 y 3.8) se fabricó una infraestructura de Y-TZP, vista sobre el modelo en las imágenes 3.9 y 3.10, y una vez probada sobre los dientes pilares en las imágenes 3.11 y 3.12.

La estructura será revestida con porcelana feldespática con coeficiente de expansión térmica compatible (en este caso se empleó Ceramco PFZ, Dentsply).

El aspecto óptico natural de las estructuras de dióxido de zirconio es blanco opaco. En el caso presentado se observa de color marfil ya que la estructura fue coloreada previamente al proceso de sinterización final. El sistema presentado posee cinco coloraciones diferentes que colaboran con un resultado más natural de la restauración una vez revestida con la porcelana feldespática.

Como es habitual en estas estructuras, el ajuste y la adaptación fueron adecuados y no hizo falta realizar ajustes.



3.13



3.14



3.15

Para constatar el espacio disponible para la porcelana de revestimiento se hizo ocluir al paciente sobre

una silicona rígida para registros oclusales (Registrado X-tra, VOCO GmbH) (imagen 3.13 y 3.14).

Por la inminente perforación de la silicona se percibe que sobre la cúspide vestibulo - mesial del molar el espacio es insuficiente (imagen 3.15) y será necesario reducir la cerámica de base.

Por su dureza superficial el desgaste de estas estructuras es una tarea engorrosa, razón por la cual se le indicó hacerlo al laboratorio.

De esta forma se reenvía la infraestructura al laboratorio.

El laboratorio regresa la estructura revestida con la porcelana feldespática para su prueba. Obsérvense la anatomía de los dientes y su alineación tridimensional (imágenes 3.16 y 3.17).

Asimismo puede notarse el aspecto blanco opaco de la zirconia por debajo de la porcelana de revestimiento en el área de la reducción que se hizo evidente al perder la coloración. La zona fue disimulada con caracterizadores y resultó prácticamente imperceptible una vez terminada y glaseada la estructura (imagen 3.18).

El puente está ahora listo para su instalación definitiva (imagen 3.19).





El resultado final es bueno. La anatomía conseguida es adecuada (imágenes 3.20 y 3.21) así como el aspecto óptico que imita correctamente a las piezas vecinas (imagen 3.22).

La fijación al igual que en el caso de las restauraciones con base de alúmina fue convencional (ionómero de vidrio modificado con resina). En este caso se empleó Meron Plus, VOCO GmbH (imagen 3.23).

Las estructuras de base de zirconia también pueden fijarse con cemento de fosfato de zinc que es el material preferido por muchos profesionales debido a su manipulación simple y buenas propiedades físicas.

También está indicado el empleo de cementos resinosos autograbantes.

Un ionómero de vidrio modificado con resina o un cemento de resina autograbante poseen manipulación simple, sin técnicas de adhesión o pasos clínicos complejos, pero a diferencia del cemento de fosfato de zinc presentan solubilidad prácticamente nula que colabora con un cierre marginal hermético en casos con pequeños desajustes.

Además, tanto los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina como los cementos resinosos autograbantes exhiben propiedades físicas superiores al cemento de fosfato de zinc, y de esa forma mejoran la retención en estructuras con menor traba

mecánica (muñones cortos, menor ajuste de la estructura, etc.).

Trabajos de laboratorio:

Infraestructura de Y-TZP: Laboratorio Dental Jaime (Buenos Aires, Argentina).

Revestimiento: Sr. Mario Coco Bañay (Buenos Aires, Argentina).

LECTURA RECOMENDADA:

Chiche G (2005). Requerimientos para una Restauración Ideal. Conferencia dictada en Las Vegas, EUA. Sitio Web Nobel Biocare.

Fradeani M (2005). Empleo del sistema PROCERA para restauraciones individuales y múltiples. Conferencia dictada en Las Vegas, EUA. Sitio Web Nobel Biocare.

Garber-Goldstein (1994). Porcelain and Composites Inlays and Onlays. Esthetic Posterior Restorations. Editorial Quintessence.

Kelly R (1997). Ceramics in Restorative and Prosthetic Dentistry. Annu Rev Mater Sci; 27: 443-68.

Macchi R (2000). Materiales Dentales. 3a edición. Ed Médica Panamericana. Buenos Aires. Argentina.

Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G (2000). Porcelain Veneers: A Review of the Literature. Journal of Dentistry; 28: 163-177.

Peutzfeldt A (2001). Indirect Resin and Ceramic Systems. Operative Dentistry Supplement 6. 153-176.

Roulet JF, Janda R (2001). Future Ceramic Systems. Operative Dentistry Supplement 6. 153-176.

Sadan A - Blatz MB - Lang B (2005). Clinical considerations for densely sintered alumina and zirconia restorations. Int J Per Rest Dent; 25(3).

Unterbrink G (1994). Clinical aspects of full ceramic systems. Report Ivoclar-Vivadent; 10: 21-30.

Sadan A (2008). Quintessence of Dental Technology 2008. Quintessence Publishing Co. Canada.