



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DISEÑO Y MANUFACTURA EN SISTEMA CAD-CAM DE
PRÓTESIS MONOLÍTICAS UNITARIAS
DENTOSOPORTADAS DEL SECTOR POSTERIOR EN
DISILICATO DE LITIO Y ÓXIDO DE ZIRCONIO.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ILSE VERÓNICA NÚÑEZ ACOSTA

TUTOR: Mtro. ENRIQUE NAVARRO BORI

ASESOR: C.D. ABRAHAM GARCÍA ORNELAS



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	6
OBJETIVO.....	7

CAPÍTULO 1 CONCEPTOS GENERALES DE CERÁMICA

1.1 Definición.....	8
1.2 Clasificación.....	9
1.3 Disilicato de litio monolítico.....	10
1.3.1. Propiedades.....	12
1.3.2. Indicaciones.....	13
1.4 Óxido de zirconio monolítico.....	14
1.4.1 Propiedades.....	15
1.4.2 Indicaciones.....	16

CAPÍTULO 2 SISTEMAS CAD-CAM

2.1 Antecedentes.....	17
2.2 Generalidades del sistema CAD-CAM.....	19
2.2.1 Clasificación.....	20
2.2.1.1 Sistemas abiertos.....	20
2.2.1.2 Sistemas cerrados.....	20
2.2.2 Aplicación de los sistemas CAD-CAM.....	21
2.2.3 Ventajas.....	22



2.2.4 Desventajas.....	22
2.3 Componentes de los sistemas CAD-CAM.....	23
2.3.1 Digitalización.....	23
2.3.1.1 Funcionamiento.....	24
2.3.1.2 Clasificación.....	26
2.3.2 Programa de diseño CAD.....	29
2.3.3 Equipo de maquinado (CAM).....	30

CAPÍTULO 3 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PRÓTESIS MONOLÍTICAS UNITARIAS DEL SECTOR POSTERIOR EN DISILICATO DE LITIO Y ÓXIDO DE ZIRCONIO MEDIANTE CAD-CAM

3.1 Digitalización por método directo.....	31
3.2 Digitalización por método indirecto.....	36
3.3 Fase CAD.....	41
3.4 Fase CAM.....	42
3.4.1 Fresado ó torneado.....	46
3.4.2 Sinterización.....	46



CONCLUSIONES.....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

ANEXOS

ANEXO 1 VIDEO DE ESCANEEO

**ANEXO 2 VIDEO DE DISEÑO MANUFACTURA DE
RESTAURACIONES MONOLÍTICAS.**



Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma De México y a la Facultad de Odontología, por abrirme las puertas, para mi desarrollo profesional.

A mi madre, quien con sus regaños, consejos y enseñanzas, ha sido un gran pilar en mi vida y sobre todo en esta etapa, brindándome su apoyo y paciencia. Porque a lo largo del camino me ha enseñado a caer y levantarme pero sobre todo siempre seguir adelante, es ella en mi vida un gran ejemplo a seguir.

A mis hermanos, Itzel, Iris y Paco, porque cada uno me ha brindado su apoyo en todo momento, por cada enseñanza brindada, gracias porque ellos también han recorrido el camino a mi lado.

A mis amigos, personas que en las buenas y en las malas me han mostrado su apoyo.

Por último agradecer al Mtro. Erique Navarro Bori y al Dr. Abraham García Ornelas, por su tiempo y apoyo brindado en este proyecto, también agradezco al laboratorio de prótesis la DVEPel.



INTRODUCCIÓN

Los últimos avances tecnológicos en diseño y manufactura de restauraciones por computadora así como el desarrollo de las cerámicas permite una amplia gama de materiales para la confección de restauraciones resistentes, estéticas, precisas y compatibles con el medio bucal, por lo que es de mucha importancia seleccionar el material y la técnica adecuada para obtener el resultado clínico.

La tecnología de diseño asistido por computadora y manufactura asistida por computadora (CAD-CAM por sus siglas en inglés) representa en el área de rehabilitación oral un instrumento y técnica que mejora de manera significativa los resultados clínicos, reduciendo los tiempos de trabajo, pero permite trabajar con un alto grado de precisión además de reducir costos en la producción.

Una de las técnicas utilizadas en los últimos años para la confección de restauraciones dentosoportadas son coronas monolíticas, que ofrecen una gran diversidad de materiales, una alta resistencia, si el caso lo requiere un grosor mínimo de la restauración de 0.5 mm hasta 0.3 mm. y respaldo de las restauraciones en medio digital por mencionar algunas ventajas en comparación con los métodos convencionales de prótesis metal-porcelana.

El empleo de restauraciones monolíticas cada día más es común, por lo que es necesario estar en constante actualización, para su aplicación clínica contando con un conocimiento sólido de las técnicas vigentes para su preparación y ejecución.



OBJETIVO

Describir el proceso para la elaboración de coronas monolíticas del sector posterior en disilicato de litio y óxido de zirconio, mediante la utilización de sistemas CAD-CAM.



CAPÍTULO 1 CONCEPTOS GENERALES DE CERÁMICA

1.1 Definición

Podemos definir a la cerámica, como un material inorgánico no metálico sólido, que puede ser amorfo y es capaz de permitir translucidez parcial o total.

Desde un punto de vista físico, las cerámicas son clasificadas como materiales de alta resistencia a la compresión pero baja resistencia a la tracción.

Los sistemas cerámicos, al ser utilizados en el reemplazo morfológico y funcional de los tejidos dentarios dañados, son considerados altamente estéticos, estables cromáticamente, resistentes a la abrasión y no generan reacciones alérgicas al ser comparadas con los metales¹ (fig. 1).



Figura1. Puente en cerámica del sector posterior²



1.2 Clasificación

Existen diversos tipos de cerámicas dentales utilizadas en odontología restauradora, las que tradicionalmente han sido clasificadas con diferentes criterios, entre ellos, según:

- Uso o indicación: anteriores, posteriores; carillas, postes radiculares y núcleos; fundida sobre metal, pigmentos y glaseados.
- Composición: alúmina pura, zirconio puro, cristal de sílice y vitro-cerámicas a partir de leucita o de litio.
- Método de fabricación: completamente sinterizadas, parcialmente sinterizadas, infiltradas por vidrio, modeladas o condensadas, coladas e inyectadas, torneadas o maquinadas mediante copiadoras o fresadoras a través de sistemas CAD-CAM.
- Temperatura de horneado o fusión: baja (900 - 1080°C), media (1080 - 1260°C) o alta fusión (1260 - 1400°C).
- Microestructura: vítreas, cristalinas y de vidrio con cristal.
- Translucidez: opacas, translúcidas y transparentes.
- Resistencia a la fractura y abrasividad.³



1.3 Disilicato de litio monolítico

Las restauraciones monolíticas de disilicato de litio se distinguen por una elevada resistencia a la flexión, un ajuste preciso y una función óptima.

Con una técnica monolítica, utilizando la tecnología del sistema CAD-CAM la mayoría de las restauraciones puede ser fabricada con disilicato de litio; ya que proporciona una alta dureza y estética, pero requiere de caracterización de color sobre la superficie para alcanzar el mimetismo deseado.⁴

Las tecnologías para CAD-CAM utilizan una cristalización en dos fases que aprovecha las características del disilicato de litio:

- La fabricación industrial de bloques en bruto aislados de metasilicato de litio que gracias a la cristalización parcial son fácilmente fresables y permiten al clínico las pruebas de las coronas con respecto a la adaptación marginal, contactos proximales y oclusión directamente en la boca del paciente antes de la cristalización total.



- La cristalización final de las coronas fresadas mediante la cocción a 850 °C que en aproximadamente 30 minutos convierte al metasilicato de litio en disilicato de litio con una contracción mínima de 0.2% (figura 2).⁵



Figura 2. Pruebas de coronas en disilicato de litio monolíticas CAD-CAM en fase de cristalización.



1.3.1 Propiedades

El disilicato de litio consigue pasar casi desapercibido, ya que obtiene una **tonalidad natural**, igualando el color exacto del diente natural y manteniéndolo durante un período de tiempo muy prolongado.

Además de este beneficio estético, aporta **durabilidad** con resistencia a la flexión de 360 a 400 MPa, permitiendo la utilización de la cementación convencional, siendo así menos susceptible a las fracturas; esto también permite que las restauraciones sean más duraderas.

Otra de las características del disilicato de litio es el alto grado de **translucidez**, que, a diferencia de otros materiales, no requiere la aplicación de cerámicas de recubrimiento para obtenerla.

Otros importantes beneficios del disilicato de litio son:

- Altas expectativas estéticas.
- Adaptabilidad y comodidad.
- Facilidad de uso.
- Baja resistencia al desgaste.⁶



1.3.2 Indicaciones

Gracias a sus propiedades, este material nos permite su uso para:

- Carillas.
- Inlays.
- Onlays.
- Coronas parciales.
- Coronas anteriores y posteriores.
- Superestructuras para implantes en restauraciones individuales (anteriores y posteriores).
- Coronas telescópicas primarias. ⁷ (figura 3).



Figura 3. Coronas de disilicato de litio⁸



1.4 Óxido de zirconio monolítico

Entre las cerámicas disponibles, este es un material único que por sus características mecánicas lo vuelven similar a las aleaciones metálicas empleadas para las restauraciones de metal- cerámica tanto que es llamado “el acero blanco”. El uso de coronas de zirconio totalmente anatómicas en el sector posterior es una opción novedosa.

Con la tecnología CAD-CAM sustituimos la modelación manual y la configuración de las coronas; por supuesto la capacidad del software de diseño para generar una superficie oclusal completamente anatómica es una condición previa; respecto a los aspectos clínicos, la posibilidad de generar coronas en espacios reducidos y por lo tanto realizar preparaciones conservadoras en comparación de las restauraciones de coronas de zirconia con cerámicas de recubrimiento, vienen a ser algunas de sus ventajas.⁹



1.4.1 Propiedades

Este material presenta una resistencia a la flexión y a la fractura.

Las principales características de este material son:

- Dureza.
- Biocompatibilidad.
- Soporte al estrés oclusal.
- Radiopaco.
- Estética aceptable.
- Estética sin presencia de bordes metálicos.
- Procedimiento de cementación simple y tradicional.¹⁰



1.4.2 Indicaciones

Debido a las propiedades ya mencionadas, este material nos permite su utilización para:

- Estructuras de coronas para la zona de anteriores y posteriores.
- Estructuras para puentes de 3 a 6 elementos para la zona de anteriores y posteriores.
- Puentes de Inlay.
- Coronas telescópicas primarias.

- Superestructuras de implantes (dientes individuales y estructuras de puentes ¹¹ (figura 4).



Figura 4. Coronas individuales en óxido de zirconio¹²



CAPÍTULO 2 SISTEMAS CAD-CAM

2.1 Antecedentes

Los sistemas CAD-CAM fueron utilizados en varios sectores de la producción industrial en 1970 y fue hasta los años 90's cuando se aplicó

Estos sistemas utilizan tecnología computacional para crear estructuras cerámicas, apareció cuando el sistema combinó la guía de configuración y ejecución para la restauración automática de procedimientos de laboratorio.

El Dr. Francisco Duret, que hoy es considerado el “Padre de la Odontología CAD-CAM”, comenzó en 1971 con la investigación teórica y experimental. Luego los siguieron otros investigadores como Heitlinger Rodder en 1979 y Mórmann y Brandestini desde 1980 (CEREC R) con CAD-CAM. El primer prototipo de un sistema CAD Dental / CAM se introdujo en 1983 para la conferencia “Garanciéres” en Francia. Fujita trata de la transferencia de los procesos de fabricación industrial para la industria dental en los años 80.



Cronología histórica del CAD-CAM en la Odontología:

- 1971.- En primer lugar la investigación experimental por Duret.
- 1979.- Experimento de Heitlinger Rodder.
- 1980.- Mórmann y Brandestini inician el desarrollo del CEREC.
- 1984.- Fujita trata los procesos de la transferencia de los procesos de fabricación industrial para la industria odontológica.
- 1985.- Creación del CEREC, por Siemens Dental, hoy en día SIRONA (Alemania).
- 1989.- Creación del DCS Precident por CDS Dental (Suiza) y de PROCERA por Nobel Biocare AB (Gothenburg).
- 1990.- Creación de Digident (Girrbach Dental GmbH, Pforzheim, Alemania) y de GN-1 (GC Corporation, Tokio, J) GN-1 (GC Corporation, Tokio, J).
- 1991.- Creación de Celay (Mikrona Tecnología, Spreitenbach, CH).
- 1993.- Creación de Cicerón (Cicerón Dental Systems, Hoorn, NL).
- 1995.- Creación de Cerámica Cercon inteligentes (DCS, ahora DeduDen GmbH, Hanau, Alemania).
- 1998.- Creación de cad.esthetics (décima, ahora CAD. ESTHETICS AB, .Skelleftea, S y de Pro 50 Cynovad, Montreal, CAN) Pro 50 (Cynovad Montreal, CAN).
- 2001.- Creación de Etkon (etkon AG, Gräfelfing, D); Creación de Everest (KaVo, Leutkirch, Alemania); Creación de Lava 3M ESPE AG, Alemania); Creación de Lava 3M ESPE AG, Alemania); Creación EDC (Wieland Dental, Alemania); Creación de Wol-Ceram (WolDent GmbH, Ludwigshafen, D.).¹³



2.2 Generalidades del sistema CAD-CAM

El término CAD-CAM se puede definir como el uso de sistemas informáticos para el diseño y la fabricación de un producto. Tiene su origen en la lengua inglesa: computer aided design- computer aided manufacturing, traducido al español que significa diseño asistido por computadora- fabricación asistida por computadora.

El CAD se trata de tecnologías que utilizan programas software especializados, que puede reproducir formas digitales dimensionales o tridimensionales, un detalle extremo y además se puede observar de diferentes ángulos con el fin de elaborar el diseño del producto.

A través de una plantilla se obtiene la visualización del diseño o diseños alternativos que pueden modificarse en tamaño, forma y características particulares. La transformación del diseño digital en un objeto material se lleva a cabo mediante el CAM, el cual, haciendo uso de diversas máquinas realiza la manufacturación del producto que se diseñó, es decir, convierte el diseño realizado en estructuras reales ¹⁴ (figura 5).



Figura 5. Sistema CAD-CAM (División de Estudios de Posgrado e Investigación de la UNAM, FO). Fuente directa



2.2.1 Clasificación

De acuerdo a la compatibilidad del software utilizado lo podemos clasificar en:

- Sistemas abiertos.
- Sistemas cerrados.

2.2.1.1 Sistemas abiertos

Estos generan archivos de escaneo elaborables también por otros sistemas; pueden presentar incompatibilidad entre sistemas informáticos y dificultad de gestión de los complejos archivos de datos.

2.2.1.2 Sistemas cerrados

Estos generan archivos leíbles y modificables solo en el interior de ese sistema determinado; limitan la libertad en lo que se refiere a la selección de los materiales y de concurrencia de mercado, pero, en la actualidad, presentan menores riesgos de errores o pérdida de datos.¹⁵



2.2.2 Aplicaciones de los sistemas CAD-CAM

El programa de digitalización y diseño es proporcionado por cada sistema en los que es posible diseñar:

- Restauraciones parciales (inlays y onalys).
- Carillas.
- Coronas individuales.
- Pónticos parciales fijos y removibles.
- Prótesis totales.
- Postes radiculares.
- Guardas oclusales.
- Aparatología ortodóncica.
- Restauraciones para implantes dentarios.

El diseño de la restauración es almacenado en un archivo y puede ser enviado al centro de producción o al equipo de procesado para que fabrique la estructura.¹⁶



2.2.3 Ventajas

- Disminución de las fases y etapas de trabajo.
- Precisión y control de la calidad de los resultados.
- Al suprimir los procesos de encerado, revestimiento y colado pueden evitarse las variaciones que se producen durante dichos procesos, que afectan al ajuste de la restauración.
- Permiten la obtención de restauraciones precisas.
- Permiten el empleo de distintos materiales, según el sistema.
- Estos métodos pueden aplicarse en distintos campos de la prótesis.¹⁷

2.2.4 Desventajas

- Requiere de un equipo específico para cada sistema.
- Costo.
- Capacitación para el empleo de cada sistema.

El diseño CAD es una fuente de información respecto al grosor de las coronas y los conectores, zonas bajo peligro de fractura, sobrecarga oclusal, puntos de contacto, etc.



2.3 Componentes de los sistemas CAD-CAM

La tecnología CAD-CAM puede ser dividida en tres elementos básicos:

- Escanear (digitalización), operación que permite transformar objeto físico en una serie de datos numéricos.
- Modelado CAD.
- La producción mediante CAM y fresado.

2.3.1 Digitalización

Es el método por el cual se logra el registro tridimensional de la preparación dentaria a través de un escáner, esta es la herramienta del sistema que se encarga de obtener la información, una “impresión óptica” o una imagen tridimensional de las preparaciones de los dientes adyacentes y registros oclusales que serán procesados y transformados en datos digitales para obtener la estructura o restauración diseñada.



2.3.1.1 Funcionamiento

El objetivo es la adquisición de una nube de puntos geométricos de muestreo que se ubican sobre la superficie del objeto para reconstruir el volumen; las distancias son registradas y matematizadas con algoritmos específicos, a partir del software CAD.

En el procedimiento se realiza una secuencia en tiempo breve para el muestreo de la superficie y volumen del objeto:

- Fuente luminosa (proyector), proyecta sobre el objeto un haz de radiaciones (marcador).
- Radiaciones reflejadas que penetran en la óptica del escáner para ser focalizadas y registradas a partir de una matriz de sensores ópticos. De esta forma se construye una nube de puntos, en la que cada dato expresa la distancia del objeto a partir del sensor.
- Señales eléctricas (continuas o analógicas) que son enviadas a un convertidor analógico digital para transformarlas en código binario mediante algoritmos.
- La información binaria es elaborada en modelos matemáticos expresados en formato STL (standard triangulation language) y diseñados en forma de una malla triangular (mesh).
- Cada uno de los vértices de los triángulos de la malla corresponden a un pixel de la pantalla o monitor.



- Todos los píxeles individuales producen una sola imagen en la pantalla, y cada píxel corresponde a un punto de la nube.
- Las imágenes en forma individual pueden ser compuestas por el software para constituir un modelo virtual único. ¹⁸

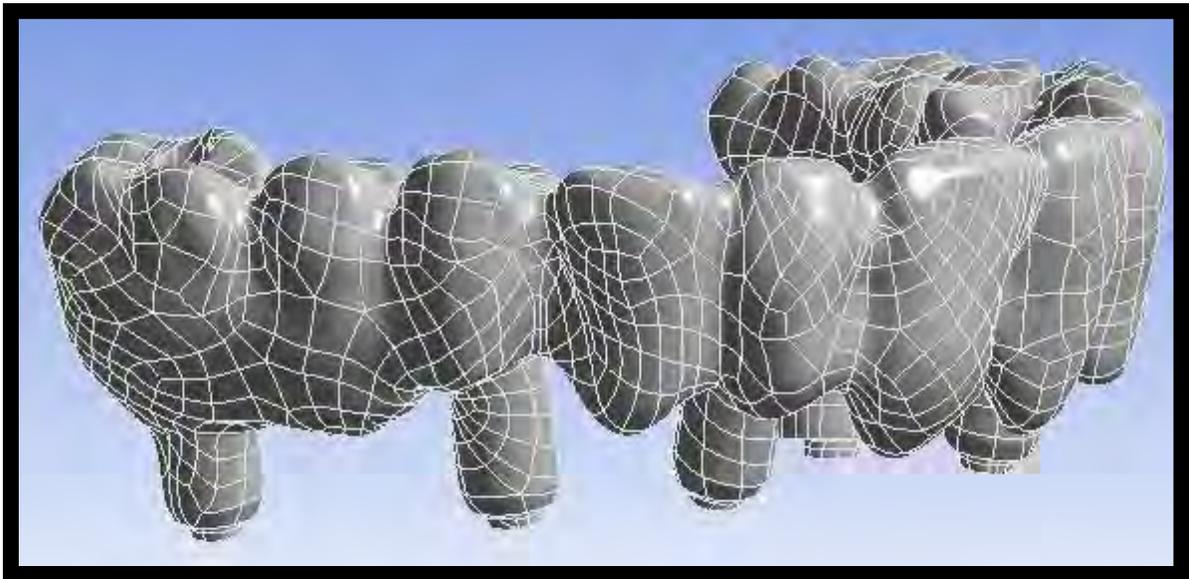


Figura 6. Mesh poligonal.¹⁹



2.3.1.2 Clasificación

Actualmente, dependiendo del sistema, existen dos tipos de escáner, el de contacto y el de no contacto; esto a su vez, pueden dividirse en activos y pasivos.

❖ Escaneo por contacto

Los escáneres por contacto se caracterizan por la presencia de una sonda de tanteo, colocadas sobre un aparato accionado por motores, que mueve el modelo y la sonda; cada vez que entra en contacto, envía coordenadas al software que construye un modelo matemático para obtener un modelo virtual 3D.

Son dispositivos precisos que producen bien los ángulos, pero con respecto a los escáneres ópticos son lentos y el contacto hace que se corra el riesgo de alterar el modelo.

❖ Escaneo por no contacto

- Pasivos: son sistemas ópticos, que no permiten ninguna relación, pero registran la emitida por el objeto o la luz ambiental. Por lo general, son tecnologías poco precisas y económicas, que son utilizadas para la arquitectura de interiores y el diseño en decoración.



- **Activos:** estos dispositivos emiten y registran cualquier forma de radiación como luz visible, láser ultrasonidos, rayos X y electrones. Dentro de los escáneres activos destacaremos el escaneo óptico.

En odontología, se utilizan radiaciones luminosas (láser y luz estructurada) que deben ser moduladas de acuerdo con esquemas conocidos (patrones codificados según el espacio y tiempo), para poder realizar mediciones cuidadosas evitando aberraciones y difracciones. Por otra parte están presentes en luz visible producida por lámparas incandescentes.

❖ **Escaneo óptico (activo)**

- Proyector (fuente luminosa) que transmite sobre un objeto un patrón de radiaciones con formas y tiempos codificados (marcador).
- Matriz de sensores que registran los rayos reflejados (cámara fotográfica digital), cuya imagen resulta deformada, ya que es adquirida por puntos de observación con angulaciones diferentes a las del proyector.
- Algoritmos de fotogrametría, con los cuales el software reconstruye tridimensionalmente la forma de la superficie iluminada.



La base de este tipo de escáner es obtener las estructuras tridimensionales a partir de un proceso llamado triangulación activa, procedimiento por el cual el sensor del escáner capta la información dependiendo del ángulo de proyección y del patrón de sombras que se genera. El receptor del escáner registra el cambio de estas líneas y el computador calcula la correspondiente profundidad. La escala de profundidad en este procedimiento depende del ángulo de triangulación. Así, el computador puede calcular los datos tridimensionales de la imagen obtenida del receptor. Las fuentes de iluminación pueden ser proyección de luz blanca o cono láser, dependiendo del sistema. Este tipo de escaneo puede ser de forma directa o indirecta.

En el **método directo** se utiliza un escáner intraoral, el cual transmite las imágenes directamente a un ordenador; en este método no es necesaria la toma de impresiones, lo cual nos reduce el tiempo de trabajo, ya que el mismo escáner toma imágenes de las preparaciones, dientes adyacentes, antagonistas y se puede tomar a boca cerrada un registro de mordida.

En cambio, en el **método indirecto**, una vez realizadas la toma de impresiones, se realiza el escaneo de los modelos de estudio y los registros de mordida para obtener su digitalización.



En cualquiera de los dos métodos mencionados, dependiendo del software utilizado, se puede realizar un estudio completo, ya que con las diferentes herramientas de trabajo podemos precisar la longitud, el tamaño, dimensión y posición del área donde se colocará la restauración.

2.3.2 Programa de diseño CAD

Por medio de programas de diseño gráfico, particulares para el trazado dental y específicos para cada sistema, se traslada la información obtenida con el escáner al programa para diseñar la estructura protésica deseada.

Una vez detectada la línea de terminación cervical y la configuración de los pilares, es posible determinar la anatomía dental, las dimensiones de los pónicos, los pilares y los conectores de la restauración en proceso.



2.3.3 Equipo de maquinado CAM

Es el encargado de procesar los datos de la digitalización y de transformar la información del diseño en la estructura protésica. Esto se logra mediante el tallado de bloques cerámicos de diferentes materiales.

Los equipos de procesado se distinguen por el número de ejes de maquinado, entre más ejes posibles mayor complejidad del maquinado. Existen equipos con el siguiente número de ejes:

- De tres ejes: usan toda el área dental y pueden girar el patrón de maquinado 180°; tienen como ventaja el menor desgaste del equipo y menor tiempo de procesamiento.
- De cuatro ejes: estos equipos pueden girar de manera infinita; como ventaja reduce tiempo en el procesamiento y material.
- De cinco ejes: permiten maquinar geometrías complejas con subsecciones como estructuras de puentes fijos con varios pónicos, pilares y anatómicos.

La calidad de las restauraciones no depende exclusivamente del número de ejes en los que la máquina pueda procesar el diseño. La calidad del maquinado depende de la digitalización, proceso de la información y producción.²⁰



CAPÍTULO 3 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PRÓTESIS MONOLÍTICAS UNITARIAS DEL SECTOR POSTERIOR EN DISILICATO DE LITIO Y ÓXIDO DE ZIRCONIO MEDIANTE CAD-CAM

Para la elaboración de coronas unitarias del sector posterior, en disilicato de litio y en oxido de zirconio, debemos llevar a cabo una serie de pasos, los cuales serán descritos a continuación.

3.1 Digitalización por método directo.

En este caso se utilizo un escáner intraoral de la casa comercial 3Shape.

El primer paso es realizar la selección del área a escanear y colocar los datos del paciente y del material que se utilizara para la elaboración de la restauración (figura 7).



A

B

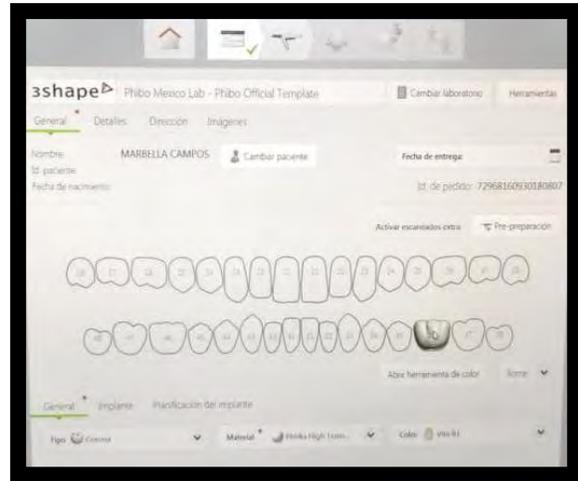
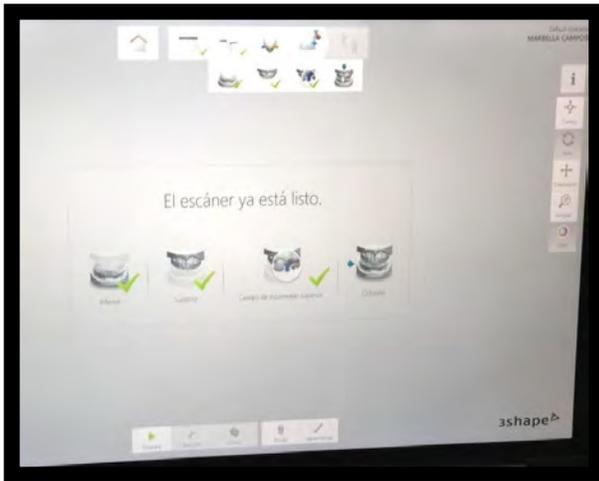


Figura 7. A, Inicio de escaneo intraoral 3shape.

B, Selección del área a escanear por sistema 3shape. fuentes directa

Una vez dada la orden al software, se procede a realizar el escaneo intraoral, (figura 8), e inmediatamente en tiempo real se van transmitiendo las imágenes de la impresión digital, al ordenador (figura 9).

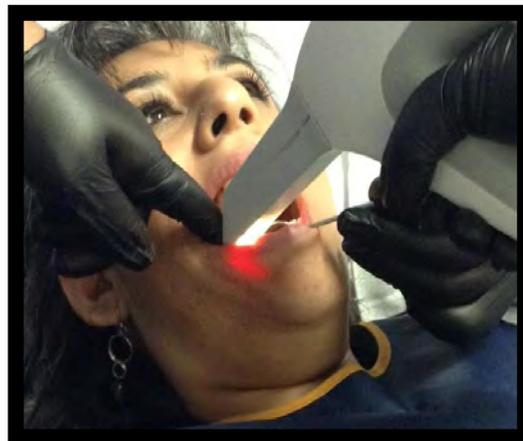
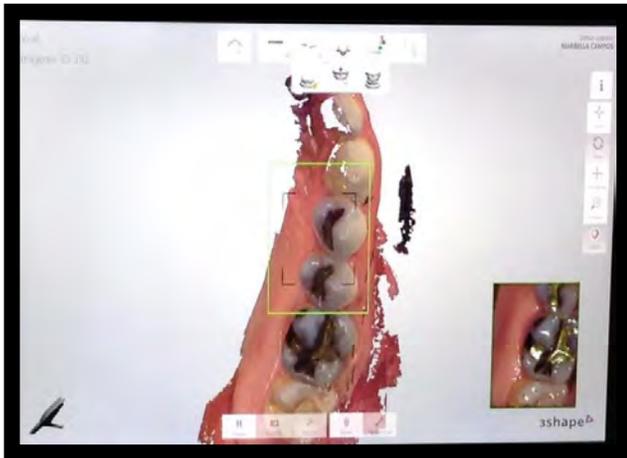


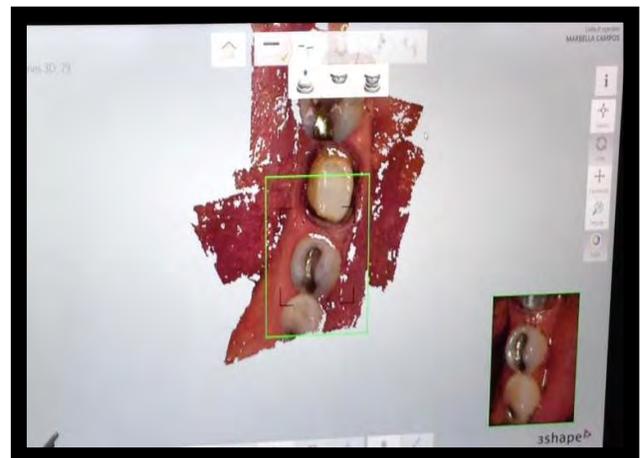
Figura 8. Escaneo intraoral por medio de sistema 3shape. fuentes directa



A



B



C



Figura 9. A, Escaneo intraoral de antagonista por medio de sistema 3shape.

B, Escaneo intraoral de la preparación. **C,** Toma de registro oclusal fuerza directa



Una vez obtenidas la secuencia de imágenes requeridas, se realiza la orden con especificaciones y se envía digitalmente al centro CAM para llevar a cabo su fabricación (figura 10).

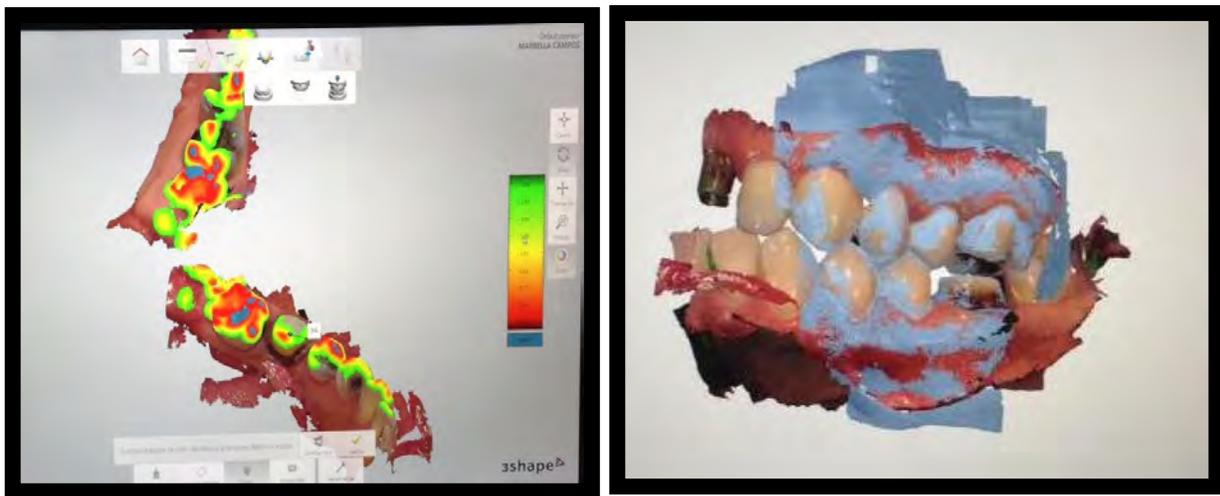


Figura 10. A, Áreas críticas de trabajo. **B,** Reposicionamiento de las imágenes. Fuente directa.



3.2 Digitalización por método indirecto.

Para la aplicación de este método, es necesaria la obtención previa de modelos de trabajo, los cuales deben contar con las siguientes características:

- Impresión fidedigna.
- Vaciado adecuado.
- Colocar zócalo.
- Dados de trabajo totalmente desmontables.
- Articulados correctamente de acuerdo a la guía oclusal (figura 11).

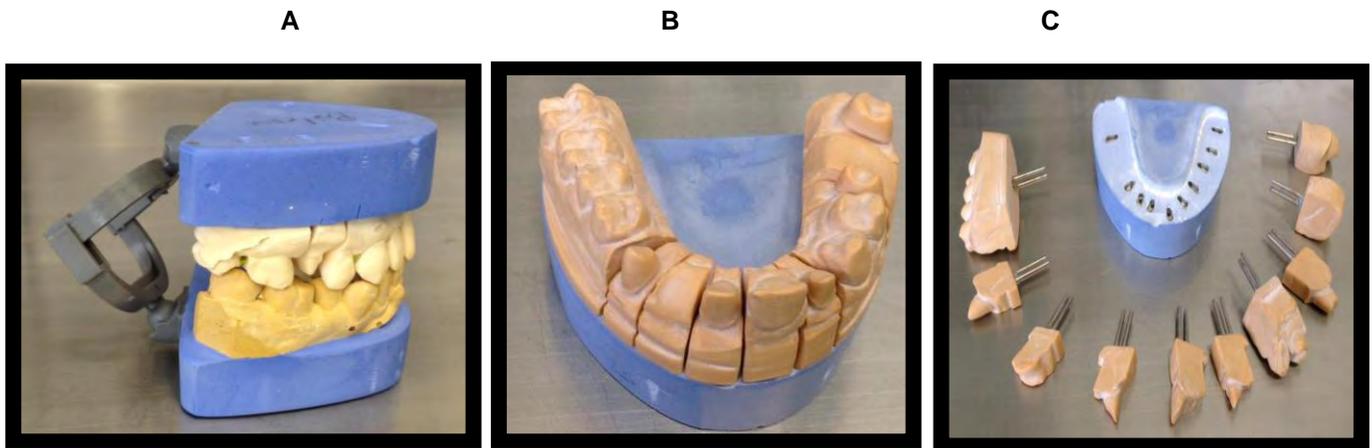
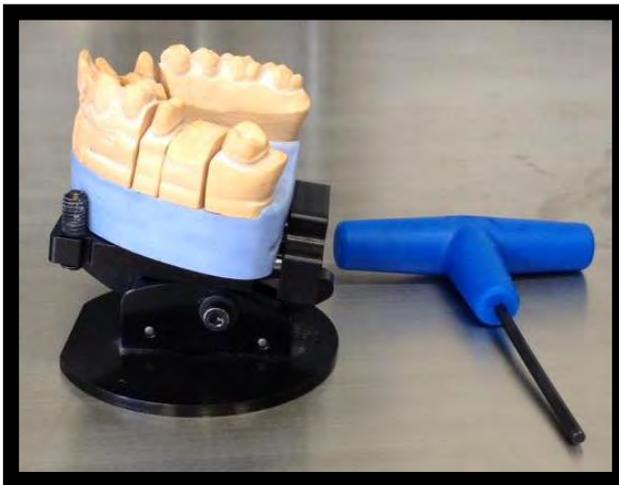


Figura 15. A, Obtención de los modelos de trabajo B y C Modelo de trabajo totalmente desmontable. Fuente directa.



Una vez, cumplidos los requerimientos del modelo a escanear, se coloca el modelo de trabajo sobre el aditamento para el escaneo (figura 16).

A



B

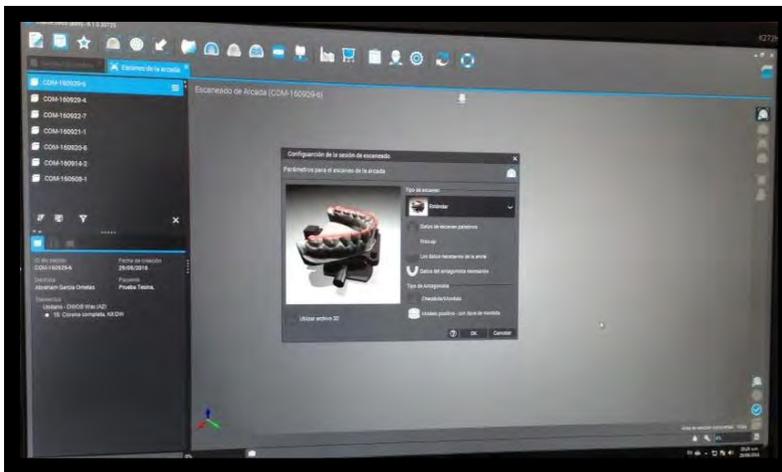


Figura 16. A y B Modelo sobre aditamento de escaneo. Fuente directa.



Para llevar a cabo el escaneo en método indirecto, utilizamos un escáner Wiland, primero se procede a dar la orden al software, para la selección del área a escanear y la selección del material con el que se realizara la restauración (figura 17).

A



B

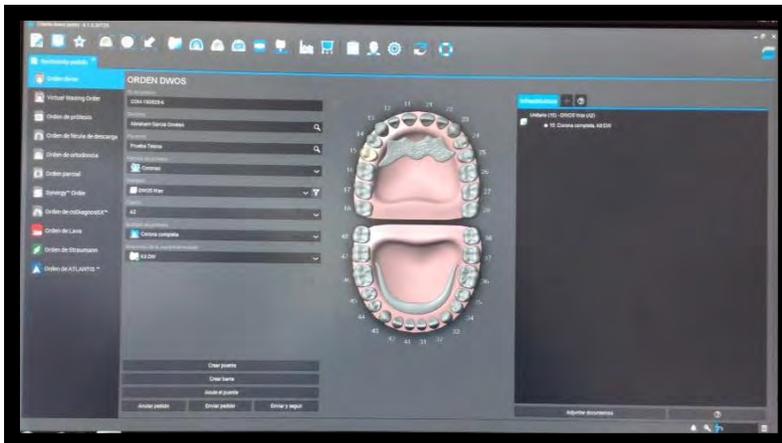


Figura 17.

A, Ficha de inicio para el escaneo. **B**, Programa listo para inicio de escaneo. Fuente directa.

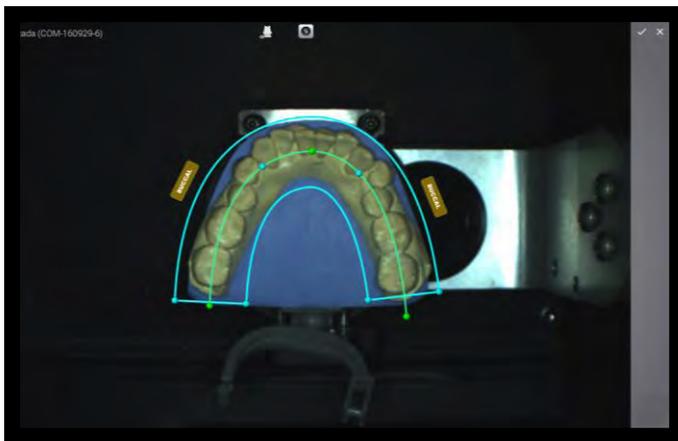


Una vez listo el escáner, se coloca el modelo dentro del escáner y se inicia el procedimiento, en automático la imagen aparece en la pantalla y con ayuda de las herramientas del software es posible dirigir el escaneado (figura 18).

A



B



C

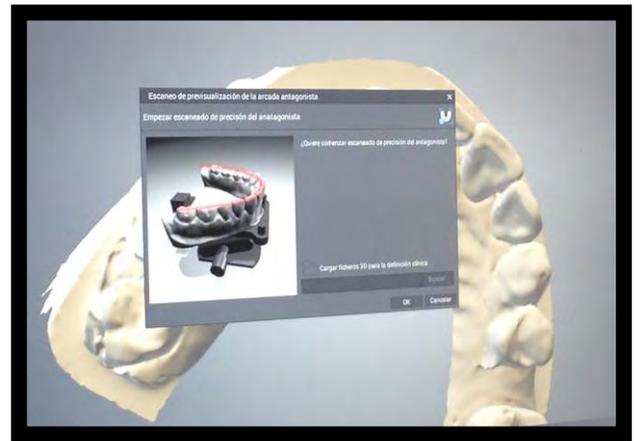


Figura 18. A,Modelo posicionado correctamente para inicio de escaneado.

B, Visualización del escaneado. **C,** Solicitud automática del modelo antagonista. Fuente directa



Terminado el escaneado del modelo de trabajo, el ordenador en automático solicita el modelo antagonista para su escaneo, de la misma manera, una vez terminado este procedimiento, solicita la colocación del dado de trabajo individual, posteriormente solicita la colocación de ambos modelos articulados y sujetado con liga para realizar su escaneo (figura 19, 20 y 21).

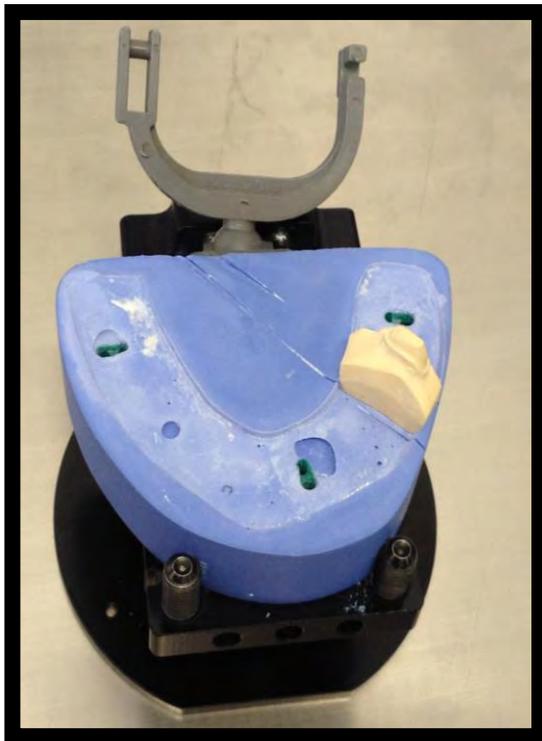


Figura 19. Dado de trabajo individual listo para su escaneo. Fuente directa.

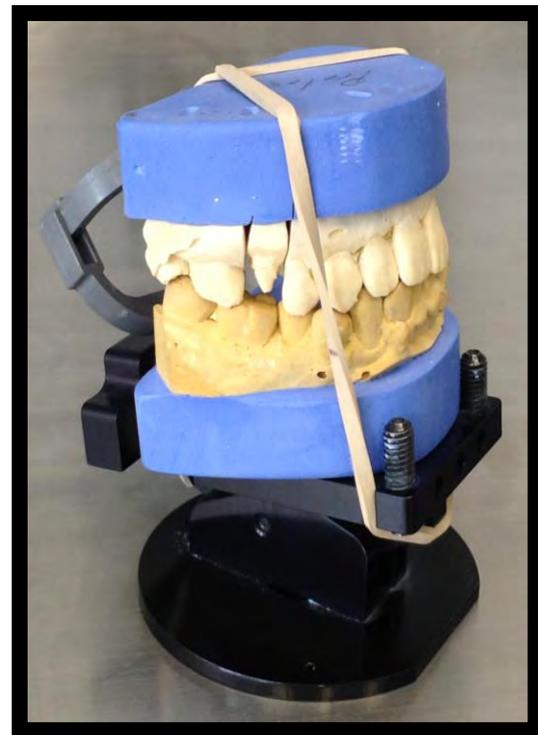


Figura 20. Dado de trabajo individual listo para su escaneo. Fuente directa.



Obtenido el escaneado total de los modelos de comienzo con la fase CAD, para realizar los ajustes necesarios, para el diseño de la restauración a realizar.

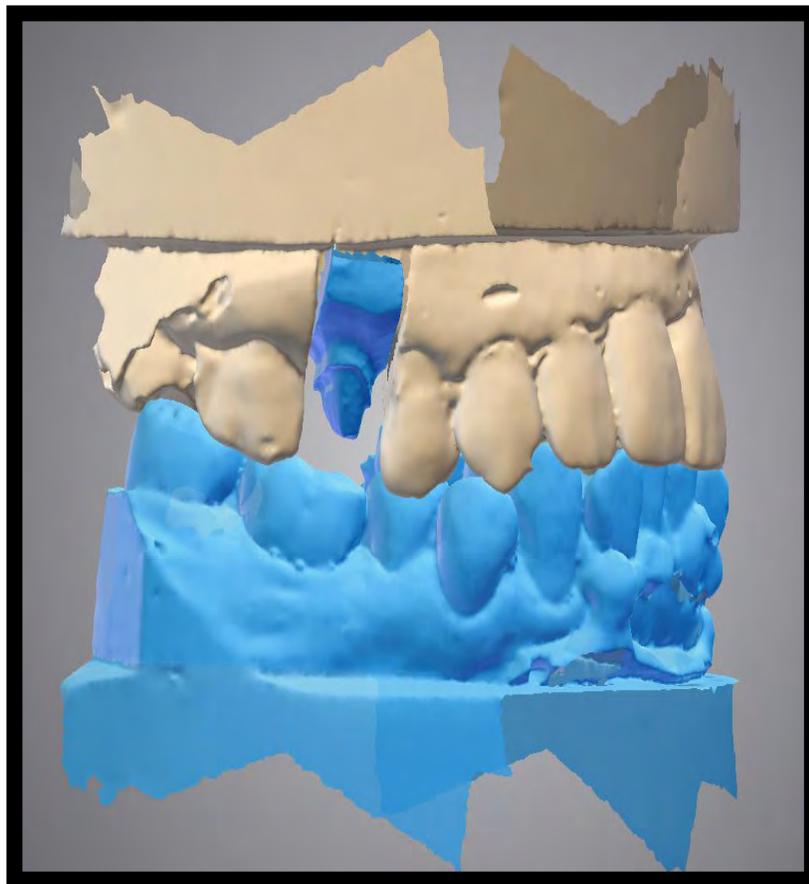


Figura 21. Vista de escaneo finalizado. Fuente directa.



3.3 Fase CAD

En la fase CAD, se realiza el procedimiento de diseño de las restauraciones a realizar, una vez obtenido el escaneado, utilizando las herramientas de trabajo, nos permite realizar modificaciones, de tamaño, forma y posición (figura 22).

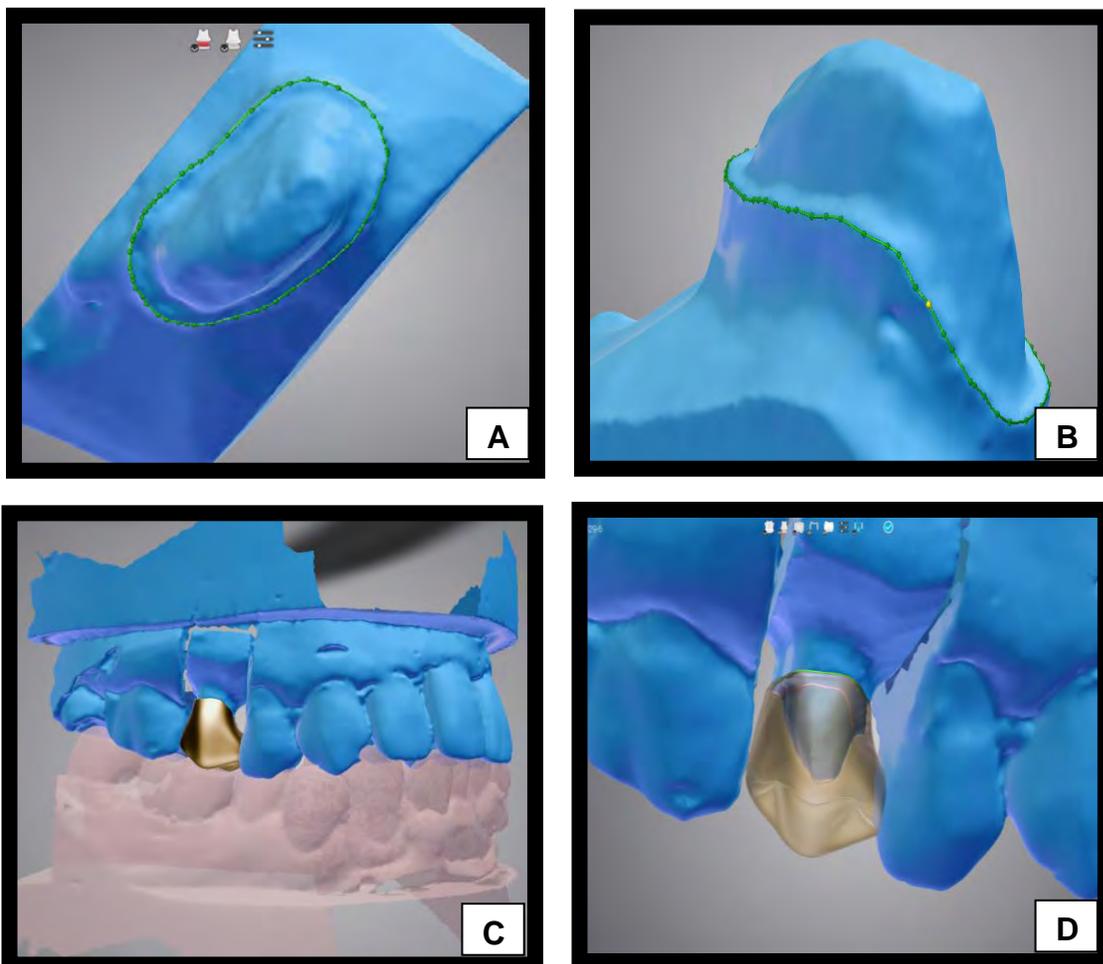


Figura 22. A y B, Delimitación de la preparación, vista oclusal y lateral.

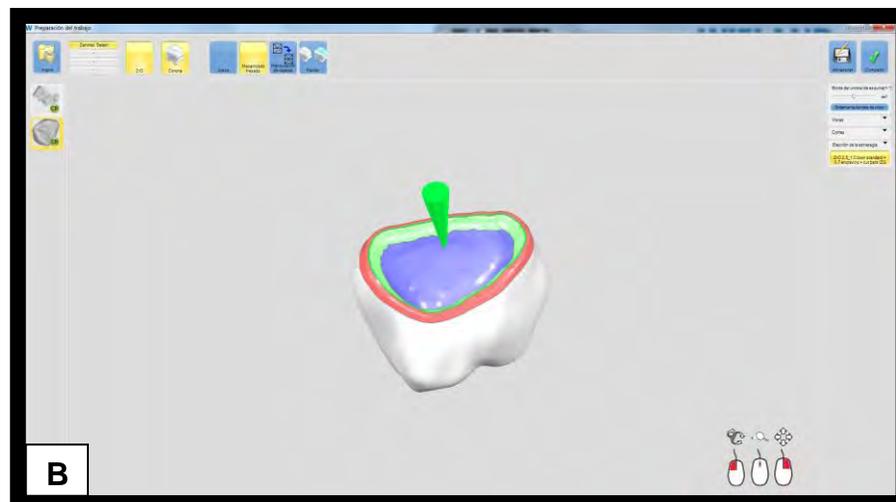
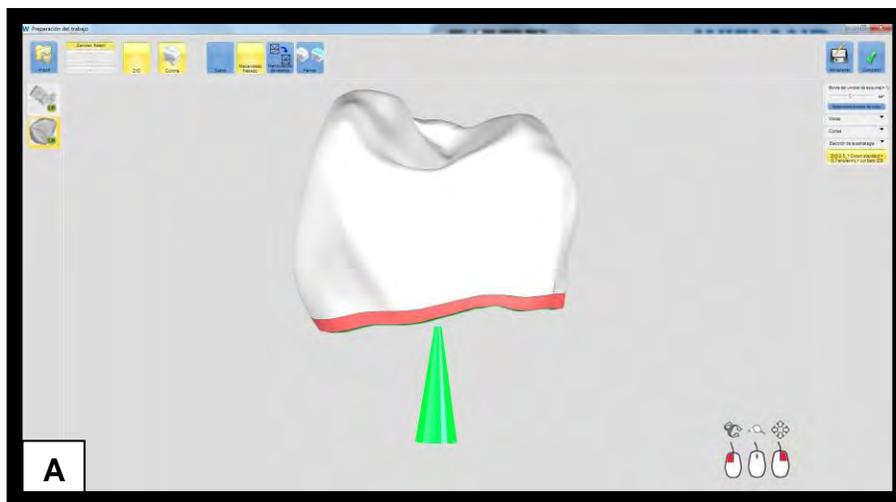
C y D, Diseño digital de la restauración. Fuente directa



3.4 Fase CAM

Terminada la fase CAD, se manda directamente a la fase CAM, para detallar el diseño de la restauración y comenzar el fresado de la restauración.

En esta fase es posible definir el eje de la restauración (figura 23).



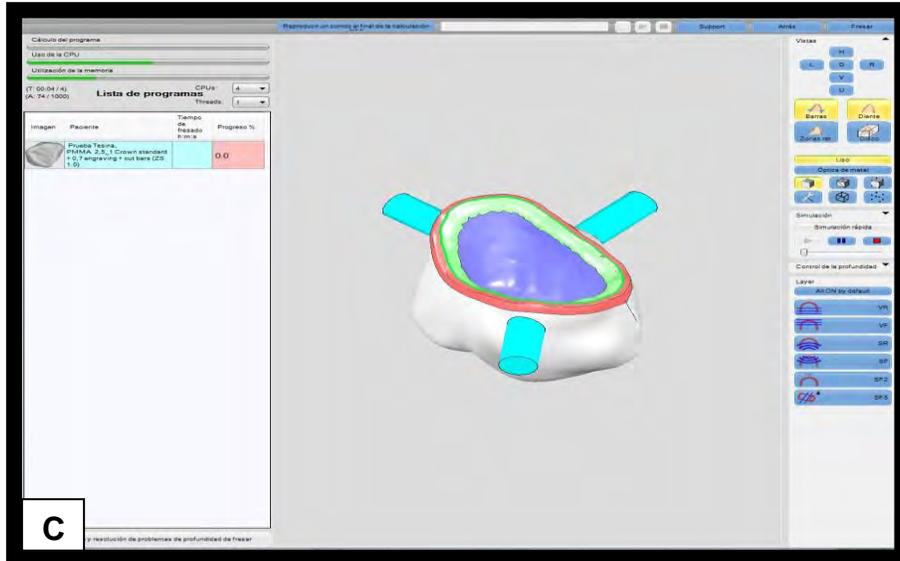


Figura 23. A y B, ubicación del eje oclusal de la restauración.

C, diseño de los conectores, para el fresado Fuente directa

Se posiciona la restauración a fresar, en el área disponible del materia para su fresado (figura 24).



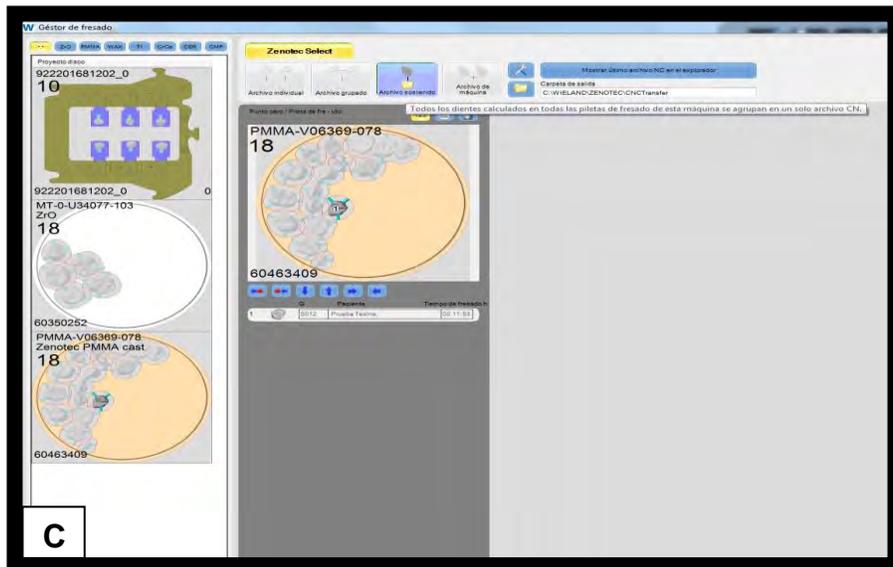
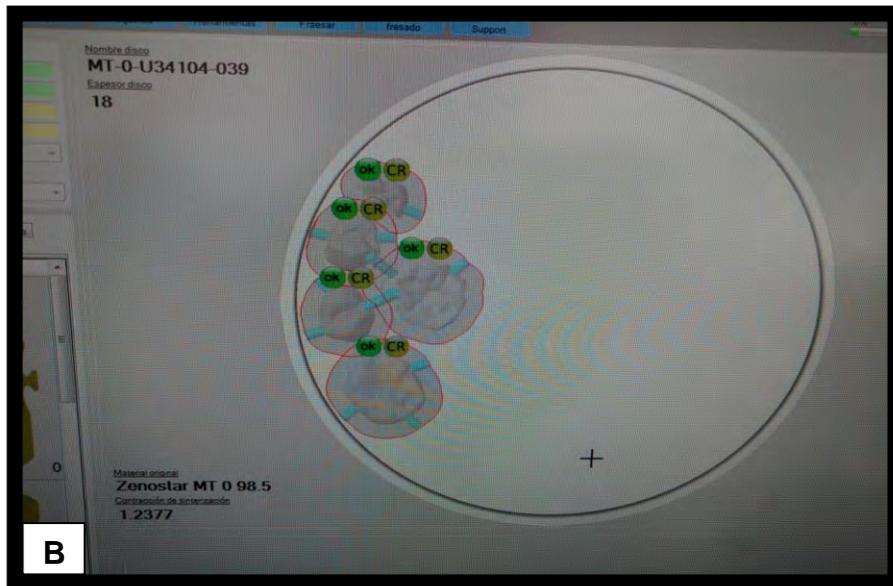


Figura 24. A y B. Ubicación de la restauración digital, en el material para su fresado. C, Orden de iniciación del fresado. Fuente directa



3.4.1 Fresado o torneado

El diseño de la restauración en formato *.STL son transferidas desde el software CAM al software de la fresadora, para programar el tipo y la cantidad de movimiento de la fresa o de la pieza para obtener la reproducción, por lo que parámetros de fresado son:

- Diámetro, número de dientes y velocidad de la fresa.
- Estrategia de fresado.
- Tipo de material.
- Velocidad de corte de la fresa y número de giros e ser aplicados al mandril para obtener la velocidad de corte deseada.
- Velocidad del fresado en las distintas direcciones.
- Espesor y seccionamiento de la viruta.

Los movimientos de fresado son: el movimiento de corte, determinado por la rotación de la fresa; el movimiento de alimentación, determinado por el avance de la pieza; el movimiento de profundización, que determina la profundidad del paso, causada por el movimiento de la pieza de fresado.

La presión de contacto es el resultado de la combinación de las fuerzas de traslación y de avance que debe poseer una relación indirectamente proporcional para obtener un buen fresado de la pieza: la presión es escasa



con respecto a la velocidad, no hay desgaste, si resulta elevada la sobrecarga produce sobrecalentamiento.

La fuerza de corte en juego entre fresa y pieza, regula la profundidad del paso y, por lo tanto, la cantidad de material a ser extraído.

El fresado o torneado es la eliminación de material que permite realizar una vasta gama de superficies trabajadas con herramientas multicortantes (fresas) de morfología diversa (cilíndricas, cónicas, planas, etc.) y materiales (de diamante, de carburo sinterizado, aceros).

El corte es el movimiento rotatorio poseído por la herramienta (fresa), mientras que el avance es la trayectoria relativa entre el utensilio o herramienta y la pieza.

3.4.2 Sinterización

Las cocciones de una cerámica de revestimiento estético para zirconio son las siguientes:

- Cocción del *liner* (adhesivo) para aumentar la adhesión entre *core* (núcleo cerámico) y *venner* (capa de revestimiento estético). Puede tratarse de un *liner* específico, para aumentar la adhesión. Ambos se aplican líquidos y son fundidos a temperatura elevada de manera que penetre en las irregularidades de la estructura y aumente la retención micromecánica.



- Cocción *wash y foundation*, formada por una capa delgada de cobertura de dentina fluida y coloreada; sirve para suministrar un substrato sobre el cual sinterizar la cerámica de base, compensar el efecto de la baja conductividad térmica del zirconio y aumentar la adhesión. Cuando se coloca la dentina hipercrómica, se define como dentina de transición y mejora la cromaticidad de la retracción.
- Cocción principal del esmalte y dentina, con el que se construye el cuerpo y el plano incisal.
- Cocción de los supercolores (técnica de pintura o paint on).
- Glaseado o vitrificación.

En promedio, la determinación de los parámetros del horno de sinterización son los siguientes, con variaciones que dependen de la composición y características del producto cerámico y del tipo de horno.

- Temperatura inicial, momento en el que se introduce la cerámica en el horno.
- Tiempo de precalentado, en el que se verifica el secado, hasta el momento del cierre del horno.
- Gradiente térmico o progreso del aumento de la temperatura.
- Temperatura final de sinterizado.
- Inserción del vacío.
- Desinserción del vacío (1° C menos que el de la temperatura final).
- Temperatura de apertura del horno.

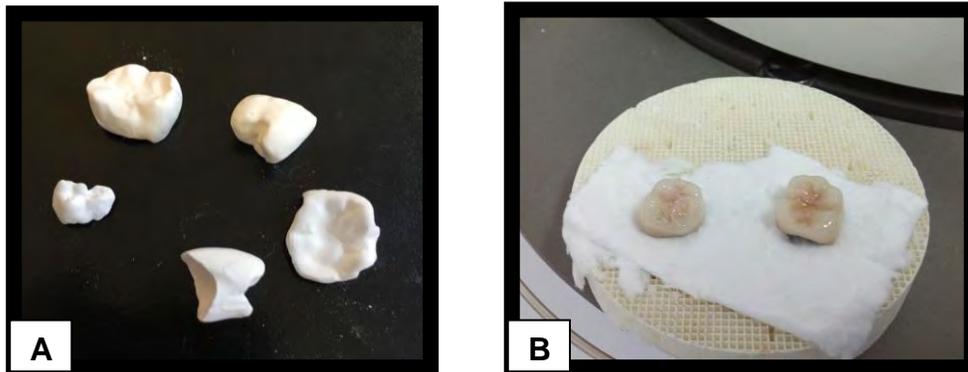


Figura 25. A coronas sin sinterización y B, Coronas sinterizadas fuentes directa

Durante la sinterización del *venner* se debe tomar en cuenta que el zirconio es un escaso conductor térmico y existe mayor dificultad para la cocción sobre estructuras macizas, con respecto a las capas delgadas (figura 25).

Reglas para una adecuada sinterización:

- Reducir el gradiente térmico de aumento de la temperatura de 5° a 10°C y proporcionalmente al peso de la pieza más voluminosa.
- Prolongar el tiempo de permanencia a temperatura final en forma inversamente proporcional con la disminución del gradiente térmico (de 30 a 60 segundos hasta 2 ó 3 minutos); esta compensación es necesaria para suministrar una energía de sinterización estable o evitando el riesgo de insuficiente (fragilidad) o excesiva (fusión y pérdida de la forma) vitrificación.



- Aumentar en 2 ó 3 minutos el tiempo de mantenimiento de la temperatura final, conllevada a la reducción de 10 ° a 15 ° C para evitar el riesgo de excesiva vitrificación.

- Las estructuras deben ser retiradas del horno cuando la temperatura es inferior a los 200°C, para evitar choques térmicos y consecuentes fracturas.

- El enfriamiento sobre la mesa de trabajo debe producirse lentamente y sin oscilaciones sobre un soporte aislante (>3 minutos).

Las vitrocerámicas necesitan algunas consideraciones especiales. En todo material vítreo, en la medida que aumenta la temperatura es posible separar los cristales, los cuales están formados por diferentes componentes del material, para después hacerlos precipitar durante el proceso de enfriamiento.²¹



CONCLUSIONES

El uso de nuevas tecnologías para el diseño de restauraciones dentosoportadas requiere de un conocimiento sólido de prótesis fija para obtener un resultado clínico exitoso.

El proceso de diseño y confección de restauraciones en el sector posterior con coronas monolíticas el día de hoy es indispensable como un elemento básico para poder atender las necesidades de una población que requiere de tratamientos más predecibles y de larga duración.

El uso de la tecnología CAD-CAM para una gran parte del gremio odontológico representa un modelo de trabajo costoso y que requiere de un conocimiento profundo para el manejo del sistema, sin embargo, la realidad demuestra que es un problema de la brecha tecnológica que existe en nuestro país y realizar tratamientos utilizando esta tecnología desde un punto de vista clínico requiere de trabajar en conjunto con un técnico dental o laboratorio que maneje un estándar de trabajo adecuado.

En la actualidad los sistemas CAD-CAM se encuentran ya en un pequeño porcentaje de consultorios y clínicas de instituciones y particulares representando un modelo de trabajo y oportunidad de crecimiento haciéndose cada día más populares, estableciendo un modelo de trabajo que se ve en Consultorios y clínicas que cuentan con sistemas CAD como son un escáner intraoral y una computadora con software de diseño para



restauraciones, tratamientos de ortodoncia, prótesis totales, prótesis removibles, guías quirúrgicas para colocación de implantes, por mencionar algunas cosas y centros de fresado o impresión 3D para llevar a cabo la manufactura. Cada día son más los sistemas CAD y CAM que surgen simplificando el trabajo con nuevas técnicas, nuevos materiales y reduciendo costos, motivo por el cual es imperativo privilegiar la razón para elegir la alternativa más confiable y con respaldo científico.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Saavedra R,IR. Clasificación y significado clínico de las diferentes formulaciones de las cerámicas para restauraciones dentales. *act. odontol. ven.* 2016 octubre; 52(2).
2. Saavedra R,IR. clasificación y significado clínico de las diferentes formulaciones de las cerámicas para restauraciones dentales. *act. odontol. ven.* 2016 octubre; 52(2).
3. Lee C.. Lithium disilicate, the restorative material of multiple options. *dental tribune internacional.* 2012 enero; 1(1): p. 26-36.
4. Castro E.. Consideraciones actuales en la utilización de coronas unitarias libres de metal en el sector posterior. *Rev. estomatol. heredia.* 2014 oct- dic; 24(4): p. 278- 286.
5. Cerámicas Dentales. [Online].; 2012 [cited 2016 septiembre 29. Available from: HYPERLINK "<http://ceramicdent.blogspot.mx/>" <http://ceramicdent.blogspot.mx/> .
6. Cerezo I.. El disilicato de litio, la opción ideal para la restauración dental. [Online].; 2014. Available from: HYPERLINK "<http://www.cleardent.es/el-disilicato-de-litio-la-opcion-ideal-para-la-restauracion-dental/>" <http://www.cleardent.es/el-disilicato-de-litio-la-opcion-ideal-para-la-restauracion-dental/> .
7. Ivoclar Vivadent. [Online].; 2016. Available from: HYPERLINK "<http://www.ivoclarvivadent.com/es-es/ips-emax-cad-monolithic-solutions>" <http://www.ivoclarvivadent.com/es-es/ips-emax-cad-monolithic-solutions> .



8. Castellsagué M.. Centre Dental Implantologia Oral. [Online]. Available from: HYPERLINK
"http://www.centredentalcastellsague.cat/tractaments/protesis-dentals/protesi-dental-fixa/"
<http://www.centredentalcastellsague.cat/tractaments/protesis-dentals/protesi-dental-fixa/> .
9. E. C. Consideraciones actuales en la utilizacion de coronas unitarias libres de metal en el sector posterior. Rev. Estomatol. Herediana. 2014 Oct-Dic; 24(4): p. 278-286.
10. IPS e.max ZirCad. [Online]. Available from: HYPERLINK
"http://www.ivoclarvivadent.com.mx/es-es/ips-emax-zircad"
<http://www.ivoclarvivadent.com.mx/es-es/ips-emax-zircad> .
11. Diaz R.P. LE,VT. Materiales y Técnicas de impresionen prótesis fija dentosoportada. Cient. Dent. 2007; 4(1): p. 71-82.
12. Evaluación estética y funcional de las restauraciones en circonio utilizando la técnica tradicional y tecnología CAD/CAM. El Dent. Mod. 2015 Mayo;(10): p. 44-50.
13. Odonto salud. [Online]. Available from: HYPERLINK
"http://www.odontosalud.com/web/pdf/origen_odontologia_cadcam.pdf"
http://www.odontosalud.com/web/pdf/origen_odontologia_cadcam.pdf .
14. Diaz R.P. LE,VT. Materiales y técnicas de impresión en prótesis fija dentosoportada. Cient. dent. 2007 Mayo; 4(1): p. 71-82.
15. Montagna F. BM. Cerámicas, Zirconio y CAD/CAM. 2nd ed. Venezuela: Amolca; 2013.



-
-
16. Tecnología CAD CAM en odontología. [Online]. Available from:
HYPERLINK
"http://www.susmedicos.com/art_tecnologia_cad_cam_odontologia.htm"
http://www.susmedicos.com/art_tecnologia_cad_cam_odontologia.htm .
17. Montagna F. BM. Cerámicas, Zirconio y CAD/CAM. In. Venezuela:
Amolca; 2013. p. 269-274.
18. Montagna F. BM. Cerámicas, Zirconio y CAD/CAM. In. Venezuela:
Amolca p. 225-227.
19. M. F. Diseño y analisis mediante elementos finitos de estructuras
dentales implanto-soportadas. [Online]. Available from: HYPERLINK
"http://www.iit.comillas.edu/pfc/resumenes/519345fe17eb5.pdf"
<http://www.iit.comillas.edu/pfc/resumenes/519345fe17eb5.pdf> .
20. Montagna F. BM. Cerámicas, Zirconio y CAD/CAM. In. Venezuela:
Amolca; 2013. p. 225, 232-246.
21. Montagna F. BM. Cerámicas, Zirconio y CAD/CAM. In. Venezuela:
Amolca; 2013. p. 257-266,269-274.