



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

USO DE CAD/CAM EN PRÓTESIS FIJA Y SUS
BENEFICIOS EN TEJIDOS BLANDOS.

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:

CINTHYA CONTRERAS FLORES

TUTOR: Esp. EDUARDO GONZALO ANDREU ALMANZA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

En la culminación de esta etapa de mi vida, no me queda más que agradecer a Dios por permitirme la vida, por las personas que amo y por todas las bendiciones que me ha dado.

A mis papás, por su amor incondicional, su cuidado y protección, por sus enseñanzas y guía, por su apoyo infinito y vital, por hacerme saber y sentir que siempre estarán conmigo y por permitirme lograr una meta más en mi vida, porque hoy soy quien soy gracias a ustedes. Los amo mucho papis!

A mi hermana Karla, por ser mi mejor amiga, mi confidente, un apoyo fundamental en mi vida, por siempre estar cuando más te necesito y tu ayuda en los momentos más difíciles de la carrera, porque siempre has creído en mí y me has dado tu amor absoluto, te adoro hermanita!

Al hombre de mi vida Juan, gracias mi amor por todo tu apoyo, por la enorme fe que tienes en mí, porque he aprendido de ti que hay que luchar por los sueños para que se vuelvan una realidad, por caminar junto a mí en esta vida y por el inmenso amor que me das día a día. Te amo mucho mi amor!

A Hope World Wide México, por ser mi segunda escuela, por todas las enseñanzas y experiencia, por enseñarme que la Odontología es una carrera hermosa y que ayudar a los demás lo es aún más, y por permitirme ser parte de su noble y maravillosa causa.

A todos los doctores que fueron parte de mi formación profesional, por sus enseñanzas y por transmitirme y compartir su experiencia y conocimientos.

A mis pacientes, que fueron parte fundamental de mi aprendizaje y formación académica, por su tiempo, por la confianza que depositaron en mí y porque sin ellos no sería posible.

Al Dr. Eduardo Andreu, la Dra. María Luisa Cervantes y la Dra. María Mendoza por su orientación, tiempo y apoyo en este trabajo y etapa de mi carrera.

Y a la Facultad de Odontología y mi amada Universidad Nacional Autónoma de México, por su excelente labor, por todo lo que me ha brindado, por darme la oportunidad de cumplir esta meta y porque me siento muy afortunada y profundamente orgullosa de pertenecer a esta máxima casa de estudios. Orgullosamente UNAM!

“Haz de tu vida un sueño, y de tu sueño una realidad”

Antoine de Saint-Exupéry

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN.....	7
OBJETIVO.....	9
CAPÍTULO 1. CONSIDERACIONES ANATÓMICAS DEL PERIODONTO...10	
1.1 Definición de periodonto.....	10
1.2 Encía.....	11
1.2.1 Encía marginal.....	12
1.2.2 Encía insertada.....	13
1.2.3 Encía interdental.....	15
1.3 Surco gingival.....	17
1.4 Características microscópicas de la encía.....	19
1.4.1 Epitelio gingival.....	20
1.4.2 Tejido conectivo gingival.....	22
1.5 Ligamento periodontal.....	22
1.6 Cemento radicular.....	26
1.7 Hueso alveolar.....	27
1.8 Espacio biológico.....	29
1.8.1 Antecedentes.....	29
1.8.2 Definición de espacio biológico.....	30
1.9 Biotipo periodontal.....	32

CAPÍTULO 2. SISTEMA CAD/CAM.....	35
2.1 Antecedentes.....	35
2.2 Concepto CAD/CAM.....	36
2.3 Componentes.....	37
2.4 Fases de trabajo.....	38
2.4.1 Fase CAD.....	38
2.4.1.1 Digitalización o escaneado.....	39
2.4.1.2 Diseño.....	44
2.4.2 Fase CAM	47
2.4.2.1 Ejes de maquinado.....	50
2.4.3 Acabado y preparación para la sinterización.....	52
2.4.4 Sinterizado.....	55
2.5 Filosofías de trabajo.....	58
2.6 Materiales utilizados en el sistema CAD/CAM.....	59
2.6.1 Materiales para provisionales.....	65
2.7 Ventajas y desventajas.....	66
CAPÍTULO 3. BENEFICIOS DEL USO DE SISTEMAS COMPUTARIZADOS EN LOS TEJIDOS BLANDOS.....	69
3.1 Relación protético periodontal.....	69
3.2 Factores causales de la retracción gingival iatrogénica...	69
3.3 Importancia clínica del espacio biológico.....	71

3.4 Beneficios del uso de CAD/CAM en tejidos blandos.....	73
3.4.1 Precisión marginal.....	74
3.4.2 Preparación y adaptación de tejidos blandos con provisionales.....	80
3.4.3 Técnica de cicatrización guiada de tejidos blandos.....	85
3.4.4 Estabilidad del margen gingival.....	87
3.4.5 Medición de tejidos blandos.....	92
CONCLUSIONES.....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95



INTRODUCCIÓN

Uno de nuestros objetivos como odontólogos es permitir a nuestros pacientes recuperar las funciones de la cavidad oral mediante la elaboración de prótesis dentales, como ya sabemos, existe una interrelación íntima e inseparable entre la prótesis y la salud periodontal, es por ello, que todo tratamiento protésico requiere una serie de exigencias biológicas que actúen en beneficio de los tejidos blandos adyacentes a la prótesis.

Por lo tanto, es necesario el conocimiento de las estructuras periodontales, las cuales deben estar en buen estado para iniciar la rehabilitación protésica del paciente, así como también, la prótesis debe mostrar adaptación con el periodonto, a fin de que al final del tratamiento podamos obtener condiciones de longevidad en las restauraciones y salud en los tejidos blandos.

La odontología continuamente experimenta avances tecnológicos, gracias a ellos los procedimientos habituales y convencionales en el área técnico-protésica han experimentado variaciones significativas, esto debido a la creciente demanda de funcionalidad, estética y calidad de fabricación en las restauraciones dentales.

La tecnología asistida por ordenador (CAD/CAM: Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) contribuye a satisfacer esta demanda, ya que durante las últimas décadas, los avances tecnológicos en estos sistemas han brindado las condiciones necesarias para generar



restauraciones con características favorables para los tejidos blandos, produciendo una excelente adaptación de estos, es por ello que esta tecnología está adquiriendo cada vez más importancia en la Odontología.

Por lo tanto, el propósito de esta tesina es describir las ventajas que nos ofrece el uso del sistema CAD/CAM en la elaboración de las restauraciones protésicas con respecto a los tejidos blandos.



OBJETIVO

Describir las ventajas que nos ofrece el uso del sistema CAD/CAM en la elaboración de las restauraciones protésicas con respecto a los tejidos blandos.

CAPÍTULO 1. CONSIDERACIONES ANATÓMICAS DEL PERIODONTO

1.1 Definición de periodonto

Se le denomina periodonto (peri=alrededor, odontos=diente) al conjunto de tejidos que rodean, protegen y soportan a los dientes. También es llamado “aparato de inserción” o “tejidos de sostén del diente”. Su función principal es unir los órganos dentarios al tejido óseo del maxilar y la mandíbula.^{1,2}

El periodonto comprende los siguientes tejidos:

- Encía
- Ligamento periodontal
- Cemento radicular
- Hueso alveolar

Los cuales constituyen una unidad funcional, biológica y evolutiva que está expuesta a experimentar alteraciones morfológicas y funcionales ocasionadas por alteraciones del medio bucal.¹ Figura 1.

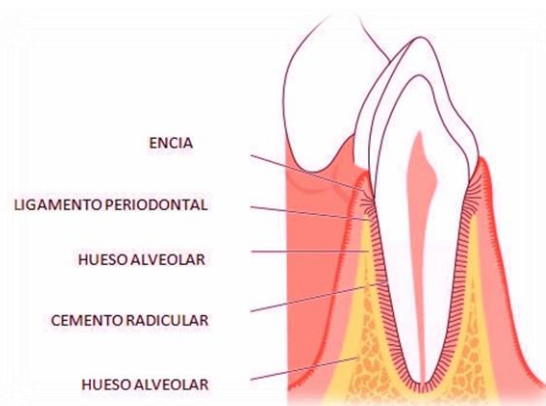


Figura 1. Componentes del periodonto.³

1.2 Encía

La encía es la parte de la mucosa masticatoria que se encuentra recubriendo las apófisis alveolares de los maxilares y que rodea la porción cervical de los dientes. Su límite coronario es el margen gingival libre con contorno festoneado. Apicalmente la encía se continúa con la mucosa alveolar que es laxa y de color rojo oscuro, éstas se encuentran separadas por la línea mucogingival. Ésta línea no existe en el lado palatino, pues el paladar duro y la apófisis alveolar superior están cubiertos por el mismo tipo de mucosa masticatoria que la encía.¹ Figura 2.



Figura 2. Línea mucogingival.⁴

La encía está estructurada para ofrecer una función protectora contra el daño mecánico y microbiano, comportándose como una barrera contra la penetración de microbios y agentes nocivos hacia tejidos más profundos.

La encía se divide anatómicamente en las áreas marginal, insertada e interdental (figura 3).⁵

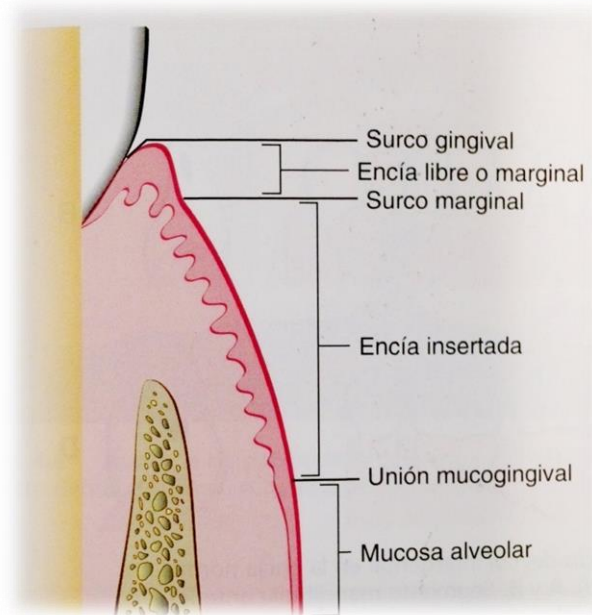


Figura 3. Puntos anatómicos de la encía.

1.2.1 Encía marginal

La encía marginal, libre o no insertada, es el borde de la encía que rodea los dientes en toda su porción cervical como un collar. Suele tener 1mm de ancho y forma la pared de tejido blando del surco gingival. Puede ser separada del diente introduciendo una sonda periodontal.⁵

Clínicamente es de color rosa coral, con una superficie opaca y consistencia firme. Se extiende desde el margen gingival en sentido apical hasta el surco apical libre que está ubicado en el nivel de la unión o límite cementoadamantino.¹

1.2.2 Encía insertada

La encía insertada o adherida es la continuación de la encía marginal o libre, tiene textura firme, es resistente y está firmemente adherida al periostio del hueso alveolar y es, por lo tanto, relativamente inmóvil. Es de color rosa coral y suele tener un puntillado delicado o puntilleo con un aspecto de cáscara de naranja.^{1,5} Figura 4.



Figura 4. Puntilleo de la encía insertada.⁶

La superficie vestibular de la encía insertada en sentido coronal, está delimitada por el surco gingival libre o el límite cementoadamantino y se extiende en dirección apical hasta la mucosa alveolar (tapiz) delimitada por la línea mucogingival. La mucosa alveolar es relativamente laxa, móvil y es rojo oscura.^{1,5} Figura 5.

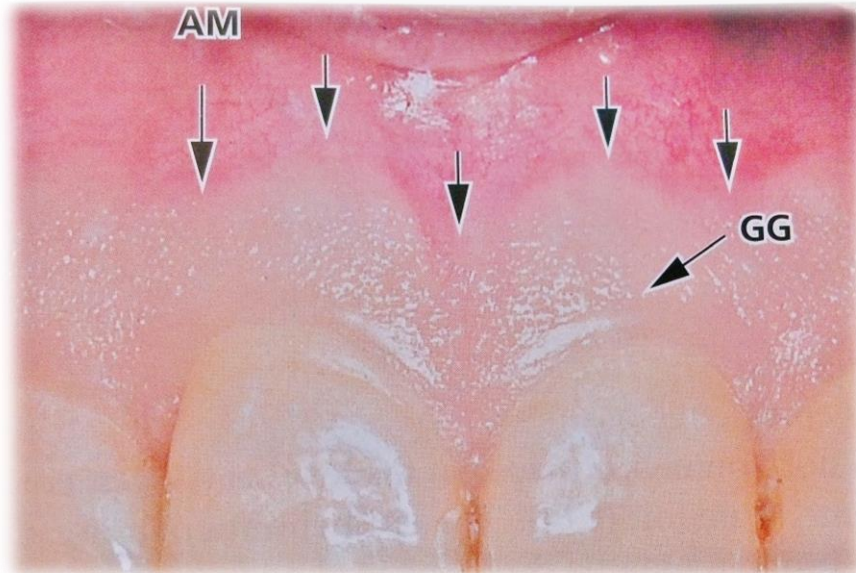


Figura 5. Límites de la encía insertada. GG) surco gingival libre. AM) mucosa alveolar, línea mucogingival señalada por flechas.¹

En el sentido lingual de la mandíbula, la encía insertada finaliza en la unión de la mucosa alveolar lingual, que es la continuación de la membrana mucosa que recubre el piso de boca. En cambio, la superficie palatina de la encía insertada se mezcla de una forma imperceptible con la mucosa palatina (mucosa masticatoria), ya que tienen firmeza y resistencia similares.

El ancho de la encía insertada vestibularmente difiere en las distintas áreas de la cavidad bucal. Y suele ser mayor siempre en la zona anterior comparada con la zona posterior. Carranza en el 2010, menciona que en la región de los incisivos va de 3.5 a 4.5 mm en el maxilar y de 3.3 a 3.9 mm en la mandíbula. En cambio, en los segmentos posteriores tiene un parámetro de 1.9 mm en el maxilar y 1.8 mm en el área del primer premolar mandibular.^{1,5}

1.2.3 Encía interdental

La encía interdental o papila interdental ocupa el nicho gingival, que se refiere al espacio interproximal debajo del área de contacto del diente. La forma de la encía en el espacio interdental está determinada por las relaciones del punto de contacto entre los dos dientes contiguos, la anchura de las superficies dentarias proximales, el curso de la unión cementoamantina y la presencia o ausencia de cierto grado de recesión.

La papila interdental puede tener forma piramidal o forma de col. En regiones anteriores la papila interdental tiene forma piramidal, en donde la punta de la papila se localiza inmediatamente debajo del punto de contacto.^{1,5} Figura 6.

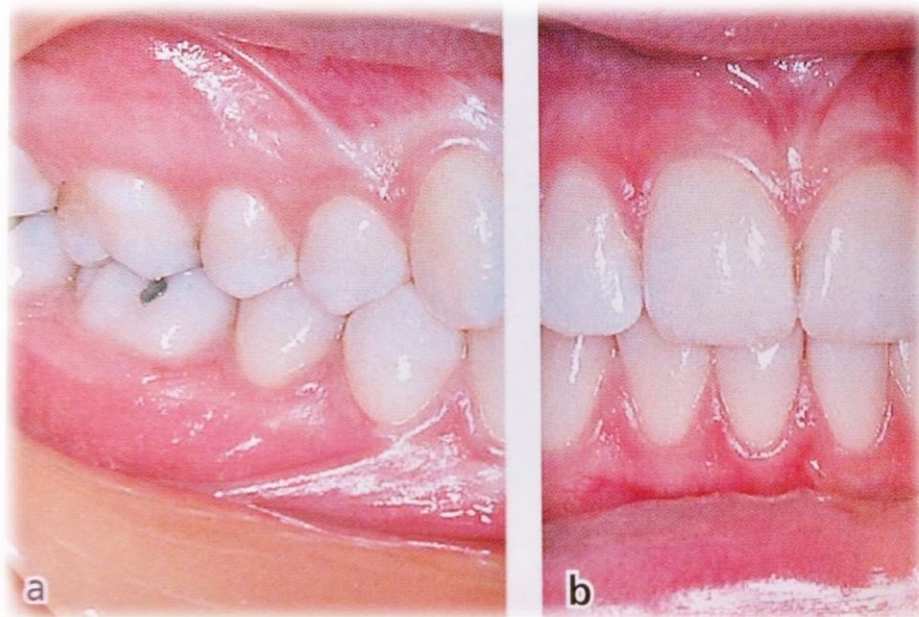


Figura 6. Forma de las papilas interdentalarias. a) papilas aplanadas, b) papilas en forma piramidal.¹

Mientras que en la región de molares, las papilas suelen ser más aplastadas en sentido vestibulolingual, esto se debe a que en premolares y molares los dientes tienen una superficie de contacto y no un punto de contacto, y como se mencionó anteriormente la forma de la papila está determinada por el contorno de las superficies de contacto de los dientes contiguos, es por ello que se establece una concavidad en forma de “col”, que es una depresión en forma de valle. Así, de esta manera las papilas interdentarias en esta zona suelen presentar una porción vestibular y una lingual o palatina, separadas por la región del col.^{1,5} Figura 7.

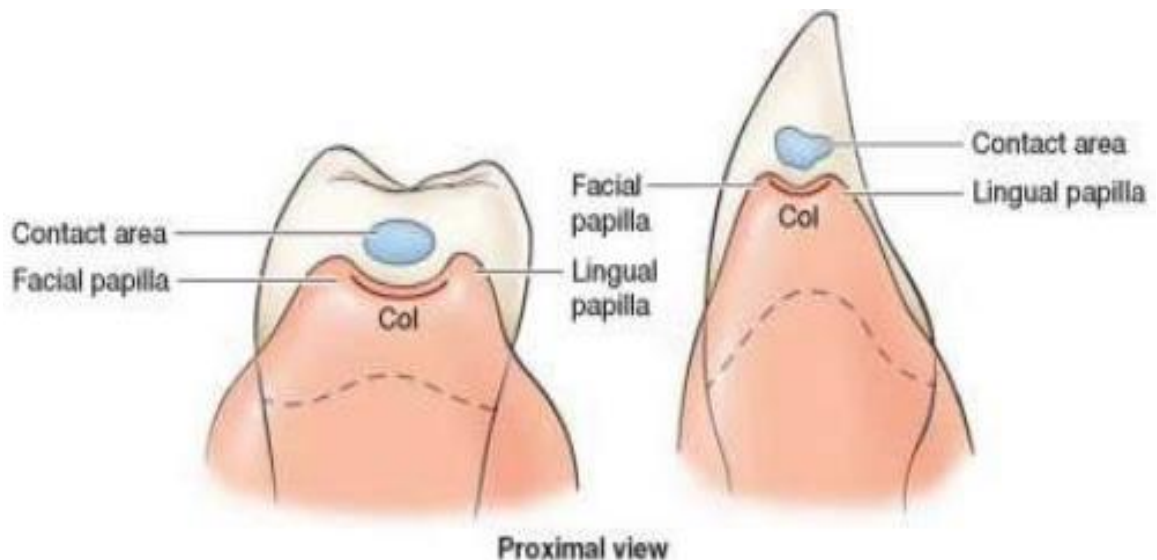


Figura 7. Col en la papila interdental.⁷

Es debido a la presencia de las papilas interdentarias que el margen gingival sigue un curso festoneado, más o menos acentuado a lo largo de los dientes.^{1,5}

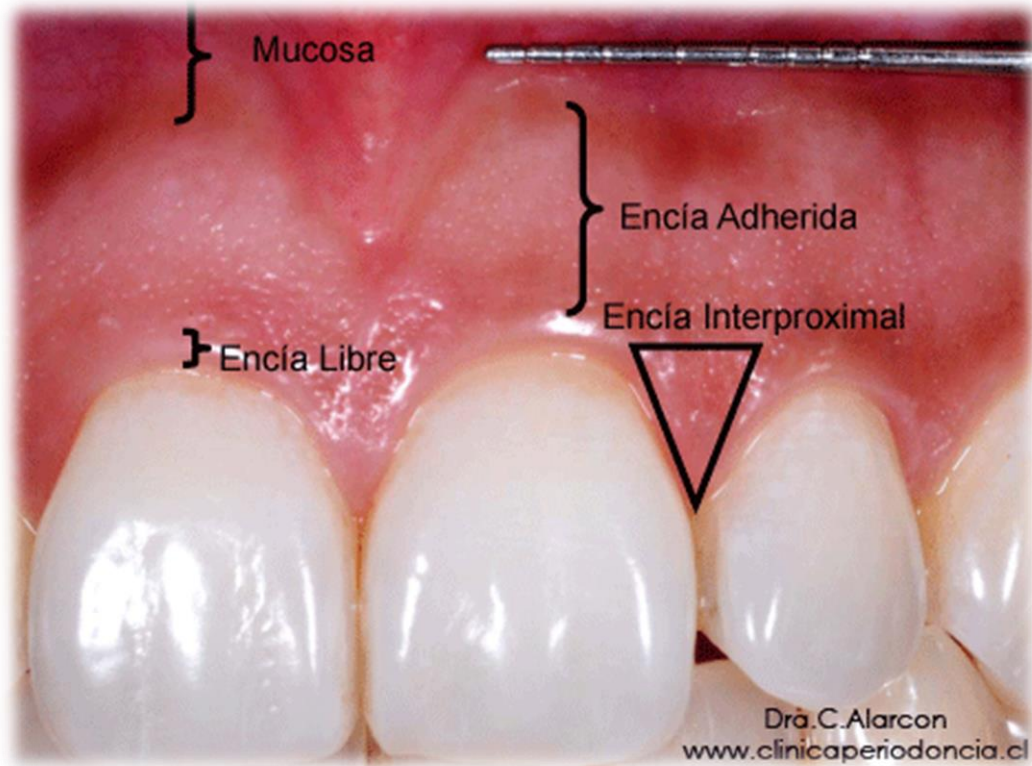


Figura 8. Topografía de tipos de encía.⁸

1.3 Surco gingival

El surco gingival o margen gingival libre es una pequeña invaginación, hendidura o surco poco profundo (en estado de salud) entre el diente y la encía. Es el espacio alrededor del diente que está conformado por una parte por la superficie dental, y por la otra, por el revestimiento epitelial del margen libre de la encía.^{1,5} Figura 9.

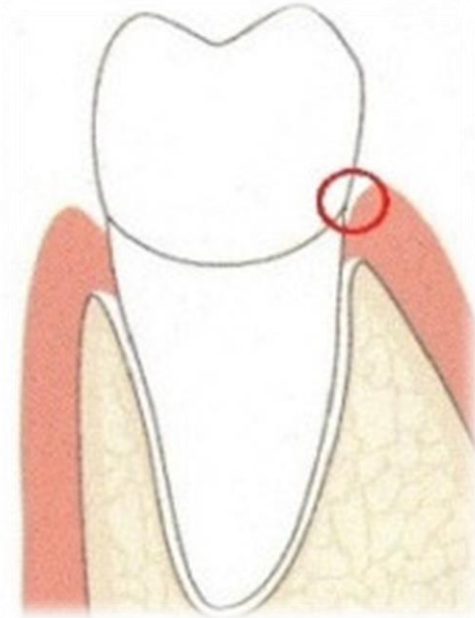


Figura 9. Surco gingival.⁹

Tiene forma de V y bajo condiciones completamente normales, ideales y de salud, su profundidad es de 0 mm, sin embargo, estas condiciones estrictas de normalidad sólo son producidas experimentalmente en animales libres de gérmenes o después de un control exhaustivo y prolongado de biofilm. Es por ello, que en la encía humana clínicamente saludable, la encía está en estrecho contacto con la superficie dental, pero es muy posible encontrar un surco de cierta profundidad, el cual, se evalúa con la utilización de la sonda periodontal y la estimación de la profundidad en milímetros que penetra hacia el límite cementoadamantino. Es decir que al sondear, el tejido gingival se aparta del diente y se abre de manera artificial una bolsa periodontal o hendidura gingival.^{1,5} Figura 10.



Figura 10. Hendidura gingival artificial.¹

Según Carranza en el 2010, ésta profundidad de sondeo de un surco gingival clínicamente sano en humanos es de 2 a 3 mm. Y Según Lindhe en el 2003, terminada la erupción del órgano dentario, el margen gingival libre está ubicado sobre la superficie adamantina aproximadamente 0.5-2 mm en sentido coronal al límite cementoadamantino.^{1,5}

1.4 Características microscópicas de la encía

El colágeno es el componente principal de la encía y existen otros elementos como las estructuras vasculares, nerviosas, células como los fibroblastos y una matriz intercelular integrada por glicoproteínas y proteoglicanos. El colágeno se encuentra establecido en haces y redes fibrilares que ofrecen función protectora, de soporte y estabilidad a los órganos dentales.²

1.4.1 Epitelio gingival

El epitelio gingival es una estructura que es continua, pero que presenta diferencias histológicas. El epitelio gingival se divide en epitelio bucal que es la parte externa, que se continúa con el epitelio sulcular en su parte interna a nivel del surco gingival libre, y a su vez este se continúa con el epitelio de inserción o unión, en la porción interna de la encía, uniéndola al esmalte de la corona dental. La función más importante del epitelio gingival es proteger todas las estructuras profundas y permitir el intercambio selectivo con el medio bucal.^{2,5} Figura 11.

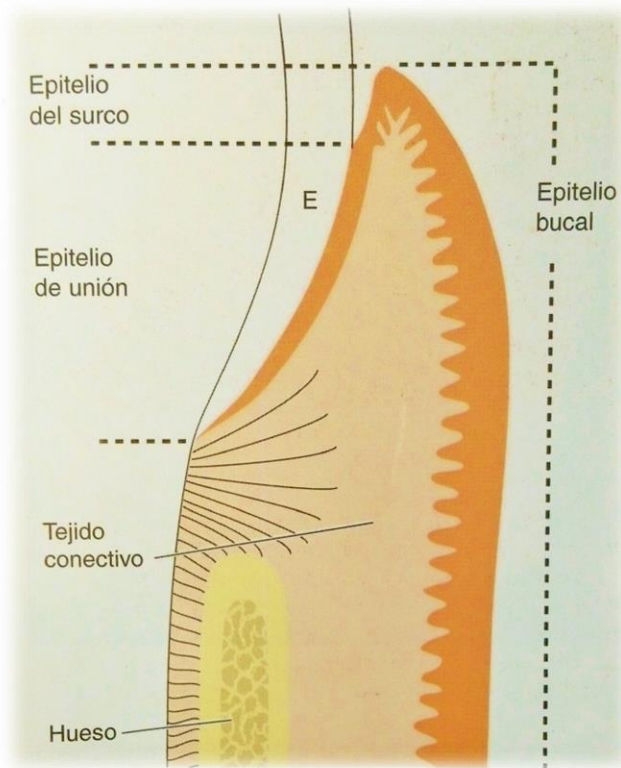


Figura 11. Composición de la encía.¹



El epitelio gingival presenta un recubrimiento continuo de epitelio escamoso estratificado. El queratinocito es el principal tipo celular de este epitelio, existen otro tipo de células como las células claras o no queratinocitos, entre las que se encuentran células de Langerhans, células de Merkel y melanocitos. Las células epiteliales participan en la defensa del huésped mediante una respuesta interactiva a las bacterias.⁵

Desde el punto de vista morfológico y funcional el epitelio gingival se divide en:

- Epitelio bucal o externo

El epitelio bucal cubre la cresta ósea y la superficie externa de la encía marginal y la superficie de la encía insertada. Tiene de 0.2 a 0.3 mm de grosor aproximado. Presenta un punteado que se debe a la presencia de fibras conectivas que unen la encía al periostio.

- Epitelio del surco o sulcular

Recubre el surco gingival y se extiende desde el límite coronario del epitelio de unión hasta la cresta del margen gingival. Actúa como una membrana semipermeable por donde atraviesan los productos bacterianos dañinos hacia la encía y se filtra el líquido del tejido gingival hacia el surco. No está unido al diente y tiene una dimensión aproximada de 0.5 mm.

- Epitelio de unión o inserción

Se encuentra apicalmente al epitelio sulcular, el epitelio gingival se une al esmalte formando una banda llamada epitelio de inserción o unión que



finaliza aproximadamente a nivel de la línea amelocementaria y mide aproximadamente 1 mm. Es el mecanismo biológico mediante el cual se une encía y diente en su aspecto más coronal. Ayuda a evitar que la flora bacteriana patogénica colonice la superficie subgingival del diente.^{2,5}

1.4.2 Tejido conectivo gingival

El tejido conectivo gingival se encuentra conformado por fibras de colágeno y células que rodean y envuelven la parte coronal del hueso alveolar, la línea amelocementaria y la parte más apical del esmalte.²

Los haces densos de colágeno se anclan al cemento, justo por debajo del epitelio de unión, formando la unión del tejido conectivo. La estabilidad de esta unión es el factor principal en la limitación de la migración del epitelio de unión.⁵

1.5 Ligamento periodontal

El ligamento periodontal consta de tejido conectivo, muy vascularizado y altamente celular que rodea la raíz del diente y conecta el cemento radicular con la lámina dura del hueso alveolar propio. En el sentido coronal, el ligamento se continúa con el tejido conectivo de la encía.

El ancho promedio del espacio del ligamento periodontal es de aproximadamente 0.2 mm, pero existen variaciones. Este espacio se reduce alrededor de los dientes que no presentan una función y en dientes que no han erupcionado, por el contrario el espacio del ligamento periodontal aumenta en dientes que presentan una hiperfunción.



El diente está unido al hueso por haces de fibras colágenas que son la parte más importante del ligamento periodontal. Figura 12.

Las fibras del ligamento periodontal se dividen en los siguientes grupos:

- Grupo transeptal: Las fibras transeptales se extienden en el sentido interproximal sobre la cresta del hueso y se insertan en el cemento del diente adyacente. Este tipo de fibras pertenecen a la encía debido a que no se insertan en hueso.
- Grupo de la cresta alveolar: Las fibras de la cresta alveolar se ubican de forma oblicua desde el cemento hasta la cresta alveolar. Este tipo de fibras evitan la extrusión del diente y ayudan a resistir los movimientos laterales.
- Grupo horizontal: Las fibras horizontales se encuentran entre el cemento y el hueso alveolar, se unen en ángulos rectos al eje longitudinal del diente.
- Grupo oblicuo: Las fibras oblicuas son el grupo más grande de fibras. Van desde el cemento en dirección frontal oblicua hasta el hueso. Estas fibras dan soporte a la tensión vertical generada por la masticación y la transforman en tensión sobre el hueso alveolar.
- Grupo apical: Las fibras apicales van desde el cemento hasta el hueso que se encuentra en el fondo del alvéolo.
- Grupo interradicular: Este tipo de fibras se conectan desde el cemento hasta la zona de furcación de los dientes multirradiculares.^{1,5}

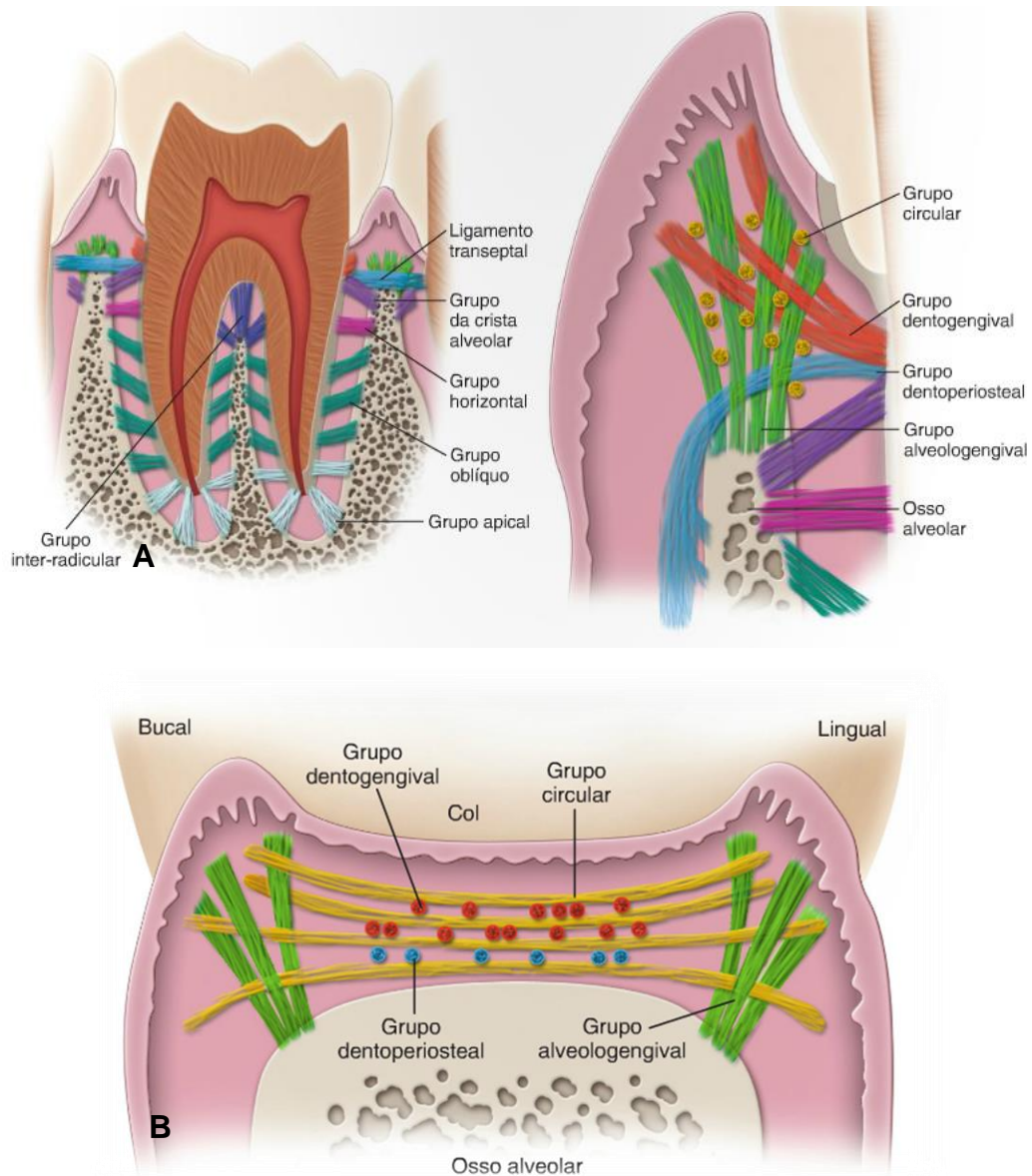


Figura 12. Fibras del ligamento periodontal. A) Organización de las fibras del ligamento periodontal. B) Vista interproximal de las fibras periodontales relacionadas con la región del col.¹⁰



El ligamento periodontal tiene diversas funciones que se dividen en:

- Físicas

Une el diente al hueso, protege a los vasos y nervios cuando hay lesiones por fuerzas mecánicas, transmite y distribuye fuerzas oclusivas al hueso, mantiene la encía en una correcta relación con los órganos dentarios y proporciona una resistencia a las fuerzas de oclusión absorbiendo el impacto.

- De formación y remodelación

Las fuerzas físicas derivadas de la masticación, parafunciones, habla o movimientos de ortodoncia causan un efecto sobre las células del ligamento periodontal y el hueso alveolar. Estas células del ligamento periodontal son responsables tanto de la formación como de la resorción del cemento y del hueso. El ligamento periodontal se encuentra en un estado de remodelación constante debido a los movimientos fisiológicos de los dientes, a las fuerzas oclusivas y a la reparación de las lesiones, es por ello que los elementos celulares y las fibras se degradan y tienen que ser reemplazadas con células y fibras nuevas.

- Nutricional y sensorial

Los vasos sanguíneos del ligamento periodontal proporcionan nutrientes al cemento, al hueso y a la encía, así como también, proporcionan drenaje linfático. Hay abundante inervación de fibras nerviosas sensoriales que transmiten sensaciones táctiles, de presión y de dolor.⁵



1.6 Cemento radicular

El cemento radicular es un tejido mineralizado que recubre las superficies radiculares, y en algunos casos, pequeñas porciones de la corona dental. Es un tejido similar al hueso, aunque este tejido no contiene vasos sanguíneos, no presenta vasos linfáticos, no tiene inervación, no se reabsorbe ni se remodela fisiológicamente, pero se caracteriza por ser un tejido que se deposita continuamente durante toda la vida aumentando su espesor. Se encuentra conformado por fibras de colágena e hidroxiapatita en un 45 a 50% como componente mineral.

Su función principal es anclar sólidamente el diente al hueso alveolar, ya que las fibras periodontales se insertan en él. El cemento también auxilia en el proceso de reparación ocasionado por un daño o lesión en la superficie radicular.^{1,2,5}

Según su ubicación y respectivas características, existen dos tipos de cemento. Figura 13.

- Cemento primario o acelular: No contiene células y cubre casi el tercio o la mitad cervical de la raíz, su función principal es dar soporte al diente. Se forma simultáneamente a la dentina radicular y mientras ocurre la erupción del diente, hasta que alcance el plano oclusivo. Su grosor varía de 30 a 230 micras.
- Cemento secundario o celular: Contiene células y es menos calcificado, se encuentra en tercio apical radicular, ápices y zona de

furcación. Se forma después del proceso de la erupción del diente, ya que ha alcanzado el plano de oclusión y como respuesta a los requerimientos funcionales. Su grosor va de 100 a 1000 micras.^{1,2,5}

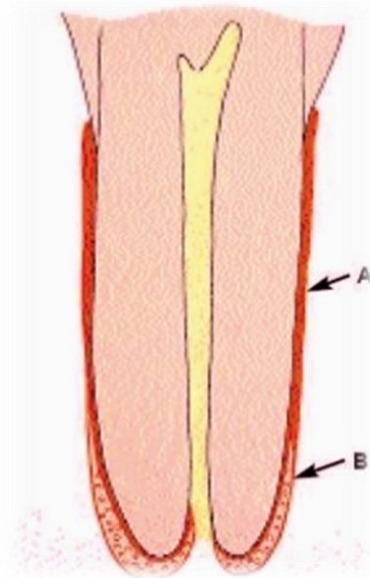


Figura 13. Cemento radicular. A) cemento acelular. B) cemento celular.¹¹

1.7 Hueso alveolar

La apófisis alveolar o proceso alveolar se define como la porción maxilar y mandibular que tiene como papel principal formar y sostener los alveolos de los dientes. Los procesos alveolares son estructuras óseas que dependen del diente, ya que el hueso alveolar se desarrolla y se remodela simultáneamente al desarrollo y erupción de los dientes para brindar inserción ósea al ligamento periodontal que se encuentra en formación y se reabsorbe gradualmente cuando los dientes se pierden.^{1,2,5} Figura 14.

El proceso alveolar presenta:

- Una cortical externa vestibular y una lingual/palatina.
- La pared interna del alvéolo de hueso compacto (hueso alveolar), que se observa en las radiografías como lámina dura o cortical alveolar, la cual establece el alvéolo donde se alberga el diente y rodea la raíz.
- Trabéculas esponjosas (hueso trabecular) que se encuentran entre ambas capas compactas y funcionan como hueso alveolar de soporte.
- El tabique interdental está formado de hueso esponjoso rodeado de hueso compacto.
- La cresta alveolar es el límite coronal del hueso alveolar.^{1,5}

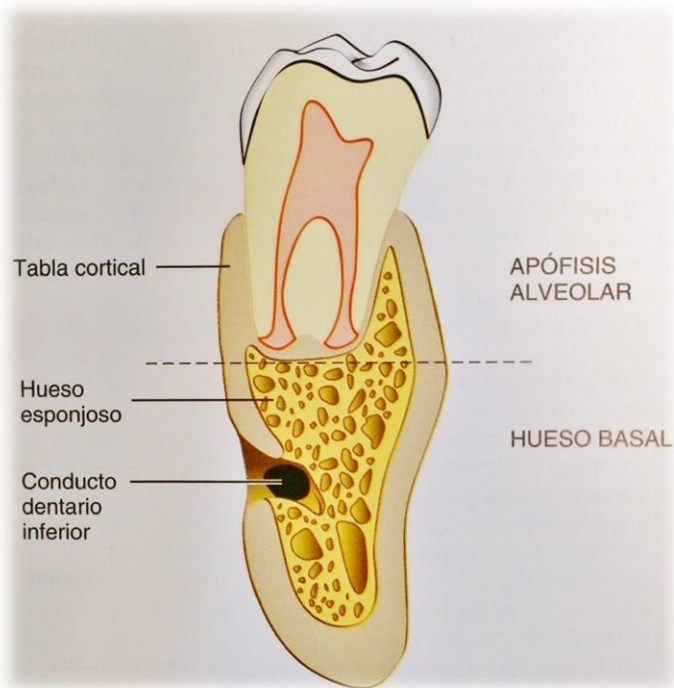


Figura 14. Proceso alveolar.⁵



1.8 Espacio biológico

1.8.1 Antecedentes

Orban y Kohler en 1924 determinaron mediante estudios histométricos que la profundidad del surco gingival es generalmente de 0.5 mm. Stanley en 1955, con un estudio en cadáveres humanos, constató que la extensión del epitelio de inserción es de 0.57 mm, la distancia del margen gingival a la cresta ósea alveolar es de 2.71 mm y la distancia del fondo del surco gingival a la cresta ósea es de 1.50 mm, es importante mencionar que estas dimensiones fueron aceptadas en esa época, sin embargo, no había estudios que constatarán estas medidas. Más tarde, Gargiulo y cols., en 1961, usaron 325 superficies conformadas de bloques de dientes de cadáveres con un periodonto clínicamente normal, intentando establecer dimensiones y relaciones de lo que llamaron unión dentogingival. Los valores medios obtenidos de la profundidad del surco gingival fueron de 0.69 mm, la extensión del epitelio de inserción de 0.97 mm y la inserción conjuntiva de 1.07 mm. Estos resultados han sido utilizados en estudios como la única fuente para descripción de los valores biométricos de la unión dentogingival (figura 15).

Posteriormente, Tristao, en 1992, verificó a través de histometría, los tejidos y la extensión de la unión dentogingival con dientes extraídos por razones protésicas de personas vivas con un periodonto clínicamente normal. Afirmó que los valores medios de la unión dentogingival fueron muy semejantes a los encontrados por Gargiulo y Stanley. En 1994, Vacek y cols., investigaron si existían diferencias en las medidas de las estructuras dentogingivales (surco gingival, epitelio de inserción e inserción conjuntiva) en distintos

grupos de dientes anteriores, premolares y molares de cadáveres humanos. Encontraron una media de 1 mm en las estructuras estudiadas, independientemente del grupo de dientes. La recopilación de estos estudios demuestra la constancia y fiabilidad de las dimensiones medias de la unión dentogingival dadas por Gargiulo y cols. brindando así la confianza de utilizarlas en investigaciones y en la vida clínica.¹²

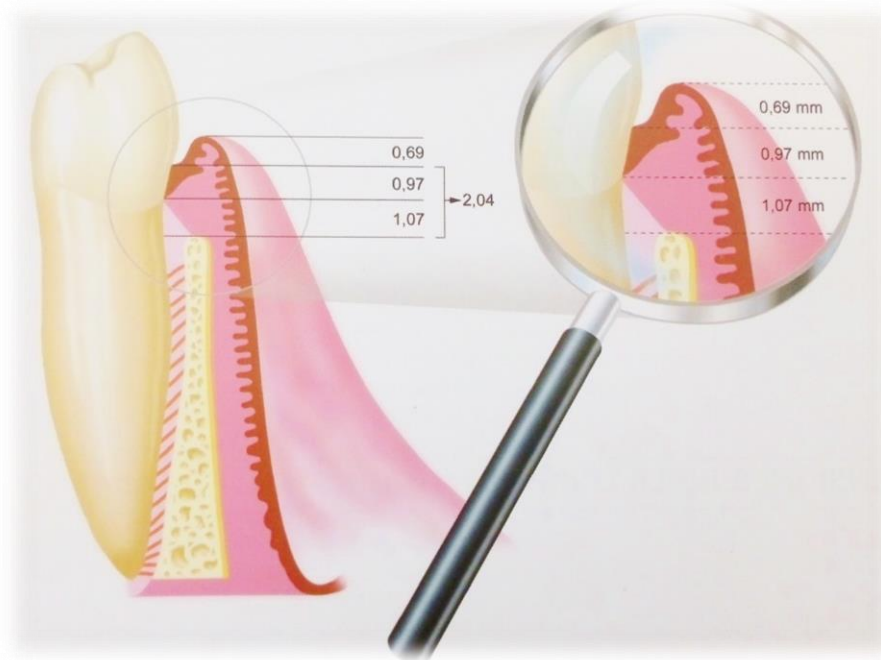


Figura 15. Representación esquemática de las dimensiones del espacio biológico.

1.8.2 Definición del espacio biológico

Gargiulo y cols., en 1961, definieron al espacio biológico, ancho biológico, distancia biológica o unión dentogingival como la dimensión del espacio que los tejidos ocupan sobre el hueso alveolar. La inserción de tejido conectivo

ocupa 1.07 mm de espacio sobre el hueso alveolar y el epitelio de unión que se encuentra por debajo de la base del surco gingival ocupa 0.97 mm del espacio sobre la inserción de tejido conectivo. Estas dos medidas constituyen el espacio biológico, es decir, la dimensión total del tejido gingival supracrestal (TGS) dando una medida total de 2.04 mm y de 2.73 mm si se toma en cuenta el surco gingival.¹³ Figura 16.

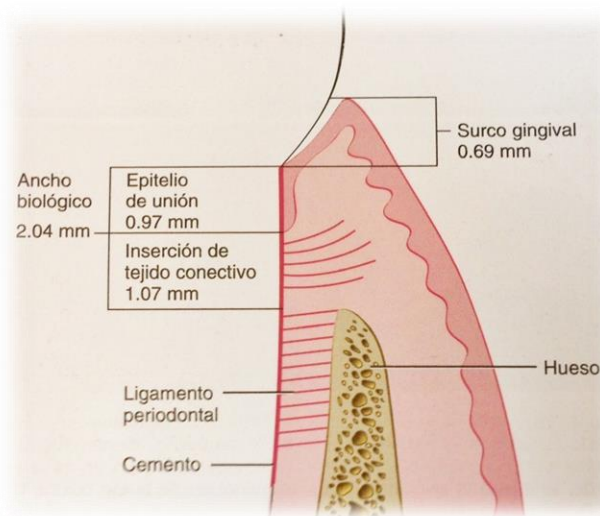


Figura 16. Espacio biológico.⁵

Cohen, en 1962, tomando como referencia los resultados de Gargiulo y cols. definió al espacio biológico como la distancia comprendida entre el tope de la cresta ósea alveolar y la porción más coronal del epitelio de inserción, teniendo una media de 2 mm. Simring y Collins, así como Nevins y Skurow, mencionaron que la presencia del surco gingival se tiene que tomar en cuenta en las restauraciones, así surge un nuevo concepto de espacio biológico como la distancia comprendida entre el margen gingival y la cresta ósea alveolar que tiene una dimensión media de 3 mm.¹²

Duarte, en 2004, dice que el espacio biológico es la entidad anatómica que representa la unión entre los tejidos gingivales y las superficies dentales, es decir, la unión dentogingival.¹²

Carranza, en 2010, define al espacio biológico como la dimensión fisiológica del epitelio de unión y la inserción de tejido conectivo y menciona que esta medida es de 2 mm generalmente (figura 17).⁵

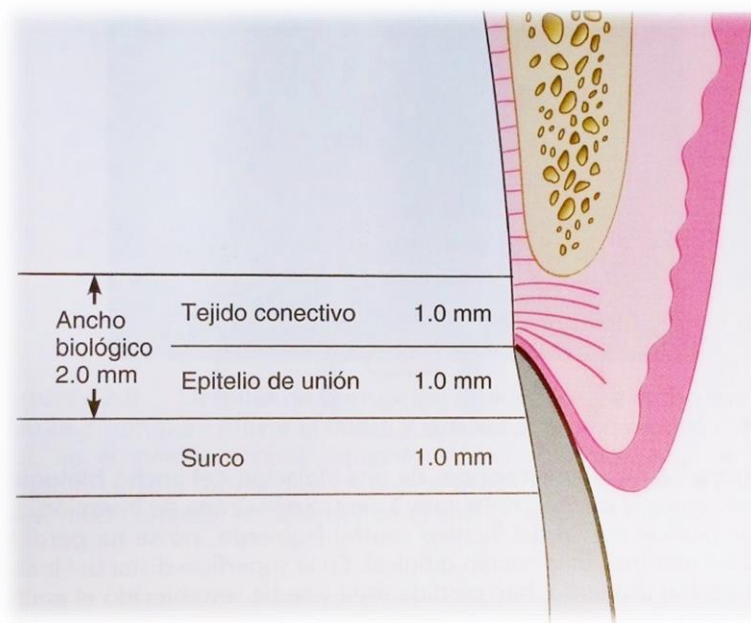


Figura 17. Ancho biológico promedio.

1.9 Biotipo periodontal

El biotipo periodontal se considera una dimensión en sentido transversal, es el grosor del periodonto que se manifiesta a nivel gingival y óseo, también se relaciona estrechamente con determinada morfología dentaria de la corona y raíz.^{14,15}



Existen dos biotipos, el biotipo fino y el biotipo grueso o aplanado, se describen a continuación sus características:

Biotipo fino: Figura 18.

- Margen gingival fino y festoneado con papilas altas.
- La dimensión longitudinal de la unión dentogingival (UDG) es menor.
- Cresta ósea fina y festoneada.
- Coronas dentales generalmente alargadas y cónicas.
- Puntos de contacto ligeros.
- Contornos radiculares convexos y prominentes en vestibular.
- Es frecuente en dientes anteroinferiores.
- En cuanto a la cicatrización, en un remodelado óseo hay mayor reabsorción postquirúrgica.^{15,16}



Figura 18. Biotipo periodontal fino.¹⁶

Biotipo grueso: Figura 19.

- Margen gingival grueso y poco festoneado.
- La dimensión longitudinal de la UDG es mayor.
- Las crestas óseas son anchas y ligeramente festoneadas.
- Coronas dentales frecuentemente cortas y cuadradas.
- Puntos de contacto amplios.
- Contornos radiculares vestibulares aplanados.
- Es común y frecuente en dientes posteriores.
- En un remodelado óseo hay menor reabsorción postquirúrgica.^{14,15}



Figura 19. Biotipo periodontal grueso.¹⁶

Se menciona un tercer biotipo: el biotipo mixto, que presenta características de ambos biotipos mencionados con anterioridad. Es importante valorar el biotipo periodontal, ya que la anchura se encuentra íntimamente relacionada con la longitud de la UDG o espacio biológico.¹³



CAPÍTULO 2. SISTEMA CAD/CAM

2.1 Antecedentes

Las técnicas CAD/CAM se introdujeron en Odontología en 1971, fue el sistema Sopha desarrollado en base a los trabajos de F. Duret, quien planificó un sistema que preveía la detección de una impresión óptica intraoral, una planificación digital y el fresado con un torno de control numérico, cabe mencionar que estas técnicas fueron más experimentales y teóricas que clínicas.^{17,18}

El primer prototipo se presentó en la conferencia Entretiens de Garancière, en Francia, en 1983. Duret hizo una demostración el 30 de noviembre de 1985, fabricando una corona posterior para su esposa.¹⁸

En 1987, W.H. Mörman introdujo el Cerec System y demostró la posibilidad de fabricar una restauración directa en cerámica en una sola sesión clínica o chairside. M. Anderson en 1993 con el sistema Procera, obtuvo estructuras en metal (cromo-cobalto y titanio revestidos por resina compuesta) mediante fresado.

El sistema CAD/CAM se desarrolló en sus inicios en centros industriales, a los que se les enviaban las peticiones de producción por internet bajo la forma de proyectos digitalizados, desplegándose el outsourcing, que se trata del abastecimiento desde el exterior de los laboratorios de mecánica dental.



Como era de esperarse, se presentaron dificultades en la evolución tecnológica para realizar prótesis de calidad y que pudieran ser comparadas con los sistemas tradicionales de producción en cuanto a economía, sencillez y precisión. Igualmente se presentaron dificultades para digitalizar modelos detallados a través de un escáner de última generación, para las representaciones matemáticas y los modelos virtuales elaborables con software CAD y para fresar con sistemas robotizados CAM los materiales usados para la elaboración de las prótesis individuales.

A partir de los años 2000, se incrementaron las ventas de sistemas CAD/CAM, y en la actualidad la investigación se concentra en obtener las mejores cualidades de este sistema, como sistemas de escaneo intraorales compactos y muy precisos, materiales protésicos resistentes y altamente estéticos y la construcción de dispositivos protésicos removibles y ortodónticos.¹⁷

2.2 Concepto CAD/CAM

El CAD/CAM es un matrimonio entre numerosas disciplinas de ingeniería y fabricación. Es una comunicación computarizada y una función de diseño y fabricación.

CAD/CAM es un acrónimo derivado del inglés Computer Aided Design y Computer Aided Manufacturing, que en español significa: Diseño asistido por ordenador y fabricación asistida por ordenador.¹⁸



Su cadena de producción puede ser dividida en tres elementos básicos o fases:

- El escaneo o digitalización.
- El diseño o modelado CAD que nos permite realizar diseños en 3D.
- La producción o maquinado mediante CAM y fresador, que nos permite la construcción de productos que derivan de las elaboraciones CAD.^{17,19}

2.3 Componentes

Un sistema CAD/CAM completo está integrado por diferentes partes:

- Un escáner intraoral, para detectar impresiones ópticas directamente en boca.
- Un escáner de laboratorio, que detecta la morfología a partir de las impresiones en elastómeros o de los modelos en yeso.
- Un software o CAD, el cual transforma los datos que fueron adquiridos mediante el escaneo en modelos virtuales tridimensionales y que nos permite la planificación y el diseño de las prótesis.
- Un software CAM, que genera los comandos para la máquina utensilio.
- Una fresadora o sistema robotizado (maquina utensilio), que crea la prótesis a partir de un bloque en bruto.¹⁷ Figura 20.



Figura N1.- Unidad de captura CEREC equipada con cámara OMNICAL.



Figura N2.- Unidad de fresado MXCL.



Figura N3.- Bloques fabricados industrialmente de diferentes materiales y medidas.

Figura 20. Componentes del sistema CAD/CAM.²⁰

2.4 Fases de trabajo

2.4.1 Fase CAD

El término CAD indica el sector de la informática que utiliza la gráfica computarizada para soportar la actividad de planificación de productos virtuales, se divide en dos fases: la digitalización y el diseño.¹⁷

2.4.1.1 Digitalización o escaneado

Es el método por el cual se logra el registro tridimensional de la preparación dental mediante un escáner. El escáner obtiene una impresión óptica, que se trata de una imagen tridimensional de las preparaciones, de los dientes adyacentes y de los registros oclusales, todos estos datos serán procesados y transformados en datos digitales para obtener la restauración diseñada. La precisión de la digitalización es un factor importante, que tiene una gran influencia sobre el ajuste marginal de la restauración fija.^{19,21} Figura 21.



Figura 21. Modelo virtual.¹⁷

Existen dos maneras de obtener el registro:

- Intraoral: Los datos se obtienen directamente de boca, sin necesidad de tomar una impresión ni registro oclusal con ningún material. En este caso se recomienda la aplicación de polvo de dióxido de titanio o

polvo de óxido de magnesio, al que se le denomina spray de contraste, a las superficies que se van a capturar , de manera que sea posible obtener una dispersión uniforme de la luz, para evitar reflejos y crear una superficie medible, mejorando la calidad de los escaneos.^{17,19,21} Figura 22.

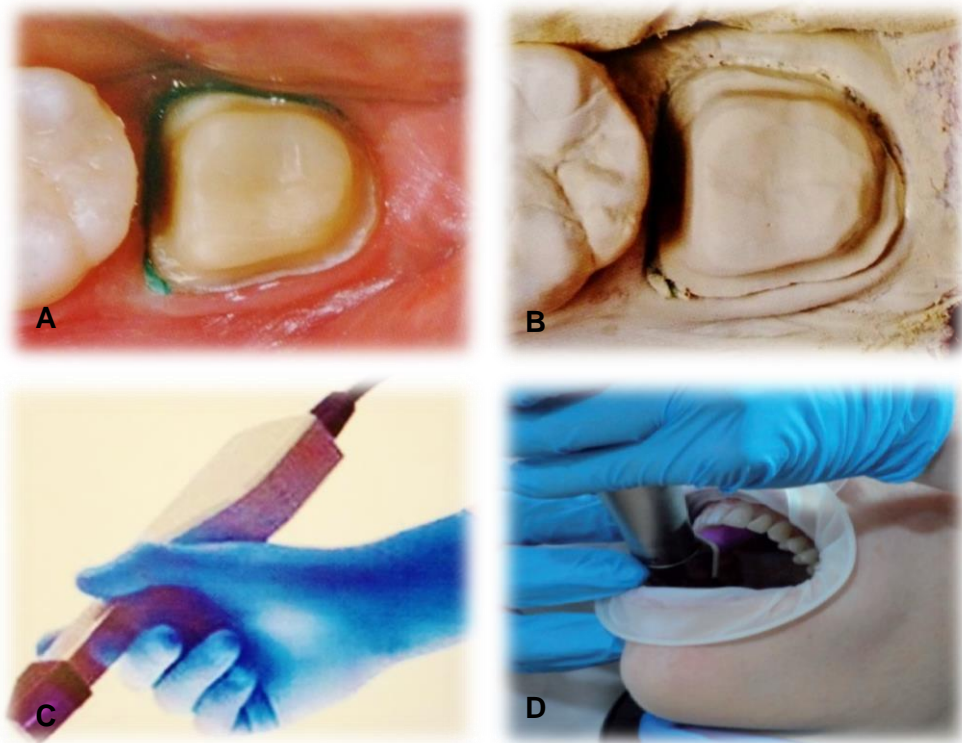


Figura 22. A) Preparación dental vista oclusal. B) Preparación espolvoreada con IPS Contrast Spray Chairside® lista para la toma de imagen intraoral. C) Escáner intraoral CEREC AC Bluecam. D) Registro intraoral.^{22,23}

- Extraoral: El registro se obtiene de una impresión en elastómero o modelos de yeso de las preparaciones dentales y sus antagonistas.^{17,19} Figura 23.



Figura 23. Escáner extraoral 3M ESPE®.²⁴

Independientemente del modo de digitalización aplicada, hay parámetros clínicos que podrían afectar a la reproducción de los dientes, por ejemplo, la saliva, la sangre y los movimientos del paciente.²¹

Por ello, para ambas técnicas es importante tomar en cuenta que el área debe estar adecuadamente aislada, los tejidos blandos retraídos de los márgenes de la preparación y todas las áreas de la dentición y tejidos suaves deben registrarse con precisión.^{21,25}

La retracción y el aislamiento de los tejidos blandos son conceptos importantes en los dos tipos de impresiones. Sin embargo, las impresiones digitales intraorales tienen cierta ventaja, ya que no requieren una retracción subgingival vertical significativa de los tejidos blandos más allá de los márgenes. Las impresiones convencionales por su parte requieren una retracción del tejido blando que permita aplicar al menos 1 mm del material de impresión más allá del margen para registrar la estructura del diente. Las impresiones digitales sólo necesitan retraer lateralmente el tejido blando para visualizar los márgenes (figura 24).

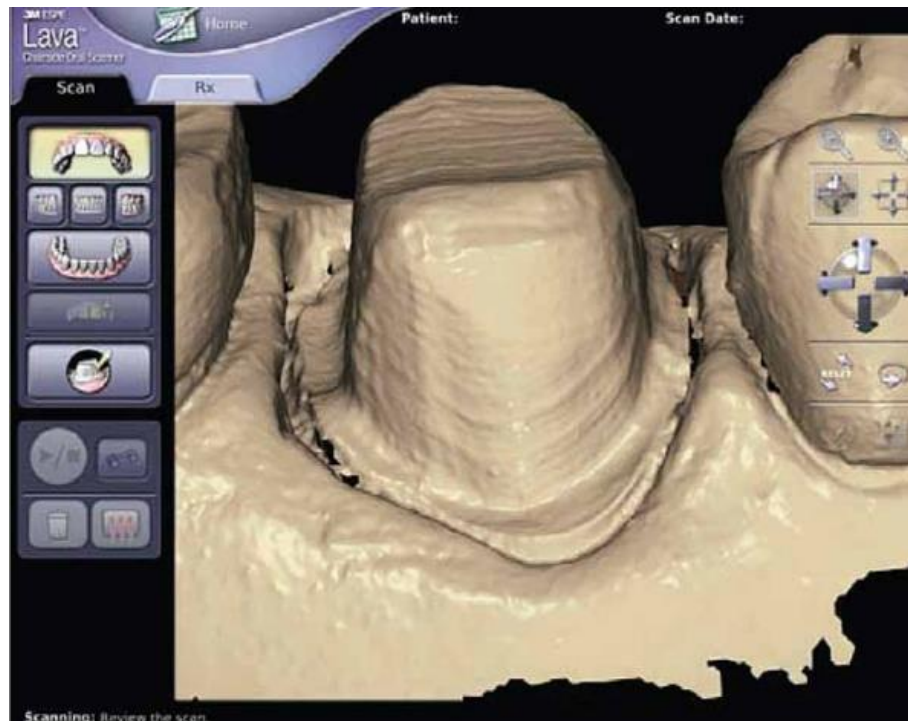


Figura 24. Registro del margen subgingival con escáner óptico Lava COS® después de la retracción de los tejidos gingivales.

Una función crítica de las impresiones digitales es registrar la relación interoclusal de los modelos antagonistas. La técnica más utilizada es que el paciente cierre la boca en máxima intercuspidad y escanear el aspecto vestibular de los cuadrantes antagonistas en esta posición estática. El programa de software utiliza el escaneado bucal y lo combina con las superficies vestibulares de los modelos antagonistas registrados para reproducir la dimensión vertical de la oclusión del paciente. Ningún sistema actual tiene la capacidad de registrar movimientos funcionales laterales ni de protrusión y combinarlo con modelos antagonistas (figura 25).²⁵

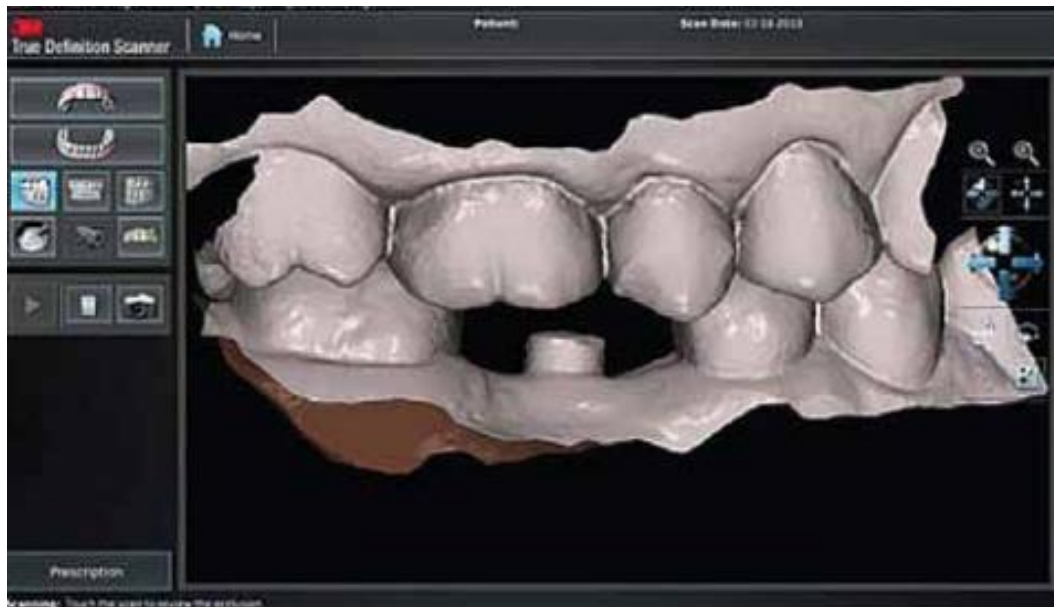


Figura 25. El escaneado vestibular se usa para alinear los modelos virtuales antagonistas en máxima intercuspidad.

Existe también un material de registro de mordida escaneable, es una silicona de adición desarrollada específicamente para la toma de impresión de la oclusión, con superficie reflectante que está idealmente indicada para la captura de imágenes con escáners intraorales. Este atributo nos permite incorporar los datos del antagonista directamente en el diseño de restauraciones dentales con tecnología CAD / CAM.^{22,26} Figura 26.



Figura 26. Virtual CADbite de Ivoclar Vivadent®.²⁶

2.4.1.2 Diseño

En esta etapa, mediante programas de diseño gráfico particulares y específicos para cada sistema, la información obtenida con el escáner se transmite al programa para diseñar la estructura protésica deseada. Es posible diseñar restauraciones parciales, carillas, coronas individuales, prótesis de varias unidades y aditamentos de implantes dependiendo del material y del sistema.¹⁹



La aplicación propone una serie de pasos guiados de acuerdo con secuencias, que prevén ajustes automáticos y modificaciones individuales, reduciendo así la posibilidad de errores:

- a) Elegir tipo de restauración y los dientes a restaurar.
- b) Evaluar el modelo virtual 3D.
- c) Trazado automático o manual de los márgenes de la preparación.
- d) Identificación del eje de inserción y áreas retentivas.
- e) Definición de los parámetros de planificación que son: contactos proximales y oclusales, refuerzo de los márgenes aumentando su espesor, espacio para el cemento, extensión del cierre marginal (zona en la que se encuentra ausente el espaciado para el cemento), espesor de los conectores, revestimiento cerámico y el espacio entre la encía y el esqueleto.
- f) Propuesta de modelado y encerado.
- g) Señalización de errores para controlar las características de resistencia mecánica.
- h) Selección del bloque en bruto (dimensión, color y tipo de material).
- i) Prefiguración de la pieza fresada y modificaciones finales.
- j) Nesting o anidación, que es la vista previa del posicionamiento del modelado en el bloque.
- k) Envío de los archivos al CAM donde los parámetros de fresado son determinados por el programa.¹⁷ Figura 27.

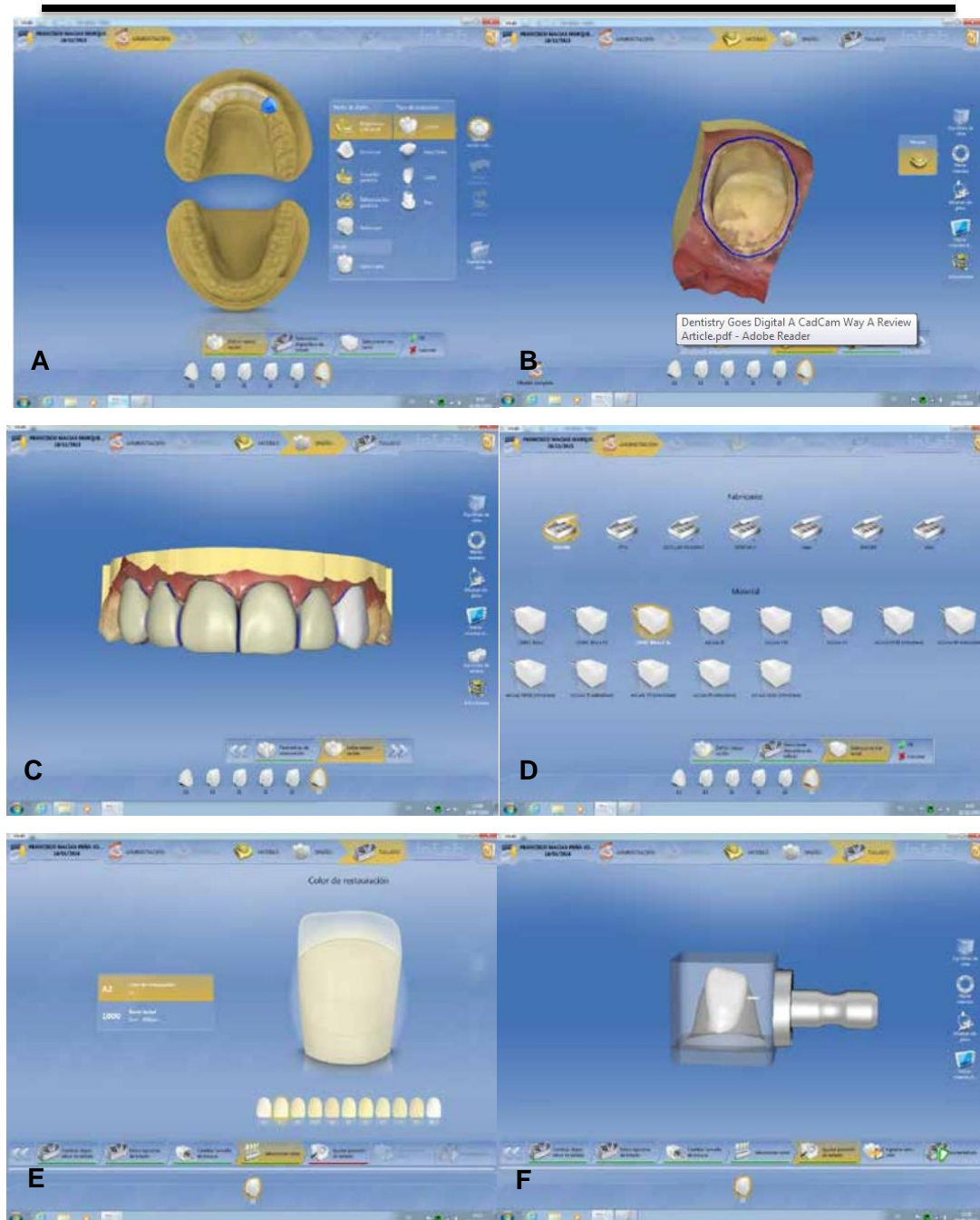


Figura 27. A) Pantalla de administración y selección de restauración, diente y diseño. B) Delimitación del margen de la preparación. C) Diseño. D) Selección del bloque. E) Selección de color. F) Vista previa de la restauración propuesta en el bloque.²⁰

Una vez que ya se envió el archivo al equipo de procesamiento, termina la fase CAD y comienza la siguiente etapa, que se refiere a la fase CAM o de fresado para la manufactura de la estructura.¹⁹

2.4.2 Fase CAM

Una vez que tenemos el archivo del diseño virtual, necesitamos fresarlo (mecanizarlo), para ello usaremos una máquina de control numérico (CNC), a la que llamaremos fresador o unidad de desgaste, capaz de entender ese archivo y crear unos protocolos de fresado que incluyen el tipo de fresa, tiempos, fuerzas, medidas, movimientos, direcciones y optimizaciones.^{22,28}

Figura 28.



Figura 28. Fresador inLab MC X5® de Sirona®.²⁷

Se hace la elección del material de acuerdo a las estructuras deseadas y al número de unidades que se necesitan, hay bloques de diversos tamaños y colores. Existen en el mercado bloques unitarios, bloques hasta para tres unidades o discos en presentación de pan que se utilizan para prótesis de

más de tres unidades, también existen los bloques diseñados para crear los aditamentos (abutments) de implantes.^{22,28} Figura 29.

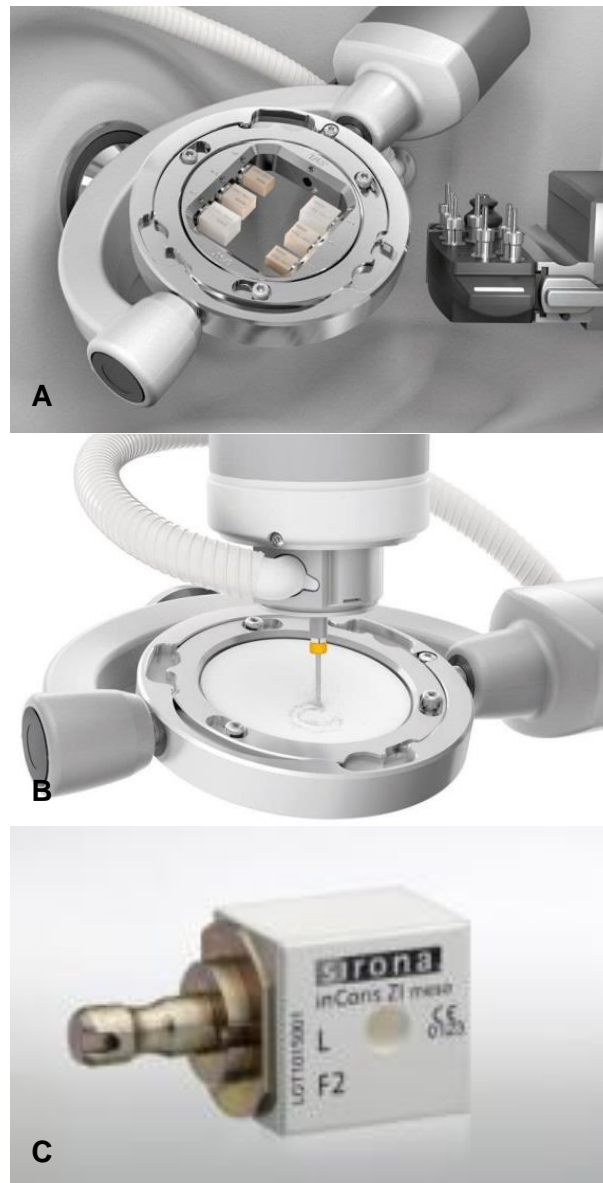


Figura 29. Variedad de presentaciones de materiales para fresar en CAD/CAM. A) Bloques. B) Discos. C) Bloques para aditamentos.²⁹

El diseño final es enviado a la máquina fresadora previamente cargada con los bloques o discos adecuados para el procedimiento, a todo este proceso se le llama fase CAM.^{17,24,30} Figura 30.



Figura 30. Fase CAM. A) Fresador CEREC MC XL® de Sirona®. B) Soporte del bloque. C) Colocación del bloque para el proceso. D) Inicio del maquinado.²⁹

Normalmente los protocolos de fresado para cada tipo de material a fresar están pre-establecidos y no hay que hacer nada, bastará con elegir el tipo de material y ordenar su fresado.³⁰

Los componentes son accionados a alta velocidad, con una presión reducida y con una adecuada refrigeración con agua o aire para evitar la generación de microgrietas o el sobrecalentamiento del material.¹⁷ Figura 31.



Figura 31. Refrigeración o enfriamiento durante el fresado.²¹

La eliminación del polvo generado por el fresado es mediante un líquido o aspiración, para evitar la formación de masas de polvo en las fresas y la consecuente pérdida de precisión y eficiencia de corte.

El desgaste de las fresas tiene una gran influencia en la precisión del corte y el riesgo de fracturas de las piezas, por lo que un sistema de calibración verifica la condición y el desgaste de las fresas para indicar su desecho y reemplazamiento cuando ya se encuentran alteradas por ciclos repetidos de producción.¹⁷

2.4.2.1 Ejes de maquinado

Los equipos de procesado (fresadores dentales) se distinguen por el número de ejes de maquinado, pueden tener de 3 a 5 ejes, mientras más ejes tenga es posible realizar estructuras de mayor complejidad de maquinado, debido a que permite a las fresas moverse en más direcciones sin interferencias, incidiendo sobre los recorridos de fresado y de esta manera aumentando la precisión de la reproducción.^{17,19} Figura 32.



Figura 32. Ejes de maquinado.²⁷

Es importante destacar que la calidad de las restauraciones no sólo depende del número de ejes en los que la fresadora pueda procesar el diseño, sino que, recae en muchos aspectos, como lo son la digitalización, el proceso de la información y la producción.¹⁹ Figura 33.



Figura 33. Producción (fresado del bloque).³¹

Generalmente los fresadores de 5 ejes son de dimensiones medias a dimensiones industriales y son utilizados en centros de producción. Por el contrario, los fresadores de 3 o 4 ejes son de pequeñas dimensiones y su

producción se realiza en laboratorios técnicos convencionales y/o en los consultorios dentales.¹⁷ Figura 34.

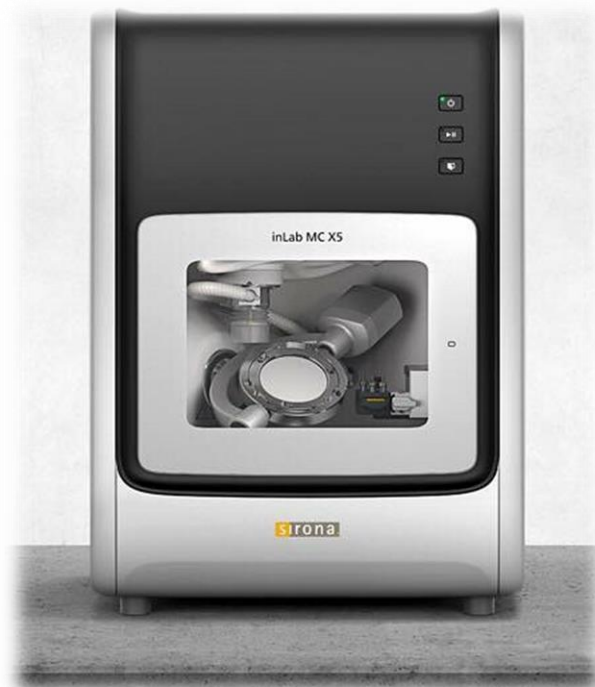


Figura 34. Fresador de 5 ejes inLab MC X5® de Sirona®.²⁹

Cabe mencionar que las dimensiones y el peso aumentan la estabilidad y de esta manera reducen las vibraciones, permitiendo obtener reproducciones más precisas y reducir la producción de esquirlas, además de que aumenta el tiempo de vida del CAM, retardando el desgaste del fresador.¹⁷

2.4.3 Acabado y preparación para la sinterización

Después del fresado, se obtiene la estructura todavía unida al soporte del bloque. Se procede a cortarlo y a realizar el repasado y ajuste de las áreas

funcionales de la restauración con los instrumentos indicados, para alisar la estructura de la superficie creada por el procedimiento CAD/CAM. Las correcciones se deben realizar antes del sinterizado, a bajas rpm y baja presión para evitar fracturas de los bordes y sobrecalentamiento local.

Después, se procede a limpiar y secar la restauración antes del sinterizado para eliminar cualquier residuo del fresado, ya que pueden provocar problemas de adhesión e inexactitud del ajuste (figura 35).

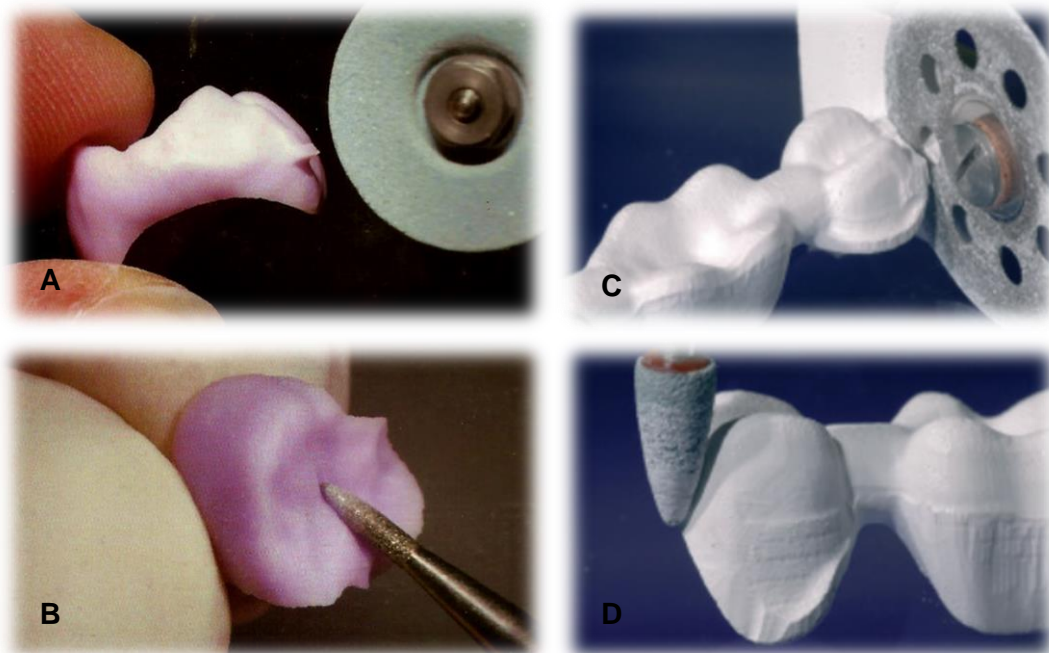


Figura 35. A) Corte del punto de soporte del bloque de una estructura de IPS e.max CAD® (vitrocerámica de disilicato de litio). B) Repasado de la superficie exterior. C) Corte del punto de soporte del bloque de una estructura de óxido de zirconio presinterizado IPS e.max ZirCAD®. D) Corrección de la superficie exterior.

De acuerdo al tipo de material utilizado pueden estar indicados otros procedimientos antes del sinterizado, por ejemplo, con la cerámica de vidrio de disilicato de litio se realiza la técnica de maquillaje con shades y stains (sombras y manchas) para caracterizar la restauración y dar mayor apariencia de realismo, por el contrario, con el óxido de zirconio se hace un coloreado previo opcional (figura 36).^{22,28}

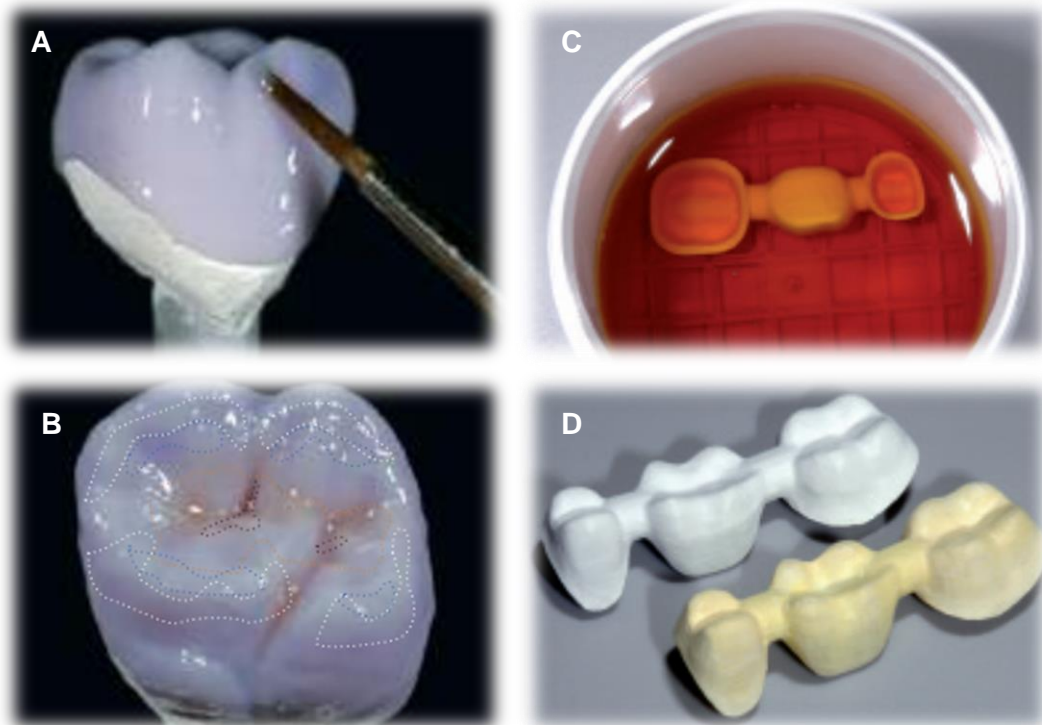


Figura 36. A) Técnica de maquillaje en cerámica de disilicato de litio IPS e.max CAD®. B) Aplicación de caracterizaciones oclusales. C) Coloreado de una estructura de óxido de zirconio. D) Se observa la diferencia de una estructura IPS e.max ZirCAD® coloreada y sin colorear.

2.4.4 Sinterizado

La sinterización es un tratamiento térmico, que es realizado en un horno, al cual son sometidos los bloques del material a ser fresado o las restauraciones ya fresadas, con el objetivo de que las partículas alcancen el mayor grado de cohesión y que con ello obtengan una estructura química ordenada que les brinde las propiedades físicas y mecánicas adecuadas para ser utilizado como restauración dental.^{17,19} Figura 37.



Figura 37. Horno de sinterizado de 3M ESPE®.²⁴

Consiste en elevar la temperatura por debajo del punto de fusión del componente principal, de esta manera ocurre el crecimiento de las partículas, la formación de conexiones fuertes entre ellas y el cierre de las porosidades con la producción de una densificación. Todo esto produce cambios significativos en las características microestructurales del material, como la eliminación gradual de las porosidades y el aumento de la densidad global, lo que aumenta significativamente la resistencia y la tenacidad.¹⁷ Figura 38.



Figura 38. Comparación de una estructura IPS e.max sinterizada y no sinterizada.²⁸

Los bloques o discos utilizados para el maquinado, se encuentran disponibles en dos modalidades, pueden ser sinterizados o presinterizados, dependiendo de la marca, el sistema utilizado y el tipo de material.^{19,24}
Figura 39.



Figura 39. Variedad de bloques y discos.²⁷



Los bloques que son totalmente sinterizados, ya presentan las características deseadas y una vez que son fresados tienen la forma final real de la estructura, pero debido a que presentan una alta dureza requieren de mayor tiempo de fresado y las fresas se desgastan con mayor rapidez.

En el caso de los bloques presinterizados, estos fueron sometidos a calor, pero no el tiempo y a la temperatura suficiente, por lo que presentan un estado de tipo poroso, el proceso de fresado es más sencillo para la unidad de desgaste.

Sin embargo, después de la etapa inicial, la estructura tiene que ser sinterizada en un horno para que el material adquiera mayor dureza y densidad.

Una estructura después de ser sinterizada sufre una contracción en un rango del 20-30%. Esta situación es controlada por el programa de diseño y la máquina fresadora, que toman en consideración esta posterior contracción y para ser compensada la estructura es fresada a un tamaño aumentado, para que al momento de ser sinterizada obtenga el volumen y dimensión deseados, el éxito de esta compensación numérica dependerá de la composición y de la calidad del proceso de fabricación de los bloques utilizados.^{19,24} Figura 40.

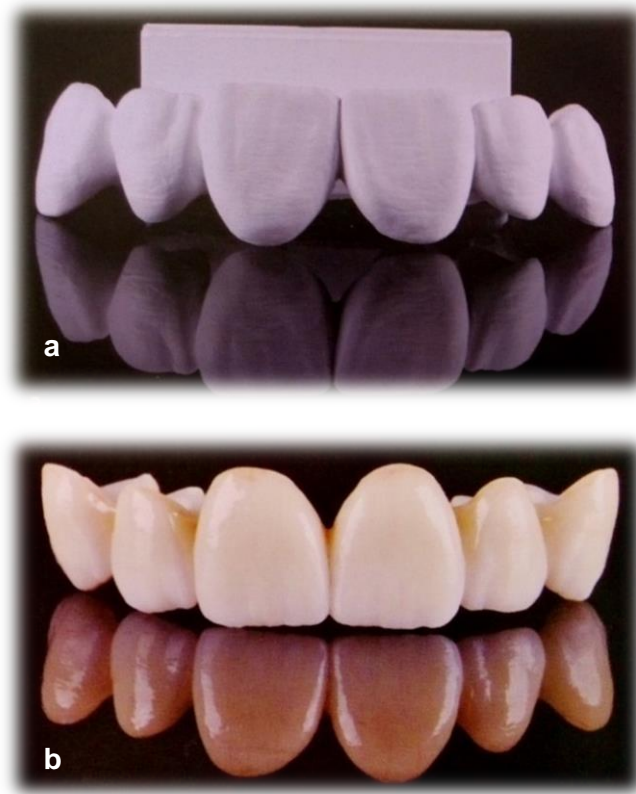


Figura 40. Prótesis parcial fija presinterizada (a) y sinterizada (b).¹⁷

2.5 Filosofías de trabajo

Existen tres opciones de protocolo de fabricación llamadas filosofías de trabajo que dependen del lugar donde se realiza la producción:

-*Chairside*: se refiere a los sistemas que son de consultorio, sin necesidad de que exista la intervención del laboratorio dental. La digitalización es mediante una cámara intraoral y las fresadoras son de tamaño medio o pequeño y nos ofrecen la posibilidad de realizar la prótesis en una sola sesión en el consultorio odontológico, lo que se traduce en ahorro de tiempo.



-*In house*: es el equivalente a la secuencia de trabajo tradicional entre laboratorio técnico dental y odontólogo, quien envía la impresión para que el laboratorio realice un modelo maestro que será escaneado para obtener la información tridimensional o el odontólogo puede enviar el modelo virtual realizado en el consultorio, para que el resto de la fase CAM se realice en el laboratorio. Puede evaluarse el ajuste exacto de la estructura y corregirse directamente sobre el modelo maestro.^{17,19}

-*Outsourcing*: el laboratorio dental trabaja en colaboración con un centro de producción en red, el técnico envía la digitalización o la restauración se ejecuta directamente sobre un modelo sólido en el centro de fresado para que maquine la estructura y el centro de producción envía la restauración al laboratorio de vuelta y éste al odontólogo. El beneficio de la producción CAM externa se encuentra en la pequeña inversión requerida, ya que sólo hay que comprar la herramienta de digitalización y el software.^{17,19,23}

2.6 Materiales utilizados en el sistema CAD/CAM

En la actualidad, existe una gran variedad y alternativa de materiales que pueden ser utilizados con esta tecnología, se mencionan los más usados y una ligera descripción de cada uno:

- Cerámica feldespática enriquecida con óxido de aluminio

Son bloques compuestos de porcelana feldespática. Está sinterizada a temperaturas entre 1100 y 1250°C al vacío. Su microestructura está formada por partículas finas de cristal, que no se han disuelto en el vidrio fundido durante la cocción, homogéneamente incrustadas dentro de una matriz vítrea

de feldespato. Tiene el comportamiento de abrasión del esmalte dental natural. La resistencia de flexión es de 154 ± 12 MPa. Se pueden realizar incrustaciones, carillas y coronas unitarias. Pueden maquillarse y glasearse. La utilizan los sistemas Celay®, Ceramatic®, Cerec®. Comercializada por Vita® como CEREC® VITA-BLOCS Mark II.^{18,19} Figura 41.



Figura 41. Bloque de Vitablocs Mark II® de Vita®.¹⁸

- Vitrocerámica reforzada con leucita

Es una cerámica reforzada con leucita de partícula homogénea, que permite la dispersión de la luz de una forma similar al esmalte, es translúcida y podemos adquirir la presentación en bloques multicromáticos, que presentan una suave transición de color con opacidad en cervical y translucidez en incisal. La resistencia de flexión es de 140 MPa. Nos permite realizar incrustaciones, carillas y coronas unitarias. Se puede glasear y maquillar. Es utilizada por el sistema Cerec® y el Kavo Everest®. Comercializado por Ivoclar Vivadent® como ProCAD®, IPS Empress CAD® y G-Blanks®.^{18,19} Figura 42.



Figura 42. Bloque de IPS Empress CAD® de Ivoclar Vivadent®.¹⁸

- Vitrocerámica de disilicato de litio

La microestructura de esta cerámica consiste en un 70% de cristales de disilicato de litio embebidos en una matriz vítrea. Los bloques se encuentran parcialmente cristalizados, por lo que son fáciles de fresar, son azulados antes de su cristalización, que es de 35 minutos a 850°C en un horno de cerámica. Su resistencia a la flexión es de 360 ± 60 MPa. Están disponibles con dos niveles de translucidez para fabricar carillas, coronas y puentes de tres unidades en la zona anterior. Se puede maquillar y glasear. Son mecanizados por el sistema Cerec® y Kavo Everest®. Es comercializada por Ivoclar Vivadent® como IPS e.max CAD®.^{18,19} Figura 43.



Figura 43. Bloque de IPS e.max CAD de Ivoclar Vivadent®.²⁸

- Cerámica de óxido de aluminio

Se presenta en bloques presinterizados. Se procesan en el sistema Celay®, Ceramatic®, Cerec®, Etkon®, DCS® y Procera®. La resistencia de flexión es de 500 MPa. Permite la realización de coronas y puentes de tres unidades. Vita® la comercializa como VITA In-Ceram ALUMINA BLANKS®.^{18,19} Figura 44.



Figura 44. Bloques In-Ceram ALUMINA BLANKS® de VITA®.¹⁸

- Cerámica de óxido de aluminio-zirconio

También llamada zirconia, compuesta del 67 al 70% por óxido de aluminio y el 30-33% reforzada con óxido de zirconio. Se presenta en bloques presinterizados. Su resistencia de flexión es de 600 MPa. Permite la fabricación de coronas y puentes de cuatro unidades en el sector anterior y tres unidades en el sector posterior. VITA® lo comercializa como VITA In-Ceram ZIRCONIA BLANKS®.^{18,19} Figura 45.



Figura 45. Bloque VITA In-Ceram ZIRCONIA BLANKS® de VITA®.¹⁸

- Cerámica de óxido de zirconio estabilizado con itrio

Se presenta en bloques presinterizados, sólo puede ser fresada por sistemas que tengan la capacidad de conversión, es decir, que la estructura fresada sea un 20-30% mayor antes de ser sinterizada a una temperatura de 1300 a 1500°C. La resistencia de flexión está entre 900 y 1400 MPa. Permite la realización de coronas, puentes de 3-6 unidades y estructuras sobre implantes. VITA® lo comercializa como VITA In-Ceram YZ CUBES®, Ivoclar

Vivadent® como IPS e.max ZirCAD®, ZH-Blanks® en Kavo EVEREST®, Cercon® Base en Cercon Smart Ceramics®.^{18,19} Figura 46.



Figura 46. Bloque IPS e.max ZirCAD® de Ivoclar Vivadent®.²²

- Titanio

Se presentan en bloques macizos para realizar coronas, cofias, estructuras para puentes y sobreestructuras para implantes. Lo utilizan los sistemas Procera®, DCS®, Kavo Everest®, Etkon® y DentiCAD®.¹⁸ Figura 47.



Figura 47. Disco de titanio para CAD/CAM.³²

2.6.1 Materiales para provisionales

- Composites

Se utilizan para la confección de prótesis provisionales de larga duración. Normalmente se trata de poliamidas reforzadas con fibra de vidrio. Utilizado por el sistema Cerec®, Everest®, DCS® (DC-Tell®), DentiCAD® y Etkon®.¹⁸ Figura 48.

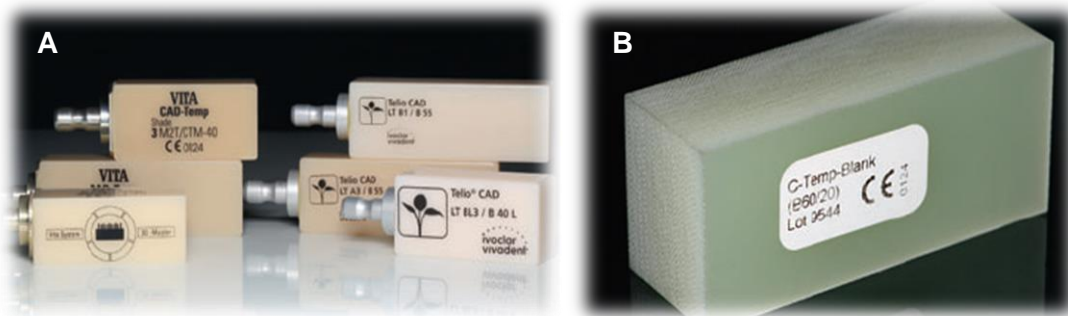


Figura 48. A) Variedad de bloques de polímeros disponibles para Cerec in Lab systems®.

B) Bloque de composite reforzado para Everest System de Kavo®.³³

Este tipo de bloques nos ofrecen una mejora significativa en los resultados estéticos. Los fabricantes afirman que las restauraciones de estos materiales pueden ser usados hasta por varios meses (figura 49).³³

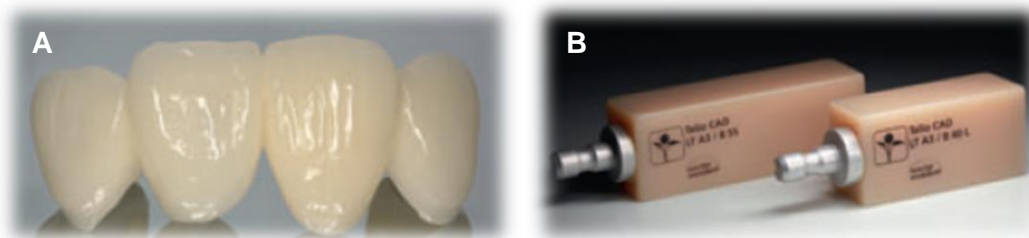


Figura 49. (A) Provisional fabricado con (B) bloque Telio CAD de Ivoclar Vivadent® compuesto de PMMA.



2.7 Ventajas y desventajas

La tecnología CAD/CAM es una herramienta de innovación en el campo odontológico, por lo que es importante conocer todas las ventajas que nos ofrece, pero también los inconvenientes que presenta, por ello se mencionan a continuación:

- Ventajas

-Disminución de las fases y etapas de trabajo.

-Con los sistemas para consultorio dental, el propio odontólogo puede fabricar las restauraciones en una sola sesión, lo que se traduce en ahorro de tiempo.

-El escáner intraoral evita la necesidad de obtener impresiones, eliminando las variaciones volumétricas de los materiales dentales (expansión del yeso, distorsión de los elastómeros) y permite controlar la calidad de la impresión sobre la imagen aumentada en la pantalla, antes de ser enviada al fresador.

-La captura digital de tejidos blandos con escáner intraoral ofrece ventajas a pacientes que tienen una tendencia a vomitar durante una impresión convencional, pacientes con capacidades especiales o con estado de ansiedad, ya que pueden tolerar mejor la exploración intraoral con el escáner que un procedimiento de impresión con los materiales convencionales.

-El escáner intraoral beneficia a pacientes que tienen alergias a los materiales de impresión.



-
- El escaneo de zonas pequeñas en los pacientes con la lengua activa y musculatura contundente puede ser más preciso en comparación con una impresión convencional.
 - La interrogación del diseño CAD, que se torna una fuente de información sobre el proyecto (espesor de las coronas, zonas con peligro de fractura, puntos de contacto, etc.).
 - Facilidad y rapidez para poder modificar, inclusive en forma radical un diseño.
 - Estandarización de los resultados en cuanto a precisión y control de calidad, factores que son desvinculados de las capacidades del operador en forma individual.
 - Existe una gran alternativa de materiales que el sistema puede fresar, en especial los altamente estéticos.
 - Mediante la fabricación y uso de abutments de zirconio, se permite la transmisión de la luz en el surco gingival, evitando así que la coloración de las partes metálicas opacas se muestren a través del tejido peri-implantario, lo que nos brinda un mayor sentido estético.
 - Los bloques prefabricados de polímero para provisionales CAD/CAM tienen excelente homogeneidad y mejoran la biocompatibilidad, como resultado de una menor porosidad evitando los residuos de monómero.
 - Ofrece diversos beneficios sobre los tejidos blandos.^{17,21,34-36}



- Desventajas

-Costos. La adquisición de un sistema CAD/CAM para consultorio es costosa, sin embargo, puede optarse la opción de la producción CAM externa en centros de producción. De manera que si se adquiere un sistema de consultorio la producción deberá ser bastante alta y rápida para lograr la viabilidad financiera.

-Sistemas cerrados. Las tecnologías escáner y CAD en su mayoría son sistemas cerrados, lo que quiere decir que generan archivos leíbles y modificables sólo en el interior de ese sistema determinado; limitando la libertad en la concurrencia de mercado, aunque esto también nos brinda menores riesgos de errores o pérdida de datos.

-Curva de aprendizaje. Hay que considerar en una compra CAD/CAM el tiempo que tardaremos en dominar su uso, el cual puede ser muy variado y los costes de las asesorías por parte de las casas comerciales.

-La resistencia a la innovación que ofrece la tecnología CAD/CAM, por parte del personal del laboratorio técnico dental y la falta de confianza en el uso de un sistema computarizado.^{17,21,36}



CAPÍTULO 3. BENEFICIOS DEL USO DE SISTEMAS COMPUTARIZADOS EN LOS TEJIDOS BLANDOS

3.1 Relación protético-periodontal

La interrelación entre la prótesis y la salud periodontal es íntima e inseparable. Por ello, es que todo tratamiento protésico requiere una serie de exigencias biológicas que actúen sobre los tejidos blandos adyacentes a la prótesis. Para que las restauraciones se mantengan en buenas condiciones por un largo tiempo, el periodonto debe permanecer sano y para que esto ocurra los márgenes de las restauraciones deben estar en total armonía con los tejidos blandos circundantes. Igualmente, para obtener una adecuada apariencia estética del paciente, deberá existir una interfaz diente/tejido con apariencia natural sana. El conocimiento anatómico y fisiológico de los tejidos blandos es imprescindible para ayudarnos a evitar una serie de alteraciones patológicas periodontales que llevarán al fracaso de la prótesis, y por el contrario, un adecuado manejo de estos, nos dará como resultado una prótesis exitosa funcional y estéticamente.^{5,14}

3.2 Factores causales de la retracción gingival iatrogénica

En toda restauración se aboga por un ajuste de la prótesis lo más perfecto posible. Ya Waerhaug en 1960 y, posteriormente Renggli y Regolati en 1972 publicaron trabajos en donde demostraban que en cualquier restauración por muy bien ajustada que se encontrara, siempre existía cierto porcentaje de biofilm por las irregularidades del material protésico, lo que daba como consecuencia una enfermedad periodontal.



En 1991, Felton encontró una relación directa entre el grado de desajuste marginal y la gravedad de la enfermedad periodontal. Una prótesis bien ajustada es susceptible de producir una ligera reacción gingival, siempre y cuando vaya acompañada de una higiene meticulosa y un control periódico profesional.

Es de suma importancia la estabilidad de los márgenes gingivales que soportan subgingivalmente prótesis bien ajustadas. Vladerhaug y Birkeland, demostraron mediante un primer seguimiento realizado en 1976 y otro posteriormente en 1981, que al cabo de 1 año la integridad de los márgenes gingivales alcanzaba un 60%, pero transcurridos 10 años, el porcentaje de integridad bajaba a un 29%. Estos datos presumían la hipotética presencia de otros factores causantes de la retracción gingival.

En la etiología de la retracción gingival iatrogénica consideramos los siguientes aspectos (figura 50):

- Rugosidades en los márgenes de las restauraciones protésicas provisionales y definitivas por un pulido deficiente.
- Las porosidades de los materiales provisionales y de los cementos utilizados para el cementado.
- Casos en los que el margen se encuentra demasiado profundo, lo que impide una correcta higiene.
- Defectos de los contornos de las coronas, principalmente a nivel del perfil de emergencia de las mismas.
- La invasión del ancho o espacio biológico.
- La presencia de biofilm.¹⁴

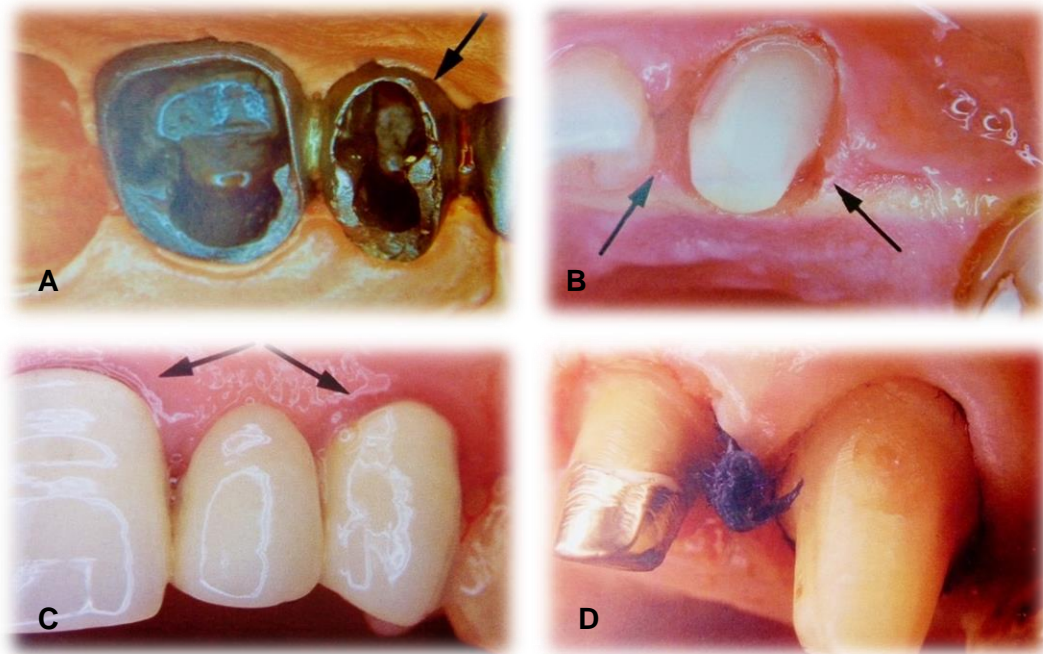


Figura 50. Causas de la retracción gingival iatrogénica. A) Rugosidades en márgenes. B) Margen demasiado profundo. C) Defectos de los contornos de las coronas. D) Invasión del espacio biológico.

3.3 Importancia clínica del espacio biológico

La importancia clínica del espacio biológico es de acuerdo a la localización de las terminaciones cervicales de las preparaciones y por ende, de los límites cervicales de las restauraciones y de su correcto ajuste, debido a que la integridad de los tejidos que conforman el espacio biológico representan una barrera de defensa entre la actividad de los microorganismos del biofilm y la cresta ósea subyacente.¹²

Se sabe que la invasión del espacio biológico cuando se coloca cualquier tipo de restauración, puede ocasionar cierto tipo de problemas como aumento de acúmulo de placa bacteriana, inflamación gingival, aumento de la profundidad de sondaje y bolsas periodontales, hiperplasia gingival, recesión del margen gingival y pérdida ósea.^{5,15} Figura 51.

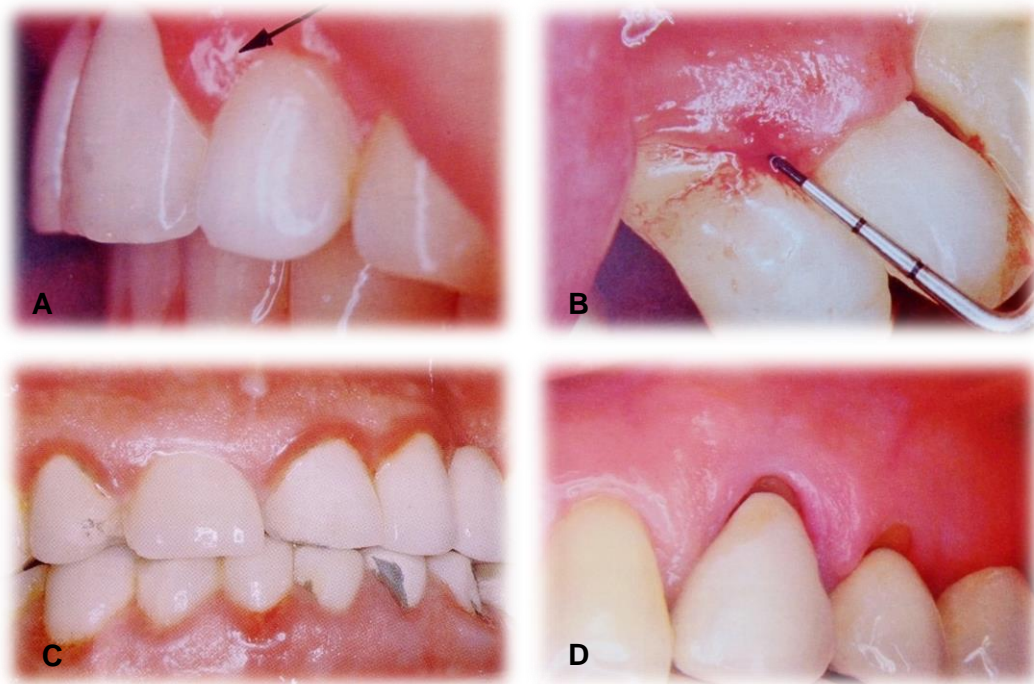


Figura 51. Consecuencias de la invasión del espacio biológico. A) Inflamación gingival. B) Aumento de la profundidad de sondaje. C) Hiperplasia gingival. D) Recesión del margen gingival.¹⁸

Por este motivo, se indica que exista mínimo 3 mm entre el margen gingival y la cresta ósea cuando la restauración se coloca 0.5 mm dentro del surco gingival, para permitir la conservación de un ancho biológico apropiado.^{5,15} Figura 52.

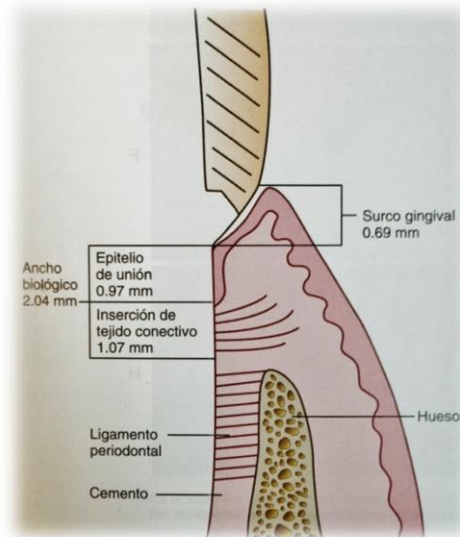


Figura 52. La colocación del margen restaurador a 0.5 mm en el surco permite el mantenimiento del ancho biológico.⁵

3.4 Beneficios del uso de CAD/CAM sobre los tejidos blandos

El uso del sistema CAD/CAM en la confección de prótesis fija nos ofrece diversas ventajas sobre los sistemas de fabricación convencionales, en cuanto a los beneficios del manejo de los tejidos blandos, la estética rosa, el mantenimiento de una adecuada arquitectura gingival y una exitosa relación protético-periodontal. Diversos estudios y artículos apoyan su uso resaltando su eficacia en los siguientes aspectos:

- Precisión marginal
- Preparación y adaptación de los tejidos blandos con provisionales
- Técnica de cicatrización guiada de tejidos blandos
- Estabilidad del margen gingival
- Medición de tejidos blandos

3.4.1 Precisión marginal

La precisión marginal es el resultado de la aplicación adecuada del conjunto de fases clínicas (preparación, impresión, cementado) y técnicas (modelo, fabricación de la restauración, adaptación y acabado).¹⁷

La precisión marginal es medible por dos parámetros llamados:

- Apertura Marginal Absoluta (AMO, *absolute marginal opening* o *marginal gap*), que se refiere a la distancia o brecha entre el punto más externo del margen de la restauración al punto más externo del margen de la preparación.^{17,37}
- Apertura marginal (MO, *marginal opening*) se define como la distancia entre el margen externo de la corona a la línea o superficie de preparación en el punto más corto de distancia perpendicular (figura 53).³⁷

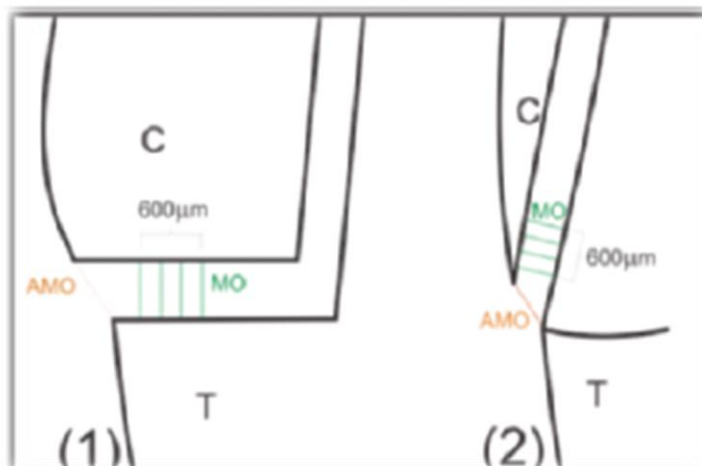


Figura 53. Vista esquemática de la Apertura Marginal Absoluta (AMO) y la Apertura marginal (MO).

El ajuste marginal (*marginal fit*) depende de varios factores:

- La adaptación marginal obtenida sobre el modelo.
- El espaciado de cementado entre muñón y prótesis (en promedio de 30-50 μ), el cual es necesario para descargar la presión del cemento y la viscosidad del mismo, factor que facilita su fluidez y la obtención de capas reducidas. Cabe mencionar, que el efecto del cementado agrega como valores mínimos de 15 a 25 μ , presentando oscilaciones de 70 μ (Tinschert, 2005) (figura 54).

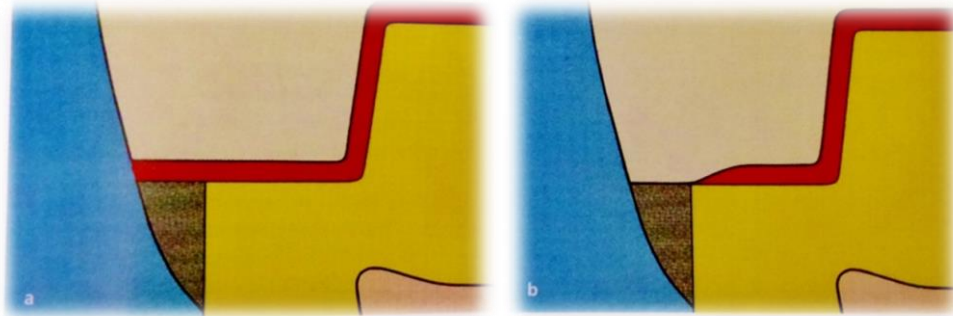


Figura 54. Cierre marginal a) impreciso b) preciso según la exposición del cemento.

A lo largo de la historia se han indicado como valores aceptables diversos valores de apertura marginal absoluta (AMO) inferiores a 50 μ (Spiekermann, 1986); de 50 a 100 μ (Molin, 1996); hasta 120 μ (Mc Lean, 1971; Holmes, 1989).

El parámetro actual de referencia para la precisión marginal está dado por las especificaciones de la ADA #8, que indica una apertura marginal (MO) de 25 a 40 μ y no superior a 50 μ . Pero este valor se trata de un valor que refleja una eficacia teórica de método más que de uso clínico. La eficacia de método se refiere cuando los resultados son obtenidos en condiciones óptimas, y la eficacia de uso clínico describe los efectos obtenibles en la práctica, en la que el respeto de los protocolos no es total (tabla 1).



Apertura marginal absoluta (AMO)	Apertura marginal (MO)
Inferiores a 50 μ (Spiekermann)	De 25 a 40 μ y no superior a 50 μ (ADA)
De 50 a 100 μ (Molin)	
Hasta 120 μ (Mc Lean, Holmes)	

Tabla 1. Valores aceptables de AMO y MO.

Se muestra una tabla con los valores de la precisión marginal de las cerámicas CAD/CAM y las coronas comunes. Las coronas metal porcelana convencionales representan el estándar de referencia.¹⁷ Tabla 2.

Corona	Apertura marginal absoluta (AMO)
Metal-porcelana convencional	54 a 77.5 \pm 17 μ
Estructuras aureogalvánicas	68.5 \pm 41 μ
CEREC 3® (cerámicas silíceas policristalinas)	53-67 μ
Nobel Procera® (alúmina)	47 \pm 21 μ
LAVA® (zirconio)	35-40 μ (18-20 μ MO)
Cercon Brain® (zirconio)	50-70 μ (38-40 μ MO)
Cerec InLab®	43 \pm 23 μ
Procera® (Zirconia)	9-12 μ

Tabla 2. Valores AMO y MO promedios.^{17,19,24}

Con estos valores podemos concluir que la precisión que se logra en el ajuste marginal a través del CAD/CAM en la confección de prótesis fijas, logra muy buena adaptación marginal, lo que ya ha sido demostrado por varios estudios científicos y es una de las grandes ventajas que presentan estos sistemas, como sabemos este factor es crucial y determinante en el éxito a largo plazo de la rehabilitación protésica y en la salud de los tejidos blandos.²⁴ Figura 55.

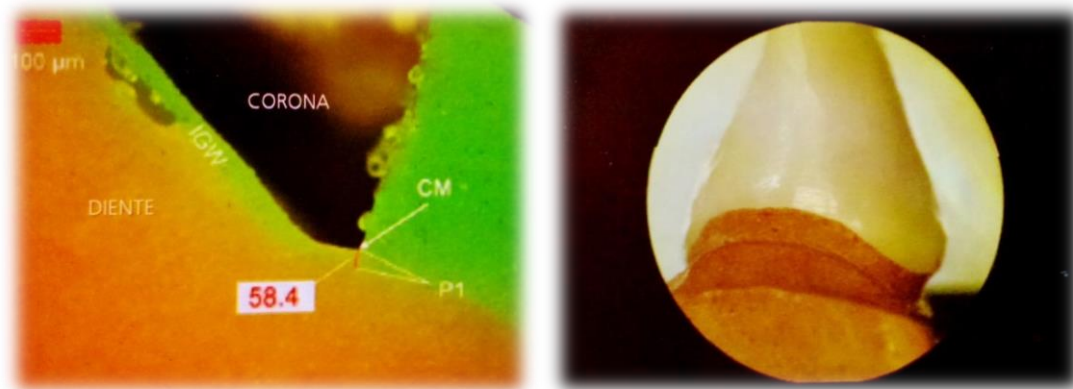


Figura 55. Precisión marginal para corona realizada con sistema CEREC.¹⁷

De este estudio, también se desprende que la técnica CAD/CAM es más precisa que el encerado convencional para prótesis fija metal-porcelana, encontrándose mayor desajuste marginal en esta última, aunque sus valores se ubiquen dentro de lo clínicamente aceptable.



Así mismo, la adhesión bacteriana a las restauraciones CAD/CAM de zirconia es menor si las comparamos con restauraciones metálicas, lo cual ha sido demostrado en varios estudios tanto in vitro como in vivo, lo que nos brinda salud periodontal, de ahí que la biocompatibilidad sea una de sus mayores ventajas.²⁴

Las impresiones digitales han demostrado ser por lo menos tan precisas como las convencionales y muchas veces más exactas. Un estudio comparó el ajuste de coronas fabricadas utilizando impresiones intraorales digitales con las fabricadas con impresiones convencionales.

Se fabricaron dos coronas de zirconio para cada uno de los 20 pacientes en la misma preparación del diente. Una corona se fabricó a partir de una impresión digital con el sistema Lava COS®, y la otra con una silicona de impresión. En el momento de la cementación, el margen de ajuste se midió utilizando la técnica de réplica. Las coronas elaboradas mediante impresión digital tenían un ajuste marginal significativamente mejor (49 μ) que las realizadas a partir de una impresión convencional (71 μ).²⁵

La impresión intraoral digital y el espaciado para el cemento en la planificación CAD son factores que influyen en la excelente adaptación marginal que ofrecen las restauraciones CAD/CAM y que las pone en ventaja comparadas con los sistemas de fabricación convencionales.

Sólo el 10% de las impresiones convencionales con elastómeros destacan todo el margen de la preparación, por lo que la impresión digital intraoral nos permite en mayor medida la ejecución adecuada de la prótesis (Christensen, 2005).

Así mismo, el diseño en CAD/CAM define los parámetros de planificación, y dentro de esos parámetros se toma en cuenta el espacio que ocupará el cemento y la zona en la que se debe ausentar ese espaciado, que se refiere al nivel del cierre marginal, esta planificación contribuye a obtener una excelente adaptación marginal (figura 56).¹⁷



Figura 56. Espaciado en la planificación CAD/CAM.

En conclusión, el ajuste marginal que logran las restauraciones a través de la tecnología CAD/CAM, las posiciona en ventaja frente a las prótesis fijas metal-porcelana convencionales, lo que se traduce en un notable beneficio para los tejidos blandos.^{17,19,24,38,39}



3.4.2 Preparación y adaptación de tejidos blandos con provisionales

Las restauraciones provisionales se han convertido en una parte fundamental y obligatoria en los tratamientos de rehabilitación dental previo a la restauración definitiva. El papel y la función de los provisionales han cambiado significativamente en los últimos años. La razón incluye la mejora de las propiedades de los materiales con que se fabrican y la opción de la producción CAD/CAM, utilizando bloques de polímeros que son ofrecidos por varios fabricantes.

Además de su indicación clásica para el recubrimiento de las preparaciones y protección de la función masticatoria, actualmente el uso de las restauraciones provisionales tienen una mayor relevancia para el manejo, la preparación y la adaptación de los tejidos blandos en las restauraciones complejas que incluyen cambios en las relaciones verticales del tejido, y como un prototipo (mock-up) en la odontología estética para una mejor predicción de los resultados clínicos.^{33,34}

Un ejemplo de producción de provisionales es el Biogeneric copy de Sirona® Cerec inLab systems®, que es un sistema de diseño CAD/CAM que simplifica el proceso convencional de la realización de los provisionales, el cual puede brindarnos diferentes beneficios sobre los tejidos blandos, se mencionan dos ejemplos:



-Como apoyo en la cicatrización de los tejidos blandos después de cirugías periodontales, ya que los provisionales sirven como una férula para mantener los tejidos gingivales en la posición deseada, se describe el procedimiento de un caso a continuación:

El paciente presenta una estética deficiente, por lo que se planea cambiar las coronas anteriores. Se inicia el tratamiento realizando un encerado diagnóstico para la planeación, se duplica el modelo y se tallan las preparaciones ideales sobre este. El sistema digitaliza ambos modelos y genera el diseño de un provisional basado en la diferencia de los dos, la restauración virtual procede a ser fresada en un bloque de polímero (Telio CAD®). Una vez lista la restauración nueva, se remueven las restauraciones anteriores y se repreparan los pilares, seguido de una cirugía periodontal de alargamiento de corona. El provisional se usará para asegurar el contorno gingival anticipado, en el caso de que el provisional no ajuste perfectamente, debe ser rebasado con resina. Después de seis semanas de uso, los resultados del tratamiento en el tejido blando se han estabilizado, de esta manera, puede ser iniciada la fabricación de las restauraciones definitivas, ya que el estado gingival está listo para ser escaneado. Con las restauraciones definitivas, obtenemos una excelente calidad lograda en los tejidos blandos, en gran medida por el uso sistemático y preciso de los provisionales (figura 57).³³

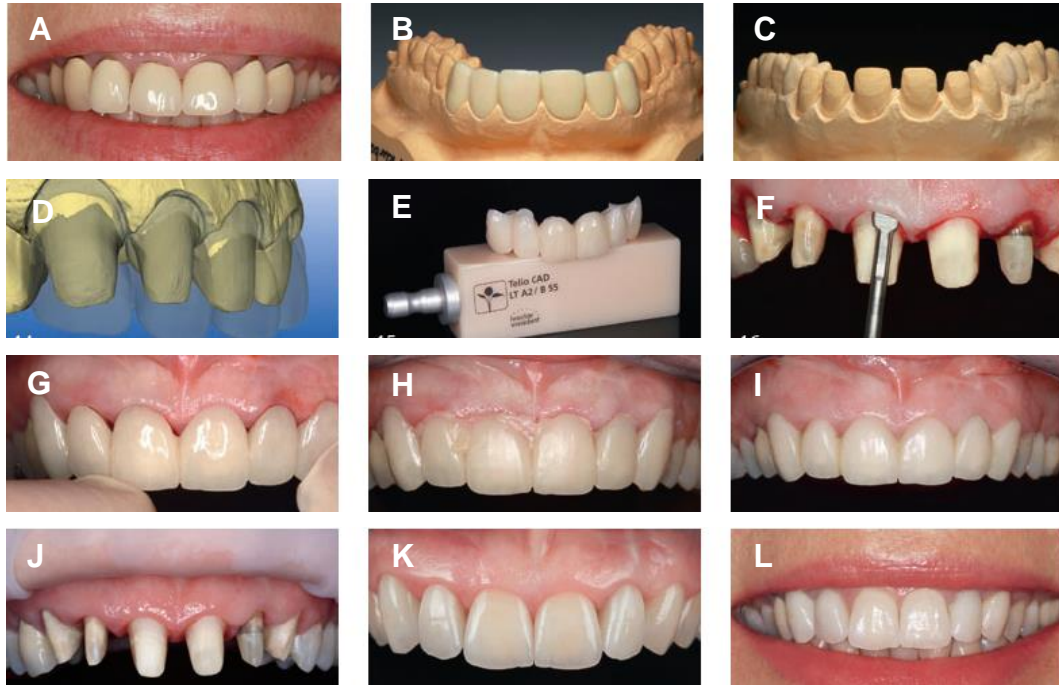


Figura 57. Procedimiento de elaboración de restauraciones provisionales después de una cirugía periodontal. A) Situación inicial del paciente. B) Encerado diagnóstico. C) Preparaciones sobre el modelo. D) Digitalización. E) Bloque de polímero. F) Cirugía periodontal. G) Prueba del provisional. H) Rebase del provisional. I) Provisional después de seis semanas de uso. J) Se observa la estabilización del tejido. K) Restauraciones definitivas. L) La línea del labio demuestra el éxito de los contornos gingivales en la rehabilitación estética.



-Contribución a dar forma a los tejidos blandos por debajo de los púnticos de los puentes protésicos, se muestra un caso clínico a continuación para conocer la secuencia de la fabricación de los provisionales:

La situación inicial del paciente muestra una estética deficiente en sus restauraciones, se procede a realizar un encerado diagnóstico para la planeación del tratamiento, al remover las restauraciones se observa una evidente situación poco favorable de los tejidos blandos para lograr el objetivo del tratamiento. Se escanea y digitaliza el encerado para así completar el proceso CAD y mandarlo a la fase CAM donde la restauración es fresada en un bloque de polímero, en el caso que se requiera el provisional puede ser optimizado. Como apoyo a la cirugía periodontal, las áreas de los futuros púnticos pueden ser reforzadas con composite fluido y este proceso puede ser repetido durante el tratamiento si fuese necesario.

Usando el provisional obtenido, la forma de la encía en las áreas de los púnticos es modelada para lograr los mejores resultados posibles en tejidos blandos. Una vez que el objetivo del tratamiento de tejidos blandos es logrado, se puede iniciar la fabricación de la restauración definitiva. Con el uso de este provisional la situación anatómica gingival desfavorable fue mejorada notablemente (figura 58).³³

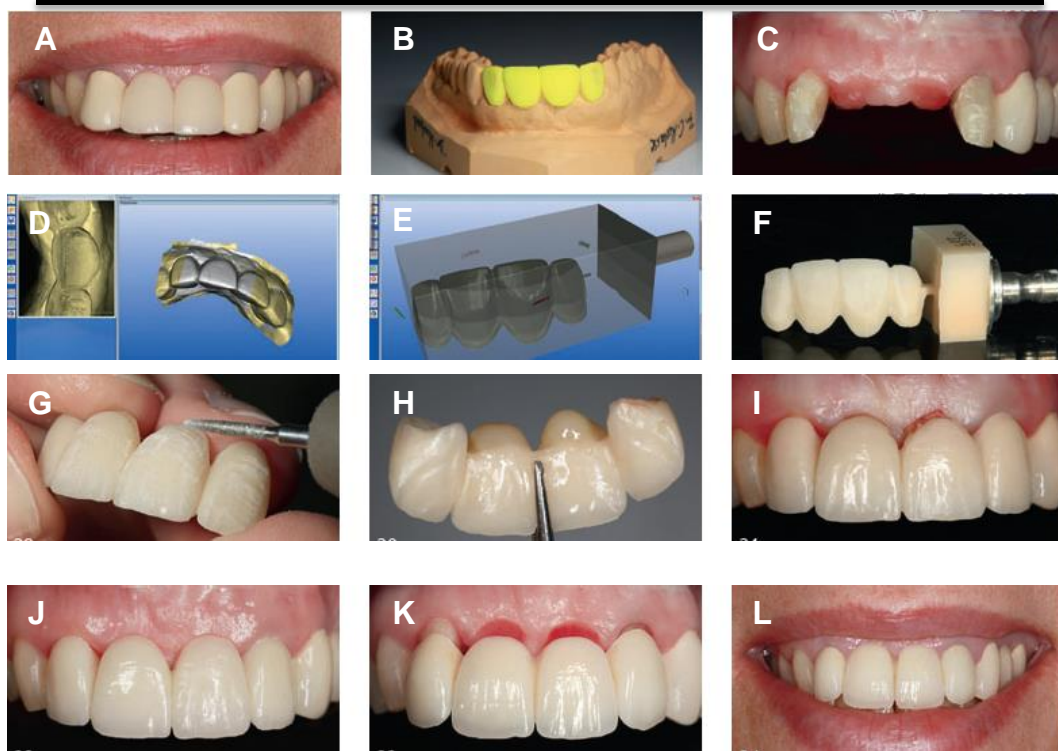


Figura 58. Procedimiento de elaboración de restauraciones provisionales para modelar los tejidos blandos y el perfil de emergencia. A) Situación inicial del paciente. B) Encerado diagnóstico. C) Remoción de las restauraciones, se observa una evidente situación poco favorable de los tejidos blandos. D) Escaneado. E) Diseño. F) Fresado. G) Optimización del provisional. H) Refuerzo de los púnticos del provisional. I) Colocación del provisional. J) Una vez que el objetivo del tratamiento de tejidos blandos es logrado, se puede iniciar la fabricación de la restauración definitiva. K) Se observa la forma y contorno del tejido blando modelado por el provisional. L) Se muestra la restauración definitiva. La situación anatómica gingival desfavorable fue mejorada notablemente.

Con esto podemos ver que con la tecnología CAD/CAM fabricar provisionales es un proceso rápido y fácil, los múltiples y tediosos pasos de la técnica convencional se sustituyen por el trabajo sencillo y digital del sistema CAD/CAM, que nos permite el manejo adecuado de los tejidos blandos.³³

3.4.3 Técnica de cicatrización guiada de tejidos blandos

Otro de los beneficios de la tecnología CAD/CAM es la técnica de cicatrización guiada de tejidos blandos, la cual es posible mediante el diseño de un aditamento y corona provisionales antes de la colocación del implante. Como sabemos el protocolo convencional nos indica un periodo de cicatrización recomendado de 3 a 6 meses para lograr la osteointegración antes de colocar una prótesis definitiva, pero con esta técnica es posible una provisionalización inmediata.⁴⁰

Gracias al sofisticado sistema CAD/CAM, se escanea la situación inicial del tejido blando y el software planea la forma externa ideal de la corona, tomando en cuenta el perfil de emergencia, contornos gingivales armoniosos e incluso la papila interdental, lo que permite el diseño digital del tamaño y forma de cada componente mediante el uso de mediciones precisas. De esta manera, con los contornos de la prótesis definitiva como referencia, se fabrica un aditamento provisional personalizado que puede ser de un bloque de polimetacrilato y una corona provisional diseñada en infraoclusión.^{33,40} Figura 59.



Figura 59. Corona y abutment provisionales fabricados en CAD/CAM.⁴⁰

Después del uso del aditamento y corona provisionales fabricados en CAD/CAM, los tejidos blandos obtienen un contorno compatible con los contornos deseados para la restauración definitiva (figura 60).



Figura 60. A) Colocación del aditamento provisional CAD/CAM. B) Corona provisional CAD/CAM cementada. C) Evaluación postoperatoria 3 meses después. D) Postoperatorio: cicatrización y contorno del tejido alrededor del implante 4 meses después.

La colocación de una restauración provisional el día de la cirugía de implante nos ofrece ventajas estéticas, psicológicas y funcionales, en comparación con el uso de una prótesis provisional removible. También elimina la segunda etapa de la cirugía, lo que reduce las molestias del paciente y costos por procedimientos adicionales.⁴⁰



Lo más importante es que gracias a esta técnica que hace posible la tecnología CAD/CAM, el tejido blando alrededor de los implantes puede cicatrizar de acuerdo a los contornos de la restauración provisional, los cuales están basados en los contornos deseados y diseñados para la prótesis definitiva.^{40,41}

El protocolo presentado elimina el período separado necesario para la cicatrización y contorneado de los tejidos blandos, porque la cicatrización se produce simultáneamente con el implante.⁴⁰

3.4.4 Estabilidad del margen gingival

En 2014, un estudio comparó la estabilidad del tejido blando entre aditamentos para implantes de zirconia y titanio prefabricados y hechos con tecnología CAD/CAM en áreas anteriores por un período de 2 años.

Se seleccionaron pacientes con ausencia de inflamación gingival o alguna enfermedad de tejidos blandos y con una higiene adecuada. Fueron colocados 72 implantes; 36 pacientes recibieron aditamentos prefabricados y a los otros 36 pacientes se les colocaron aditamentos elaborados con sistema CAD/CAM.

Los pacientes fueron tratados en cuatro grupos:

Grupo 1: Pacientes con aditamentos prefabricados de zirconia.

Grupo 2: Pacientes con aditamentos prefabricados de titanio.

Grupo 3: Pacientes con aditamentos de zirconia fabricados en CAD/CAM.

Grupo 4: Pacientes con aditamentos de titanio fabricados en CAD/CAM.

El sistema CAD/CAM Atlantis® fue el utilizado durante este estudio, donde el escáner detectó los contornos del tejido blando, y de esta manera el aditamento fue diseñado virtualmente y optimizado con los parámetros ideales para ser fresado en bloques de titanio y zirconio (figura 61).

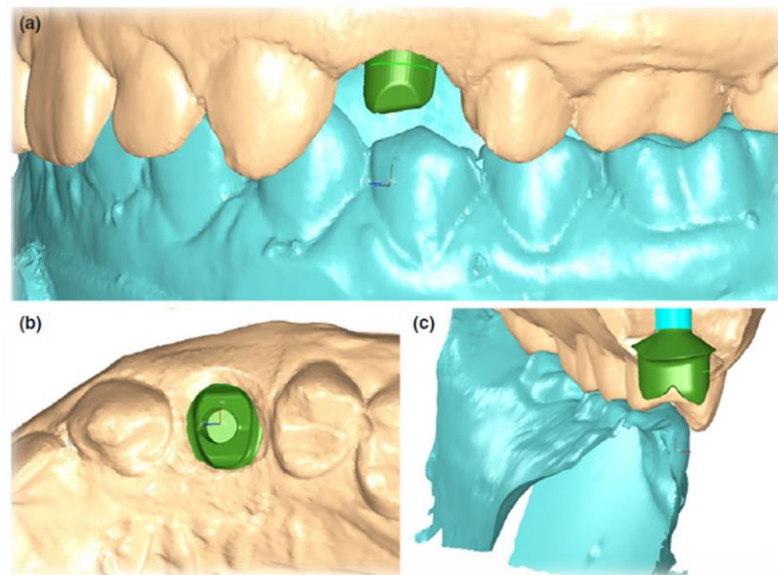


Figura 61. Diseño virtual del aditamento con CAD. a) aspecto frontal, b) vista oclusal, c) vista lateral.

El parámetro analizado fue el margen gingival vestibular al inicio del estudio y después de 1 y 2 años de seguimiento. Para evaluar la modificación del margen gingival se tomaron fotografías digitales a cada paciente al inicio del estudio y al cabo de 1 y 2 años después. Un software de análisis de imagen (Image-J software) fue utilizado para las mediciones de las fotografías y se usó una proyección frontal para evitar distorsiones en las imágenes.



Se eligieron dos parámetros de ajuste sobre un diente adyacente al sitio del tratamiento, para comprobar la reproductibilidad de cada imagen, los cuales fueron:

- a) Línea vertical apico-coronal del punto más apical del margen gingival a la porción más coronal del borde de la corona.
- b) Línea horizontal mesio-distal en la parte más ancha de la corona.

Además, se utilizó una sonda calibrada en el mismo diente para comparar las medidas a y b con el análisis computarizado.

Para medir la modificación del margen gingival de la restauración implanto-soportada, se dibujaron tres líneas en cada fotografía:

- Una línea guía (AL) que une el punto más apical del margen gingival de los dientes adyacentes al sitio del implante.
- Una segunda línea (TL) paralela a la línea AL usada para indicar el punto más apical del margen gingival del diente del tratamiento.
- Y finalmente, una tercera línea (TAL) para medir la distancia entre AL y TL.

La diferencia entre TAL al inicio del estudio y después de 2 años de seguimiento, mide la modificación del margen gingival (figura 62).

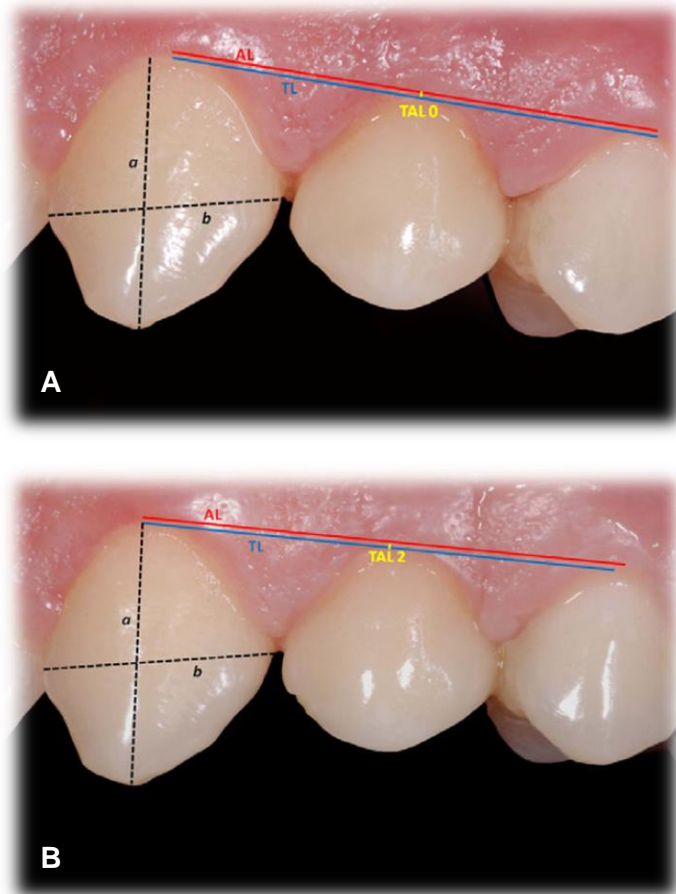


Figura 62. A) Medición del margen gingival al inicio del estudio. AL) línea que une los puntos más apicales del margen gingival de los dientes adyacentes (roja), TL) línea que indica el punto más apical del margen gingival del diente del tratamiento (azul), TAL 0) mide la distancia entre AL y TL (amarillo). B) Medición de la modificación del margen gingival después de 2 años de seguimiento.

En la evaluación clínica de seguimiento se mostró que la recesión del tejido blando para aditamentos de zirconio y titanio prefabricados fue de 0.3 mm para ambos grupos (grupo 1 y 2), para los grupos de zirconia y titanio



CAD/CAM (grupo 3 y 4) la recesión del tejido blando fue de 0.1 y -0.3mm respectivamente.

El valor negativo representa una ganancia de tejido blando en dirección vertical (tabla 3).

Grupo	Recesión de tejido blando
Grupo 1 (aditamentos prefabricados de zirconia)	0.3 mm
Grupo 2 (aditamentos prefabricados de titanio)	0.3 mm
Grupo 3 (aditamentos de zirconia fabricados en CAD/CAM)	0.1 mm
Grupo 4 (aditamentos de titanio fabricados en CAD/CAM)	-0.3 mm

Tabla 3. Resultados de la evaluación clínica de seguimiento.

Este estudio nos demuestra que el uso de aditamentos y restauraciones CAD/CAM se relaciona con una mejor estabilidad de los tejidos blandos comparados con los aditamentos prefabricados.⁴²



3.4.5 Medición de tejidos blandos

Un beneficio más del CAD/CAM es su aplicación como dispositivo (Cerec®, Sirona Dental Systems®) para la medición de tejidos blandos. Sabemos que en la actualidad la estética rosa juega un papel cada vez más importante en el éxito general del tratamiento, y por lo tanto, se tienen que supervisar, cuantificar y monitorear los cambios gingivales durante los tratamientos periodontales, restauradores, protésicos, ortodónticos o de implantología.

El dispositivo captura y digitaliza tridimensionalmente la forma del diente y realiza la cuantificación de dimensiones gingivales en términos de morfología, espesor y volumen del tejido blando adyacente.

Strebel y cols., utilizaron este dispositivo para medir pequeñas cantidades de composite fluido que se añadió a una papila para imitar un cambio de los tejidos blandos. Se tomaron dos impresiones ópticas, una con una fina capa de resina fluida y la segunda sin esta capa. Ambas situaciones fueron superpuestas y el volumen de la capa de resina fluida añadida a la papila fue calculada. Para evaluar la validez de esta técnica, el composite añadido también fue cuantificado por microtomografía computarizada. No se encontraron diferencias cuando se compararon las mediciones de la microtomografía y el dispositivo CAD/CAM.

Con estos estudios podemos observar que los nuevos métodos como la tecnología CAD/CAM están emergiendo para permitir a los profesionales supervisar de forma fiable los tejidos blandos a lo largo del tratamiento.⁴³



CONCLUSIONES

Hoy en día la expectativa de la calidad de vida de los pacientes ha crecido en términos del tratamiento dental y se requiere la disponibilidad de opciones más atractivas en cuanto a materiales y tecnología en producción. Los sistemas CAD/CAM nos permiten no sólo mejorar la calidad de las restauraciones dentales, sino que además, su proceso de fabricación resulta mucho más eficiente.

Con la innovación aportada por la tecnología CAD/CAM se tienen diversas ventajas con respecto a las tecnologías tradicionales en la elaboración de las prótesis fijas. Con la revisión de esta tesina podemos concluir que sus beneficios sobre los tejidos blandos son diversos, los cuales se resumen a continuación:

-Al presentar un margen del tallado sin sobre extensiones nos ofrece como garantía una respuesta favorable del tejido periodontal.

-Las impresiones digitales nos aseguran tener muy poco margen de error al momento de ver invasiones del espacio biológico.

-Es posible escanear intraoralmente la situación de los tejidos blandos con una cámara 3D inmediatamente después de la preparación.

-Al usar generalmente materiales libres de metal, prevenimos reacciones adversas de los tejidos blandos, debido a que los metales son más irritantes a comparación de los materiales libres de metal.



-Las restauraciones provisionales proveen mejores resultados sobre los tejidos blandos desde el punto de vista de los parámetros de los materiales, siendo posible usarlos por un tiempo más prolongado.

-La fabricación de provisionales tan exactos e inmediatos favorece significativamente la creación de contornos gingivales armoniosos, lo que resulta en el éxito de las restauraciones definitivas.

-Los provisionales CAD/CAM al brindarnos contornos, terminaciones y superficies ideales contribuyen a dar forma de los tejidos blandos por debajo de los púnticos de los puentes protésicos.

-El éxito de la cirugía periodontal se puede mejorar significativamente mediante el apoyo del margen gingival durante el periodo de cicatrización en un provisional adecuado, que sirve como una férula para mantener los tejidos gingivales en la posición deseada.

-El uso de aditamentos y restauraciones CAD/CAM contribuye a una mejor estabilidad de los tejidos blandos.

-Permite ser utilizado como dispositivo para la medición de tejidos blandos y supervisar, cuantificar y monitorear los cambios gingivales durante los tratamientos.

Es por ello, que nuestra responsabilidad como profesionales de la salud es conocer y hacer uso de la tecnología y herramientas más innovadoras, para poder brindar la mejor calidad en tratamientos dentales, lo que se traduce en salud, estética y bienestar para nuestros pacientes.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lindhe J, Karring T, Lang NP. Periodontología clínica e Implología odontológica. 4th ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2008.
2. Echeverría García JJ. Periodoncia e Implantología. 1st ed. Barcelona: Océano; 2011.
3. [Online]. [cited 2015 Agosto 24. Available from: <http://oralcorp.com.ec/site/images/enfermedad.jpg>.
4. Clínica Vijande. [Online].; 2014 [cited 2015 Agosto 27. Available from: <http://clinicavijande.com/images/Casos/Muco/Recesion%20gingival/MucoRecesionCaso4D3.jpg>.
5. Carranza FA, Newman MG, Takei HH, Klokkevold PR. Periodontología clínica. 10th ed.: Mc Graw Hill; 2010.
6. Peña A. Andrés Peña Cirujano Maxilofacial. [Online].; 2014 [cited 2015 Septiembre 02. Available from: <http://doctorandrespena.com/wp-content/uploads/2014/05/encia-sana.png>.
7. Dhiman N. Slide Share. [Online].; 2013 [cited 2015 Septiembre 02. Available from: <http://image.slidesharecdn.com/clinicalfeaturesofgingiva-130829094737-phpapp02/95/clinical-features-of-gingiva-14-638.jpg?cb=1377769702>.
8. Alarcón. Clínica periodoncia. [Online].; 2011 [cited 2015 Septiembre 01. Available from: <http://www.clinicaperiodoncia.cl/wp-content/uploads/2011/04/Encia-blog1.gif>.
9. Family and cosmetic dentistry. [Online].; 2010 [cited 2015 Septiembre 01. Available from: <http://www.anicesmile.com/images/gumcare.jpg>.

10. Cate T. issuu. [Online].; 2013 [cited 2015 Septiembre 02. Available from: http://image.issuu.com/130426120153-4109c3df5fa54bbaae1572b8a70d0ee/jpg/page_28_thumb_large.jpg.
11. Munevar C. Slide Share. [Online].; 2015 [cited 2015 Septiembre 02. Available from: <http://image.slidesharecdn.com/biologiadeldesarrolloperiodontalyradicular-121017175425-phpapp02/95/biologia-del-desarrollo-periodontal-y-radicular-12-638.jpg?cb=1350496598>.
12. Duarte CA. Cirugía periodontal preprotésica y estética Sao Paulo: Santos; 2004.
13. Matta Valdivieso E, Alarcon Palacios M, Matta Morales C. Espacio biológico y prótesis fija: Del concepto clásico a la aplicación tecnológica. Rev Estomatol Herediana. 2012; 22(2): p. 116-120.
14. Mallat Desplats E, Mallat Callís E. Fundamentos de la estética bucal en el grupo anterior. Barcelona: Quintessence; 2001.
15. Rossi GH. Atlas de Odontología Restauradora y Periodoncia. 1st ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2004.
16. Lindhe. Scielo. [Online].; 2009 [cited 2015 Septiembre 03. Available from: <http://scielo.isciii.es/img/revistas/maxi/v31n2/81fgs2y3.jpg>.
17. Montagna F, Barbesi M. Cerámicas, Zirconio y CAD/CAM.: Amolca; 2013.
18. Mallat Callís E. Prótesis fija estética. Un enfoque clínico e interdisciplinario. Madrid: Elsevier; 2007.
19. Caparroso Pérez C, Duque Vargas JA. CAD-CAM restorations systems and ceramics: A review. Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. 2010; 22(1): p. 88-108.
20. Macías F. The CAD/CAM technology in dental consultation. Revista de Operatoria Dental y Biomateriales. 2015; IV(1): p. 1-13.
21. Prajapati A, Prajapati A, Mody DR, Choudhary AB. Dentistry Goes Digital: A Cad-Cam Way- A Review Article. IOSR Journal of Dental and Medical Sciences. 2014 August; 13(8): p. 53-59.
22. Ivoclar Vivadent. IPS e.max CAD instrucciones de uso. Clínica. 2009.

23. Solaberrieta E, Minguez R, Barrenetxea L, Etxaniz O, Goikoetxea N, Otegi JR, et al. Integración de la Ingeniería en la Odontología. *Dyna*. 2013 Enero-Febrero; 90(1): p. 1-4.
24. Vilarrubí A, Pebé P, Rodríguez A. Prótesis fija convencional libre de metal: tecnología CAD CAM-Zirconia, descripción de un caso clínico. *Odontostomatología*. 2011 Noviembre; XIII(18): p. 16-28.
25. Fasbinder D. Evaluación del CAD/CAM para la restauración dental. *American Journal of Dentistry*. 2013; 21: p. 115-120.
26. Vivadent I. Ivoclar Vivadent. [Online].; 2015 [cited 2015 Septiembre 17. Available from: <http://www.ivoclarvivadent.es/es-es/virtual-cadbite-registration-3>.
27. Vargas Ramírez de Jurado R. 2015. by Sirona.
28. Ivoclar Vivadent. Ivoclar Vivadent. [Online].; 2008 [cited 2015 Septiembre 24. Available from: <file:///C:/Users/Titi/Downloads/IPS+e-max+ZirCAD.pdf>.
29. Sirona. Sirona. [Online].; 2014 [cited 2015 Septiembre 24. Available from: http://www.sirona.com/ecomaXL/files/CEREC_MC_XL_Foto_2-1.jpg.
30. Torres García R. Docplayer. [Online]. [cited 2015 Septiembre 17. Available from: <http://docplayer.es/111579-Preparacion-escaneado-diseno-y-mecanizado-cad-cam-en-odontologia.html>.
31. Tall M. Michael Tall Dentistry. [Online].; 2015 [cited 2015 Septiembre 24. Available from: http://www.michaeltalldentistry.com/CEREC_tooth_crown/cerec_crown_in-motion_bg.jpg.
32. Alibaba.com. Alibaba. [Online].; 2015 [cited 2015 Octubre 06. Available from: <http://g02.s.alicdn.com/kf/HTB1YkuwHFXXXAgXpXXq6xXFXXX2/Ti-Cad-Cam-Blocks.jpg>.
33. Kurbad A. CAD/CAM-based Polymer Provisionals as Treatment Adjuncts. *International Journal of Computerized Dentistry*. 2013; 16: p. 327-346.
34. Beuer F, Edelhoff D, Sorensen JA. Reconstruction of Esthetics with a Digital Approach. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. 2011; 31(2): p. 184-193.

35. Kattadiyil MT, Mursic Z, AlRumaih H, Goodacre CJ. Intraoral scanning of hard and soft tissues for partial removable dental prosthesis fabrication. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2014 Septiembre; 112(3).
36. Aschheim KW, Dale BG. *Odontología estética. Una aproximación clínica a las técnicas y los materiales*. 2nd ed. Madrid: Elsevier Science; 2002.
37. Comlekoglu M, Dundar M, Özcan M, Gungor M, Gokce B, Artunc C. Influence of cervical finish line type on the marginal adaptation of zirconia ceramic crowns. *Operative Dentistry*. 2009; 34(5): p. 586-592.
38. Fernández Bodereau E, Bessone L, Cabanillas G. Aesthetic all-ceramic restorations. Cercon System. *Avances en Odontoestomatología*. 2011; 27(5): p. 231-240.
39. Romeo E, Iorio M, Storelli S, Camandona M, Abati S. Marginal adaptation of full-coverage CAD/CAM restorations: in vitro study using a non-destructive method. *Minerva Stomatologica*. 2009 Marzo; 58(3): p. 61-72.
40. Proussaefs P. Immediate provisionalization with a CAD/CAM interim abutment and crown: A guided soft tissue healing technique. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2015 Febrero; 113(2): p. 91-95.
41. Proussaefs P. Use of CAD/CAM healing abutment immediately after dental implant placement for the non-esthetic zone. A guided soft tissue healing technique. *Journal of Oral Implantology*. .
42. Lops D, Bressan E, Parpaiola A, Sbricoli L, Cecchinato D, Romeo E. Soft tissues stability of cad-cam and stock abutments in anterior regions: 2-year prospective multicentric cohort study. *Clinical Oral Implants Research*. 2014; 10.1111: p. 1-7.
43. Ronay V, Sahrman P, Bindl A, Attin T, Schmidlin PR. Current Status and perspectives of mucogingival soft tissue measurement methods. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2011; 23(3): p. 146-156.