



**Universidad
Europea** VALENCIA

Grado en ODONTOLOGÍA

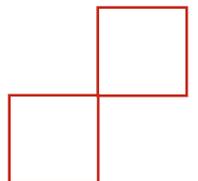
Trabajo Fin de Grado

Curso 2023-24

***“Adaptación Marginal e Interna de Endocoronas
Realizadas Mediante Flujo Digital:
Un Trabajo Piloto In-Vitro.”***

Presentado por: Emanuele Scrinzi

Tutor: Nicolas Collado Castellanos



AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente el Profesor Nicolas Collado Castellanos por su dedicación y paciencia mientras me guiaba en el desarrollo de mi investigación, por su profesionalidad y pasión a la endodoncia que me transmitió durante el trabajo.

A mia mamma, semplicemente per essere mia mamma, per avermi sempre sostenuto in ogni mia scelta, avermi aiutato ogni volta mi fossi abbattuto, ogni volta mi fossi perso. Per avermi insegnato ad allacciare le scarpe, per avermi guidato e amato, per avermi insegnato a vivere la vita.

A mia sorella, perché è il dono più bello che ci sia, per essere così piccola ma così forte, per l'amore che mi lega a lei, per non avermi mai fatto sentire solo, per farmi sapere che è sempre presente.

A mia zia e Fabrizio, per esserci stati, per il vostro affetto, per essere famiglia.

A Zanna, Fillo e Diego, per essere miei fratelli per scelta, per le esperienze e i viaggi fatti insieme, per essere sempre stati con me, anche a migliaia di chilometri di distanza, per l'Amicizia.

A Saba, per essere stata la miglior coinquilina che si potesse desiderare, per avermi aiutato durante questi anni, per i litigi che abbiamo avuto, per la seconda sorella che poi è diventata.

Ad Ale, per aver portato confusione e spensieratezza in casa, per la sua bontà, per le chiacchierate di notte, per essere diventato il mio fratellino minore.

Ringrazio Pippo, per essere un vero amico, per avermi sempre accolto, per i suoi consigli e per la sua spalla su cui contare sempre.

Ai vicini di casa Ciro, Martino e Jack, per portare allegria durante le giornate, le risate fatte assieme e l'amicizia che ci lega.

To Jwan, for opening my heart and bringing love, for always listening and helping me, for being so close to me, and me so close to her.

Agli amici di Valencia; Vitto, Ari, Rick, Giz, Andre, Chiara, Robi, e tutti coloro che hanno contribuito alle risate e le feste, per aver reso speciali e indimenticabili questi anni.

Ai miei amici e familiari in Italia, che non vedo l'ora di abbracciare.

A te, papà, per avermi dato questa possibilità, per i valori che mi hai trasmesso, l'educazione, il rispetto, la prudenza e la generosità. Per essere stato un padre e un uomo così giusto, buono e paziente. Per avermi insegnato che l'essenziale è invisibile agli occhi. Ti sono eternamente grato.

“Che tu possa avere il vento in poppa, che il sole ti risplenda in viso e che il vento del destino ti porti in alto a danzare con le stelle.”

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. PALABRAS CLAVES:.....	3
4. INTRODUCCIÓN.....	4
4.1 La endodoncia.....	4
4.2 Restauraciones sobre dientes endodonciados.....	6
4.3 Las endocoronas.....	7
4.4 El flujo digital.....	8
4.5 El funcionamiento de los escáneres intraorales.....	9
4.6 El sistema CAD-CAM.....	10
4.7 Las fresadoras.....	10
5. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS.....	12
5.1 Justificación.....	12
5.2 Hipótesis.....	13
6. OBJETIVOS.....	14
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
7.1 Materiales.....	15
7.1.1 Diseño del estudio.....	15
7.1.2 Selección de la muestra.....	15
7.1.3 Tamaño muestral.....	16
7.1.4 Materiales empleados.....	17
7.2 Métodos.....	19
7.2.1 Descripción del procedimiento.....	19
7.2.2 Recogida de datos.....	25
7.2.3 Análisis descriptivo de los datos.....	25
7.2.4 Análisis estadístico de los datos.....	25
8. RESULTADOS.....	26
9. DISCUSIÓN.....	31
9.1 Evaluación microscópica del ajuste vertical marginal e interno.....	32
9.2 Evaluación visual clínica del ajuste horizontal.....	33
9.3 Limitaciones.....	34
10. CONCLUSIONES.....	36
11. BIBLIOGRAFÍA.....	37
12. ANEXOS.....	42

1. RESUMEN

Introducción : La endodoncia ha avanzado significativamente con limas rotatorias de Ni-Ti, microscopios y medicamentos intraconducto, mejorando la eliminación del biofilm bacteriano. El éxito depende de la experiencia del operador y el estado del diente. Las endocoronas, introducidas en 1995, son una alternativa resistente fabricada con tecnología CAD-CAM. El flujo digital en odontología, con escáneres intraorales, software de diseño y fresadoras de 4 y 5 ejes, mejora la precisión y comodidad del tratamiento.

Material y método : Este estudio in vitro, descriptivo y analítico, evaluó la adaptación de restauraciones endocoronas en 10 molares extraídos utilizando tecnología CAD-CAM. Los dientes, preparados por estudiantes de quinto año de odontología, fueron escaneados con Primescan y diseñados utilizando el software CEREC. Las restauraciones fueron fresadas con Primemill, pulidas y glaseadas. La adaptación se evaluó mediante una técnica de réplica de silicona y un microscopio digital Leica. Se recolectaron datos sobre adaptaciones marginales, internas y horizontales, midiendo discrepancias en puntos específicos y analizando los resultados con Microsoft Excel y ANOVA para determinar la significancia estadística.

Resultados : Las mediciones de ajuste de las restauraciones mostraron una media de 134.43 μm para el ajuste vertical marginal, con el valor más alto de 653.4 μm y el más bajo de 7.3 μm . El ajuste vertical interno presentó una media de 176.59 μm , con un desajuste máximo de 474.9 μm y un mínimo de 59.3 μm . La inspección visual del ajuste horizontal indicó un predominio del "desajuste horizontal" en las muestras analizadas.

Conclusión : La adaptación de endocoronas con flujo Chairside fue variable. La media de adaptación marginal fue de 134.43 μm y de 176.59 μm para la adaptación interna sugiriendo que, las variaciones pueden afectar la calidad final. La evaluación visual destacó "desajustes horizontales", señalando la necesidad de mejoras para prevenir microfiltraciones y fallos a largo plazo.

2. ABSTRACT

Background: Endodontics has significantly advanced with Ni-Ti rotary files, microscopes, and intracanal medications, improving bacterial biofilm elimination. Success depends on the operator's experience and the tooth's condition. Endocrowns, introduced in 1995, are a fracture-resistant alternative made with CAD-CAM technology. Digital dentistry, including intraoral scanners, design software, and 4- and 5-axis milling machines, enhances treatment precision and comfort.

Materials and methods: This in vitro, descriptive, and analytical study evaluated the adaptation of endocrown restorations on 10 extracted molars using CAD-CAM technology. The teeth, prepared by fifth-year dental students, were scanned with Primescan and designed using CEREC software. The restorations were milled with Primemill, polished, and glazed. Adaptation was assessed using a silicone replica technique and a Leica digital microscope. Data on marginal, internal, and horizontal adaptations were collected, measuring discrepancies at specific points and analyzing the results with Microsoft Excel and ANOVA to determine statistical significance.

Results: The measurements of restoration fit showed an average of 134.43 μm for vertical marginal adaptation, with the highest value being 653.4 μm and the lowest 7.3 μm . Internal vertical adaptation had an average of 176.59 μm , with a maximum discrepancy of 474.9 μm and a minimum of 59.3 μm . Visual inspection of horizontal adaptation indicated a predominance of "horizontal mismatch" in the samples analyzed.

Conclusion: The adaptation of endocrowns with Chairside flow was variable. The average marginal adaptation was 134.43 μm , and 176.59 μm for the internal adaptation, suggesting that variations can affect the final quality. Visual evaluation highlighted "horizontal misfits," indicating the need for improvements to prevent microleakage and long-term failures.

3. PALABRAS CLAVES:

- I. Endocoronas
- II. Flujo digital
- III. CAD-CAM
- IV. CEREC
- V. Chairside
- VI. Adaptación marginal
- VII. Adaptación interna
- VIII. Adaptación horizontal
- IX. Ajuste
- X. Endodoncia
- XI. Restauración
- XII. Escáner intraoral

ABREVIATURAS:

- I. CAD: computer aided design
- II. CAM: computer aided manufacturing
- III. MIH: hipomineralización inciso-molar
- IV. CEREC: ceramic reconstruction
- V. UAC: unión amelo cementaria
- VI. V-L: vestíbulo-lingual
- VII. M-D: mesio-distal
- VIII. STL: stereolitográficos
- IX. RT: replica technique
- X. Vb: vestibular
- XI. Pt: palatino
- XII. Lg: lingual
- XIII. Ms: mesial
- XIV. Dt: distal

4. INTRODUCCIÓN

4.1 La endodoncia

El tratamiento endodóntico es una intervención clínica odontológica que se lleva a cabo en la consulta clínica diariamente. En los últimos 20 años esta disciplina ha sufrido varios cambios: el constante aumento del uso de limas rotatorias en Ni-Ti, el uso de magnificación con microscopios operativos, y los medicamentos intraconducto. Además, el número de citas para el tratamiento ha sufrido variaciones en los años (1).

El proceso de endodoncia, también llamado tratamiento de conductos tiene como objetivo la remoción de la capa de biofilm bacteriano que coloniza la superficie interna del conducto radicular de un diente necrótico mediante instrumentación mecánica (manual o rotatoria) junto a irrigación con soluciones químicas (2). Todavía hay que tener cuidado con preparaciones de conductos más amplias y con soluciones químicas más agresivas por el riesgo elevado de debilitar la dentina y comprometer la supervivencia del diente a largo plazo (3).

El tratamiento de conductos en dientes vitales es necesario cuando la pulpa dental es inflamada o infectada. Esta situación es causada por varias condiciones, de las cuales la más frecuente es ciertamente la presencia de una caries profunda. Cuando se produce este escenario, la cura conservativa para evitar extracciones dentales es el tratamiento endodóntico. Este consiste en la remoción de la pulpa dental inflamada e infectada para sustituirla obturando el canal con un material natural similar a la goma: la gutapercha, junto al cemento dental, utilizado como sellador para evitar microfiltraciones bacterianas (4).

El diente endodonciado tendrá características fisiológicas diferentes respecto a un diente vital. En primer lugar, el diente se quedará no vital y más sujeto a fracturas. Además, el diente puede sufrir un cambio de color debido al tratamiento del conducto y a su obturación. La tasa de éxito y de supervivencia de dientes endodonciados es positiva, con datos estadísticos que toman en consideración los años desde el fin del tratamiento. Se observaron tasas de

supervivencia a los 2-3 años del 86.4%, a los 4-5 años del 93.3% y a los 8-10 años una tasa del 86.7% (2).

En igual modo, la tasa de síntomas y molestias postoperatorias tiene resultados positivos con una ausencia general de discomfort (5,6).

El pronóstico del tratamiento endodóntico es, entre otros factores, influenciado por características generales y preoperativas (experiencia del operador, género y salud del paciente, posición y tipo de diente, estado pulpar y periapical, ...), intraoperativas (extensión apical de la obturación, calidad de la obturación de conductos) y postoperativas (tipo de restauración coronal, número de contactos proximales) (2,7).

Factores clave para el éxito y pronóstico de la desvitalización dentaria son: la cantidad de estructura dental remanente y la presencia de microfracturas previas al primer tratamiento; el tiempo dentro de cuándo se va a restaurar de manera definitiva el diente, y el tipo de restauración coronal. Solo se tratarán los dientes restaurables y, preferiblemente, se restaurarán dentro de 90 días desde el tratamiento con el fin de alcanzar mejores resultados en términos de supervivencia del diente. En cuanto a la restauración coronal, se demostró que, dependiendo de su tipología, la supervivencia del diente podía variar. Por ejemplo, la supervivencia a los 10 años es mayor en dientes coronados (81%) respecto a los dientes restaurados de manera directa con composite, amalgama, o cementos (63%). Otras fuentes analizan que los dientes restaurados con postes prefabricados tienen mayores posibilidades de supervivencia frente a los restaurados con postes y muñones colados. Mientras, restauraciones poste-retenidas tienen una tasa de supervivencia ligeramente menor en comparación a las no poste-retenidas. Además, dientes coronados singularmente tienen mejor pronóstico, comparados a los empleados como pilares en puentes o dentaduras (2).

4.2 Restauraciones sobre dientes endodonciados

Uno de los mayores desafíos de la odontología restaurativa en dientes endodonciados es la reconstrucción coronal. La ausencia de la pulpa dental y de estructura coronal conlleva a una menor elasticidad y a una mayor rigidez del tejido dental, haciendo el diente más susceptible a fracturas. Por esto, una adecuada restauración coronal es necesaria para devolver la función del diente, la estética y, sobre todo, prevenir microfiltraciones bacterianas, alargando la supervivencia del diente endodonciado. Uno de los factores de importancia a la hora de evitar microfiltraciones es seguramente el ajuste de la restauración sobre el diente (8,9).

El recubrimiento coronal de dientes endodonciados es fundamental para su éxito y la supervivencia del diente a largo plazo (10), y un buen sellado coronal puede aumentar la tasa de éxito desde un 44% hasta un 91% (11,12).

A demostración de la importancia de estos factores se encontraron datos que establecen que la tasa de supervivencia a los 5 años de dientes restaurados con una corona completa era del 97% y, del 95% a los 10 años. Mientras, la tasa de supervivencia de dientes restaurados con corona de composite y obturación de composite fue del 57% y 37% respectivamente (13).

En odontología hay diferentes soluciones de restauración coronal. Estas pueden ser directas o indirectas. Las restauraciones directas consisten en obturaciones colocadas en la boca del paciente en una sola cita. Mientras, las restauraciones indirectas son las que se realizan fuera de la boca del paciente y fabricadas por el técnico en laboratorio o por el dentista, mediante la tecnología CAD-CAM, durante más visitas. Como mencionado anteriormente, se observó que las restauraciones indirectas tienen mejores resultados y más éxito de supervivencia comparadas con las restauraciones directas. Entre las restauraciones directas encontramos las de composite con tasa de supervivencia del 65,9%, y las de composite con recubrimiento cuspídeo con tasa de 56,3%. En cambio, se constata que la tasa de supervivencia de las restauraciones indirectas es del 93.3% y del 100% para coronas ceramo-metálicas y coronas de oro con o sin poste, respectivamente. En general, las restauraciones

comúnmente más empleadas son las coronas de diferentes materiales como: cerámica, circonio, ceramo-metalica, metal, resina (14).

4.3 Las endocoronas

En el 1995 Pissis y cols. introdujeron un nuevo tipo de restauración y en el 1999 Bindl and Mormann lo nombraron con el nuevo término “endocrown” (15).

Con este término se define una restauración coronal alternativa a la tradicional restauración con poste o a la corona tradicional. Una endocorona es una restauración monolítica que se extiende en la cámara pulpar para obtener retención y utiliza su grande superficie para obtener un óptimo nivel de adhesión con la estructura del diente (16).

Algunas de las ventajas de las endocoronas son una mínima preparación del diente, una mayor resistencia a la fractura en comparación a las restauraciones con poste-muñón, una adhesión optima y una mayor simplicidad de realización con flujo digital respecto a la fabricación de restauraciones mediante método tradicional (8,15,17). Gracias a sus propiedades, sus ventajas y su sencillez de fabricación mediante flujo digital CAD-CAM (computer aided design – computer aided manufacturing), las endocoronas se están empleando siempre más como solución restaurativa para reconstruir dientes endodonciados. Las restauraciones endocoronas son especialmente indicadas en casos de molares con raíces cortas, frágiles, obliteradas, o dilaceradas donde no es posible colocar un poste para la retención de la restauración y la posterior corona. Son también indicadas en situaciones de gran destrucción coronal o en casos de poco espacio interoclusal (18). Entre los materiales empleados en la fabricación de endocoronas podemos encontrar: cerámicas de silicato de litio reforzada con circonio, compuestos de fibras, cerámicas de silicato de litio y nano cerámicas híbridas (15).

4.4 El flujo digital

Las endocoronas son fabricadas principalmente mediante flujo digital, que comprende un escáner digital intraoral utilizado para tomar impresiones digitales, un software para la elaboración y digitalización de las imágenes obtenidas, y una fresadora o impresora 3D para la realización material de las restauraciones. Este conjunto de tecnologías y evolución de técnicas permite obtener numerosas ventajas sobre la realización de restauraciones con método tradicional en laboratorio. Algunas de estas son: menor incomodidad del paciente, menor tiempo de tratamiento, procedimientos simplificados para el profesional, mejor comunicación con el técnico y los pacientes y mayor estandarización en el proceso de realización (19,20). Gracias a esto, la sesión clínica se hace más agradable por el paciente, favoreciendo su versatilidad.

La tecnología digital, y con esta las restauraciones endocoronas, se están empleando siempre más también en la restauración de molares endodonciados en niños, teniendo numerosas ventajas sobre las coronas metálicas que tradicionalmente se utilizan en las restauraciones de dientes previamente tratados en niños. Las mejores características incluyen: una menor preparación del diente con menor pérdida de material, una mayor estética, y la ventaja de no tener que ser substituida después de la adolescencia (9).

Además, los escáneres intraorales son más aceptados por los pacientes respecto a la técnica de toma de impresiones convencional que provoca más incomodidades y reflejo nauseoso (21,22).

Se ha demostrado el empleo de los escáneres intraorales también en la reconstrucción de molares en niños afectados da MIH (hipomineralización incisivo-molar). Los niños afectados por esta patología son especialmente complicados para tratar, debido a la dificultad en la obtención de analgesia, a la mayor sensibilidad dental, el mayor desarrollo de caries, la continua caída de las reconstrucciones y la dificultad en el manejo del paciente. Durante estas sesiones clínicas, estos aparatos pueden ser instrumentos útiles y de ayuda en la consulta diaria haciendo la sesión más corta y agradable (23).

4.5 El funcionamiento de los escáneres intraorales

La captura de las imágenes para tomar impresiones se realiza de forma similar a otros escáneres 3D, proyectando una surgente de luz sobre el objeto a escanear. Las imágenes obtenidas de los tejidos blandos y duros de las arcadas dentarias son procesadas mediante un software que genera diferentes puntos. Estos puntos serán triangulados gracias al mismo software y una imagen del modelo 3D será creada, ofreciendo una alternativa virtual a los tradicionales modelos de escayola (19). Los modelos digitales tienen varias ventajas sobre los tradicionales, como: visualización en tiempo real, sencillez de reproducción, captura selectiva de las áreas de interés, no desgaste del modelo, etc. (21,24). El empleo de los escáneres intraorales no solo es relevante para la toma de impresiones y realización de restauraciones tramite sistema CAD-CAM, sino también como método de diagnóstico, realización de prótesis y como ayuda en la comunicación con el paciente (19).

Por otro lado, tenemos algunas limitaciones en cuanto a su utilizo siendo un coste añadido para la clínica dental y su dificultad en la detección de líneas marginales profundas en dientes tallados (19). La exactitud del escáner es influenciada por la ruta de escaneo y de la amplitud del aérea a escanear: cuanto más amplia es el área, menor es la exactitud del dispositivo. Otro factor influente es la condición de luz presente en el ambiente, en la cavidad oral y la luz emitida por el escáner en sí mismo. Estos dispositivos han logrado altos niveles de precisión y fiabilidad, pero siguen siendo en continua evolución. Efectivamente, se están comercializando nuevos modelos de escáneres y nuevas actualizaciones de software que pretenden aumentar el rendimiento general y la capacidad de adquisición de imagen siempre más fiable, estable y rápida (25).

4.6 El sistema CAD-CAM

Los primeros sistemas CAD-CAM fueron desarrollados en el 1950 por el ejército militar aéreo americano para la fabricación de aviones y automóviles. Después de 30 años se empleó también en odontología, teniendo como objetivo primario completar una restauración definitiva en una sesión clínica (26).

El proceso de fabricación de las restauraciones implica el escaneo del diente, el diseño de la restauración y el fresado de esta última. El sistema CAD-CAM puede ser de dos tipologías: chairside, en el cual los procesos de escaneo, de diseño y fresado se llevan a cabo en la consulta; y semichairside, donde solamente el proceso de escaneo se lleva a cabo en la consulta, mientras la restauración se completa en el laboratorio dental (26).

Entre los varios materiales disponibles para realizar restauraciones mediante este procedimiento encontramos metales, resinas, ceras, cerámicas de infiltración, de silicatos, y de óxidos. Entre estos, las cerámicas representan el material más estudiado y utilizado por su estética, baja conductividad térmica, y biocompatibilidad (14,27).

El proceso de CAD-CAM chairside cuenta con ventajas como la comodidad, la practicidad, la reducción de las sesiones clínicas y la reducción de la dependencia de los protésicos dentales (28). Todavía, la ventaja principal es la posibilidad de visualizar y analizar las impresiones digitales en tiempo real, con la posibilidad de corregir inmediatamente los errores que pueden surgir durante el escaneo. Por esto, nos ayudan algunos softwares específicos que tienen la capacidad de relevar imperfecciones en la preparación de los dientes como márgenes no definidos, ángulos agudos, superficies rugosas, etc. (26).

4.7 Las fresadoras

Las fresadoras representan “el paso final” del proceso fabricación mediante flujo digital, en el cual la realización material de la restauración se lleva a cabo.

En el 1983 la primera restauración fue fresada y fue presentada a la “French Dental Association” en el 1985. Hoy no hay límites virtuales en cuanto a las reconstrucciones dentales que se puedan realizar mediante el sistema CAD-CAM y las fresadoras: desde una incrustación hasta una corona, desde una carilla hasta una prótesis fija o removible para pacientes parcial o totalmente edéntulos (26).

Muchas fresadoras se han introducido en el mercado, de diferentes dimensiones, con diferentes funciones y tipologías. Una de las características más importantes de las maquinas es el número de ejes sobre los cuales la fresadora trabaja. Actualmente podemos encontrar de 4, 5 o más ejes. Las que trabajan sobre 4 ejes son más compactas e indicadas en consultas dentales; tienen la fresa para el fresado que se mueve en 3 ejes, x, y, z, mientras el bloque de material puede rotar en 1 eje adicional (son también llamadas “fresadoras 3+1”) (29). Las maquinas que trabajan sobre 5 o más ejes tienen dimensiones más grandes y serán indicadas en centros de fresado o laboratorios dentales. Estas logran grandes niveles de precisión y eficiencia gracias a su posibilidad de hacer rotar el bloque de material en más ejes (26,29,30). Las fresadoras más compactas pueden acomodar bloques de material hasta 20mm, 40mm, y 85mm; mientras las fresadoras con 5 ejes son capaces de acomodar discos con diámetro de 98.5mm y con espesor hasta 30mm(29).

Los factores que influyen la calidad del fresado en términos de precisión y eficiencia temporal son el número de ejes y husillos, la dimensión y grado de agresividad de la fresa, la velocidad del fresado y el material (29).

Otra característica que podemos encontrar en las fresadoras es la modalidad de fresado: en húmedo, o seco. Esto es muy importante a la hora de elegir una fresadora, dependiendo de que material se va a utilizar para la realización de reconstrucciones. Las cerámicas a base de sílice son típicamente fresadas en húmedo, mientras otros materiales como los composites y circonio son fresados en ambiente seco (29).

5. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS

5.1 Justificación

La endodoncia está abrazando siempre más las nuevas tecnologías y técnicas operativas y con estas, la odontología protésica y restaurativa también. Uno de los factores más importantes relacionados con estas disciplinas es el ajuste marginal y la obtención del mejor sellado posible entre material y diente para evitar microfiltraciones.

Hay estudios que analizan y comparan el ajuste marginal de las restauraciones y la diferencia entre los materiales que se pueden utilizar durante el proceso CAD-CAM de flujo digital.

Por ese motivo se plantea la realización de un estudio experimental in vitro, para valorar y comparar la precisión alcanzada con el escáner intraoral en cuanto a ajuste vertical marginal e interno y horizontal a la hora de fabricar endocoronas mediante flujo digital.

Este trabajo nos permite de alcanzar 3 objetivos de desarrollo sostenible (ODS): el tercero “Salud y Bienestar”, el nono “Industria, Innovación, Infraestructura”, y el duodécimo “Producción y Consumo Responsable”.

- Salud y bienestar: en relación con el mantenimiento dental y al intentar de evitar extracciones en dientes dañados. Con objetivo de devolver estética y función al diente. Demostrando también la eficacia y la utilidad de estos tratamientos innovativos en diferentes áreas de trabajo.
- Consumo/producción sostenible: relacionando el trabajo con el tema de los transportes y del utilizo de materiales sostenibles, intentando de reducir gastos de transportación de restauraciones y utilizo de máquinas contaminantes.
- Innovación y tecnología: respecto a la búsqueda de nuevas tecnologías compatibles con nuestro trabajo, en cuanto a eficiencia,

eficacia, durabilidad, profesionalidad y precisión. Intentando de buscar el mejor resultado posible a través de investigaciones y desarrollo de nuevas tecnologías y materiales.

5.2 Hipótesis

Se plantea la siguiente hipótesis:

- 1) La hipótesis nula (a), es que a través del sistema CAD-CAM se pueda lograr un ajuste vertical marginal e interno óptimo, entre 50 y 100 μm .

6. OBJETIVOS

Objetivo principal

Evaluar la adaptación vertical marginal e interna de endocoronas realizadas mediante sistema CEREC chairside por un estudiante de 5º de odontología.

Objetivo secundario

Evaluar la adaptación horizontal de endocoronas realizadas mediante sistema CEREC chairside

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Materiales

7.1.1 Diseño del estudio

El diseño del estudio fue de tipo experimental *in vitro*, descriptivo y analítico. El estudio fue llevado a cabo en la Clínica Universitaria Odontológica de la Universidad Europea de Valencia, en la ciudad de Valencia (Valencia, España).

Fue un estudio completamente digital CAD-CAM. Se realizó por un operador, estudiante de 5 año de odontología.

Este estudio experimental cuenta con la aprobación de La Comisión de Investigación de la Escuela de Doctorado e Investigación de la Universidad Europea de Valencia, aprobado el día 30 de enero 2024 en Villaviciosa de Odón, Madrid, España con el código CI: 2024-477.

La redacción del trabajo se ha realizado teniendo en cuenta la guía STROBE (<https://www.strobe-statement.org/checklists/>).

Las variables del estudio son:

- El escáner utilizado para obtener los modelos virtuales, Primescan.
- El software de diseño, CEREC

Las variables para medir son: la adaptación marginal de las restauraciones, la adaptación interna y horizontal.

7.1.2 Selección de la muestra

Se seleccionaron 10 dientes molares superiores o inferiores extraídos en la clínica universitaria y en clínicas privadas idóneos para el estudio. Para los dientes extraídos en la clínica universitaria, se proporcionó un consentimiento informado explicativo del trabajo a los pacientes. Todos dieron el consentimiento a la recogida de los molares para el estudio (Anexo I).

7.1.3 Tamaño muestral

Operadores:

- 1 operador, estudiante de quinto curso de odontología, sin experiencia en endodoncia y en fabricaciones de restauraciones tramite sistema CAD-CAM
- 1 operador externo al estudio, estudiante de quinto curso de odontología, sin experiencia en endodoncia y en fabricaciones de restauraciones tramite sistema CAD-CAM

Se dividieron los 10 dientes en 1 grupo:

H1 (n=10): escáner digital intraoral Primescan, Dentsply Sirona

7.1.3.1 Criterios de inclusión y exclusión

Fueron incluidos dientes molares superiores e inferiores plenamente desarrollados, se incluyeron dientes sanos, restaurados y careados sin destrucción cuspídea restaurables. Se excluyeron molares con malformaciones radiculares, sin desarrollo radicular completo, con fracturas radiculares y dientes no restaurables.

7.1.4 Materiales empleados

Tabla 1 Materiales

MATERIAL	NOMBRE DEL PRODUCTO	COMPOSICION	FABRICANTE
Ácido fosfórico	Gel acido grabador	Ácido ortofosfórico 37%	bestdent
Composite flow	Ionoseal	Bis-GMA, diuretanodimetacrilato, BHT y polvo de ionomero de vidrio	VOCO
Adhesivo	Scotchbond universal L-Pop	Copolímero vitrebond, monómero MDP, silano, etanol-agua	3M Scotchbond
Composite bulk fill	Bulk fill universal	Composite nano hibrido de resina	Proclinic expert
Yeso dental rosa	Yeso especial para modelos tipo IV	Sulfato de calcio hemihidrato	bestdent
Cerámica	CEREC Tessera	Disilicato de litio reforzado con virgilita	Dentsply Sirona
Silicona light	Turboflex Light	Silicona de vinilo polisiloxano	R&S
Silicona puitty	VPS hydro puitty	Vinilo polisiloxano masilla	Henry Schein

Tabla 2 Instrumentos

INSTRUMENTOS	NOMBRE DEL PRODUCTO	FABRICANTE
Lampara fotopolimerizable	iLed	DTE
Escáner intraoral	Primescan	Dentsply Sirona
Fresadora	Primemill	Dentsply Sirona
Fresa	Cerec Primemill Diamond Bur 1.4 CS – CAD-CAM bur	Dentsply Sirona
Fresa	Cerec Primemill Diamond Bur 1.2 CS – CAD-CAM bur	Dentsply Sirona
Microscopio digital	Leica DMS 1000	Leica

Para la desinfección se utilizó una solución hipoclorito sódico de uso doméstico al 5.25% diluido de 1:10 en la cual fueron sumergidos los molares durante una semana a temperatura ambiente.

Durante los diferentes períodos de prueba los dientes se guardaron en agua destilada para prevenir el resecado de estos.

7.2 Métodos

7.2.1 Descripción del procedimiento

Montaje de los dientes

Cada diente se fijó en posición vertical en un bloque de yeso dental tipo IV de color rosa. Se simuló el nivel biológico del hueso alveolar encajando el diente en yeso hasta 2mm por debajo de la UAC. Los 10 dientes fueron encajados en zocaladores de goma para modelos de yeso.

Preparación de los dientes

La preparación del diente se alcanzó creando una cavidad oclusal estandarizada para todos los molares. El proceso incluyó: el tallado oclusal cuspidado del diente de 2mm con una fresa de chaflan aplanado (ref. 6881.314.012 Komet). La creación de la caja central de 4mm de profundidad por 4 mm de anchura en sentido V-L y 6mm en sentido M-D se realizó con una fresa troncocónica (ref. 845KR 025 Komet).

Las cavidades de acceso y el suelo de la caja central fueron cubiertos con una capa fina de composite de resina tipo "flow" (ionoseal, VOCO) y foto polimerizado con lampara LED (iLed, DTE) durante 40" para sellar las entradas de los conductos radiculares, en los casos requeridos. Antes del composite flow se trató la superficie dental con ácido orto fosfórico al 37% durante 20", sucesivamente lavado y secado. Se añadió una capa fina de adhesivo dental universal (Scotchbond universal L-Pop, 3M Scotchbond) en el suelo de la caja, se sopló delicadamente aire, y se foto-polimerizó con lampara LED (iLed, DTE) durante 20s según las directrices del fabricante.

Los ángulos internos fueron redondeados con una fresa de diamante fino (ref. 8881.314.012 Komet), y las paredes axiales de la caja central fueron creadas con una inclinación divergente de 6-9 grados. La preparación se realizó siempre manteniendo un espesor mínimo de las paredes del diente de $2\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$. Para comprobar el tamaño y la profundidad de la cavidad se utilizó una

sonda periodontal milimetrada. Posteriormente se pulieron los dientes con fresa de aro rojo (ref. 8845KR Komet).

Finalmente se verificaron las medidas con una sonda periodontal milimetrada.

Escaneo de los dientes

A cada diente preparado se le otorgó un número según el grupo, H1-1, H1-2, etc., para poder identificarlos.

Se tomaron impresiones digitales de los dientes con el escáner intraoral Primescan, Dentsply Sirona. Los dientes se mantuvieron en posición y se escanearon según el protocolo indicado por la casa comercial responsable de dicho escáner.



Ilustración 1

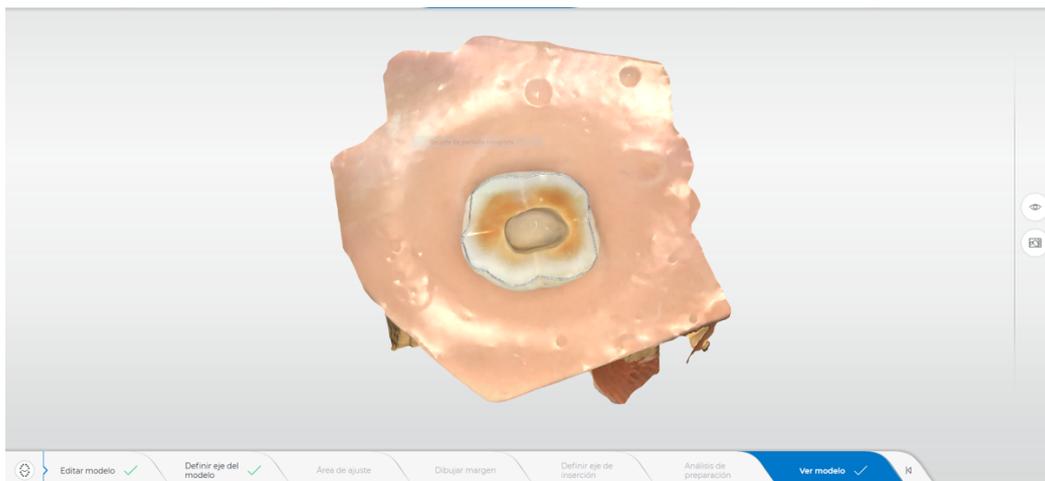


Ilustración 2

*Ilustración 1*

Realización de las endocoronas.

Las imágenes obtenidas se enviaron al ordenador y fueron elaboradas con el software CEREC SW 5.2.4, Dentsply Sirona. Se procedió con la fase de modelo definiendo el eje del diente, el área de ajuste, y el dibujo de la línea de terminación. Sucesivamente se pasó a la fase de diseño insertando os parámetros de restauración: “Biogeneric individual” con tipo de restauración Inlay/Onlay con parámetros preestablecidos (se efectuaron modificaciones en los siguientes parámetros: “espaciador” 90 μ m, en lugar del valor sugerido del programa de 120 μ m y “ángulo de rampa de margen” 65°). El material seleccionado para la confección de las endocoronas fue CEREC Tessera (Dentsply Sirona).

*Ilustración 4*



Ilustración 5

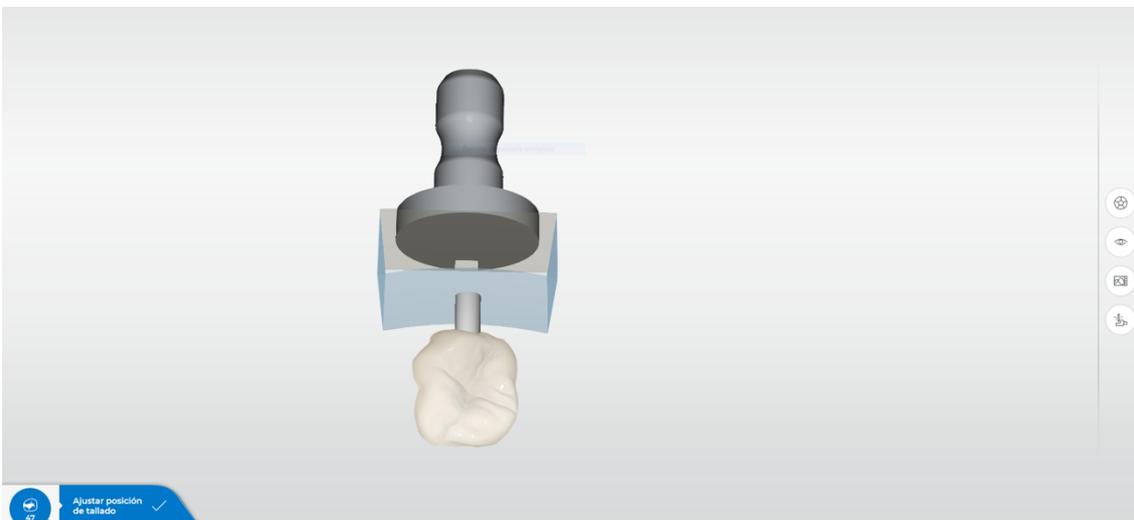


Ilustración 6

Las restauraciones se fresaron en húmedo mediante Primemill (Dentsply Sirona) en modo fino con fresas de diamante de forma escalonada de 1.2 y 1.4 mm compatibles con Sirona®Cerec® MC X L, MC XL Premium. Una vez realizada la restauración se extrajo de la fresadora y se cortó el jito del bloque. Cada endocorona fue pulida con turbina y fresa de pulido para cerámica, sucesivamente fueron lavadas con jabón neutro.

Posteriormente se glasearon las restauraciones y se procedió a la cocción en horno de alta temperatura CEREC SpeedFire (Dentsply Sirona) por un tiempo automáticamente definido por la máquina de una media de 7 minutos. Una vez terminado el proceso de fabricación, las endocoronas fueron marcadas con el mismo código del diente de afiliación.

Medición del ajuste marginal (μm) a través técnica de réplica de silicona

Para la evaluación del ajuste marginal e interno de la endocorona sobre el diente se utilizó la técnica de réplica (RT) utilizando siliconas de diferentes texturas.

Cada endocorona se rellenó con material vinílico de silicona de cuerpo liviano (Turboflex Light, R&S) y se colocó sobre la cavidad a lo largo del eje longitudinal del diente correspondiente bajo presión constante de los dedos hasta su fraguado (5 minutos). Después del tiempo de fraguado indicado por el fabricante del material, se retiró la restauración y se quedó la capa de silicona de cuerpo liviano sobre el diente y su cavidad. Se añadió silicona de cuerpo pesado (VPS hydro putty, Henry Schein) en la cavidad del diente para adherir y estabilizar el material de cuerpo ligero. Tras el fraguado, cada impresión de silicona se extrajo del diente y se cortó con un bisturí quirúrgico afilado n11 en 4 partes siguiendo direcciones buco-lingual y meso-distal. Se establecieron 2 puntos en cada parte recortada:

M: ajuste marginal absoluto representado por la distancia entre el punto más externo del margen de la endocorona y la línea marginal externa del diente preparado).

P: discrepancia pulpar en la base de la cavidad situada en cualquier punto a 2 mm del centro de la base).

Se obtuvieron un total de 8 puntos a medir por cada diente. La discrepancia entre diente y restauración de endocorona fue representada por la capa de silicona de cuerpo liviano de color naranja. Las láminas se recortaron y analizaron con el microscopio digital Leica DMS 100 y una magnificación de 3.5x. Se envió la imagen obtenida al programa software (Leica Application Suite) y se midieron en μm los puntos de discrepancia interesados.

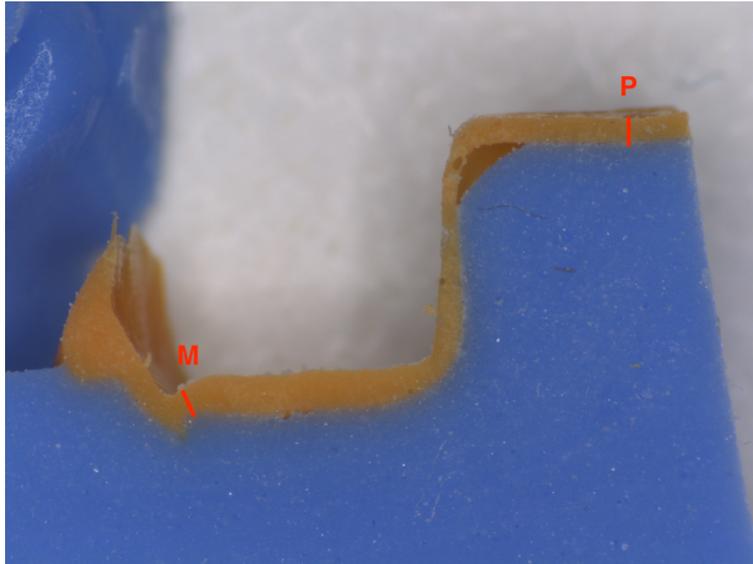


Ilustración 7

Posteriormente se realizó la evaluación del ajuste marginal y posibles discrepancias marginales horizontales mediante un examen visual clínico. Se pusieron las endocoronas sobre cada diente y un operador externo al experimento, también estudiante de quinto grado de odontología midió el ajuste de manera visual con una sonda de exploración de 200 μm en las 4 caras del diente: Vestibular, Palatino/Lingual, Mesial, Distal; según los siguientes varemos:

- 0: ajuste optimo (el margen de la restauración y del diente coinciden)
- 1: desajuste (el margen de la restauración y del diente no coinciden)
- 2: sobrecontorneado (distancia perpendicular desde el desajuste marginal al margen de la restauración. La restauración sobrepasa el diente)
- 3: infracontorneado (distancia perpendicular desde el ajuste marginal al ángulo cavo superficial del diente. El diente sobrepasa la restauración)

Se seleccionó para cada cara del diente el valor más alto.

7.2.2 Recogida de datos

Para la recogida de datos se configuró y calibró el microscopio con una regla milimetrada de 5mm, utilizada como punto de referencia para la calibración del estereomicroscopio en μm . Cada lamina (Vb, Pt/Lg, Ms, Dt) obtenida de las impresiones se posicionó sobre la plancha, se magnificó 3.5x y se enfocó. La imagen resultante fue adquirida y se analizó la discrepancia marginal e interna en los puntos preestablecidos con la herramienta disponible en el software midiéndola en μm .

Los datos adquiridos mediante el software Leica Suite, así como los resultados de la inspección visual se anotaron en tablas y sucesivamente se interpretaron en colaboración con un estadístico para la obtención de resultados.

7.2.3 Análisis descriptivo de los datos

Para los cálculos descriptivos se analizaron las medias, medianas, y rangos (mínimo y máximo) para la adaptación vertical marginal e interna, mientras para el ajuste horizontal se midió la moda de los resultados de cada superficie inspeccionada. Los valores obtenidos se agruparon en tres tablas, según el tipo de ajuste medido.

7.2.4 Análisis estadístico de los datos

Se realizó un análisis estadístico de los datos con el programa Microsoft Excel 16.85 para Windows.

Se efectuó un análisis de varianza (ANOVA) manteniendo un valor de confianza del 95% para determinar si existen diferencias estadísticas significativas entre los valores medios de las columnas mencionadas

8. RESULTADOS

Los datos recogidos se agruparon en tablas restando 90 μm (valor prestablecido de espacio para el cemento).

La Tabla 3 presenta las medidas obtenidas mediante microscopio digital del ajuste vertical marginal (M), clasificadas según la superficie.

Dentro del mismo grupo, el valor de ajuste más elevado se encontró en el diente "H1-9", con un máximo de 653.4 μm en la superficie vestibular. Por otro lado, el ajuste más bajo se registró en el diente "H1-3", con un mínimo de 7.3 μm en la superficie mesial. La media general obtenida fue de 134.43 μm .

Tabla 3 Adaptación vertical marginal (M) en μm

<i>H1-n</i>	<i>Vb (M)</i>	<i>Pt/Lg (M)</i>	<i>Ms (M)</i>	<i>Dt (M)</i>
1	14.7	21.8	65.9	37.1
2	40.5	57.9	118.5	48.5
3	25.4	11.2	7.3	29.6
4	11.5	54.9	163.9	127.3
5	45.5	125.1	168	101.9
6	302.7	64.3	250.9	268.9
7	118.5	207.9	58.9	499
8	64.7	217.8	183.3	82.6
9	653.4	45.3	443	608.9

10	339.2	61.3	7.8	166
PROMEDIO	161.61	86.75	146.75	196.98
MEDIAL TOTAL M			134.43	

Vb : Vestibular ; *Pt/Lg* : Palatino/Lingual ; *Ms* : Mesial ; *Dt* : Distal

El análisis estadístico descriptivo de la adaptación vertical marginal (M) evidencia un resumen de los valores medidos con rangos de mínimo y máximo entre 7.3 μm y 653.4 μm . Los valores medianos son de 55.1 μm en Vb, 59.6 μm en Pt/Lg, 141.2 μm en Ms y 114.6 μm para la superficie Dt.

Los datos muestran una gran variabilidad en las superficies dentales, especialmente en Vb y Dt. Las diferencias significativas entre los promedios y las medianas sugieren la presencia de valores atípicos que están afectando la distribución de los datos.

Los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre columnas, evidenciando un valor $p > 0.05$ (Tabla 4).

Tabla 4 Análisis estadístico descriptivo adaptación vertical marginal (M)

	<i>Vb (M)</i>	<i>Pt/Lg (M)</i>	<i>Ms (M)</i>	<i>Dt (M)</i>
Media	161.61	86.75	146.75	196.98
Mediana	55.1	59.6	141.2	114.6
Mínimo	11.5	11.2	7.3	29.6
Máximo	653.4	217.8	443	608.9
Variación p	$p > 0.05$			

Vb : Vestibular ; *Pt/Lg* : Palatino/Lingual ; *Ms* : Mesial ; *Dt* : Distal

La Tabla 5 presenta los valores obtenidos mediante microscopio digital del ajuste vertical interno (P), clasificados según la superficie. Los resultados muestran una media general de ajuste interno de 176.59 μm .

El desajuste máximo, de 474.9 μm , se observó en el diente "H1-9" en la superficie vestibular, mientras que el desajuste mínimo, de 59.3 μm , se registró en el diente "H1-1" en la superficie distal.

Tabla 5 Adaptación vertical interna (P) en μm

<i>H1-n</i>	<i>Vb (P)</i>	<i>Pt/Lg (P)</i>	<i>Ms (P)</i>	<i>Dt (P)</i>
1	66.7	97.5	88.3	59.3
2	112	99.3	85.9	84.7
3	98.8	100.3	135.1	66.7
4	93	142.1	104.4	134.1
5	119.8	168.7	164.9	104.1
6	411.7	79.2	223.2	275.8
7	242	140.2	150.3	174.7
8	217.8	207.5	240.3	173.2
9	474.9	394.2	472.7	438.4
10	60.5	188.6	153	218.8
PROMEDIO	189.72	161.76	181.91	172.98
MEDIA TOTAL P	176.59			

Vb : Vestibular ; *Pt/Lg* : Palatino/Lingual ; *Ms* : Mesial ; *Dt* : Distal

El análisis estadístico descriptivo de la adaptación vertical interna (P) evidencia un resumen de los valores medidos con rangos de mínimo y máximo entre 60.5 μm y 474.9 μm . Los valores medianos son de 115.9 μm en Vb, 141.15 μm en Pt/Lg, 151.65 μm en Ms y 153.65 μm para la superficie Dt.

Los datos muestran una gran variabilidad en las superficies dentales del grupo P, especialmente en Vb y Dt. Las diferencias significativas entre los promedios y las medianas sugieren la presencia de valores atípicos que están afectando la distribución de los datos.

Los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre columnas, evidenciando un valor $p > 0.05$ (Tabla 6).

Tabla 6 Análisis estadístico descriptivo adaptación vertical interna (P)

	Vb (P)	Pt/Lg (P)	Ms (P)	Dt (P)
Media	189.72	161.76	181.91	172.98
Mediana	115.9	141.15	151.65	153.65
Mínimo	60.5	79.2	85.9	59.3
Máximo	474.9	394.2	472.7	438.4
Variación p	$p > 0.05$			

Vb : Vestibular ; **Pt/Lg** : Palatino/Lingual ; **Ms** : Mesial ; **Dt** : Distal

Los resultados de la medición del ajuste horizontal mediante inspección visual clínica se resumen en la Tabla 7, donde se asignó un valor numérico a cada condición de ajuste horizontal. La moda general de cada columna fue 1, lo que indica que el "desajuste horizontal" fue la condición dominante en las 40 mediciones realizadas en las 10 muestras.

Tabla 7 Adaptación horizontal

H1-n	Vb (P)	Pt/Lg (P)	Ms (P)	Dt (P)
1	3	1	3	2
2	1	3	3	1
3	1	0	1	1
4	3	1	1	2
5	1	0	1	0
6	1	1	2	1
7	0	0	1	3
8	1	1	3	1
9	1	3	1	0
10	1	0	1	0
MODA	1	1	1	1

0 : ajuste optimo ; **1** : desajuste ; **2** : sobrecontorneado ; **3** : infracontorneado

9. DISCUSIÓN

Este estudio se realizó con el objetivo de evaluar la precisión alcanzada con el sistema Chairside CAD-CAM para fabricar restauraciones indirectas en términos de ajuste vertical, marginal e interno, y horizontal.

La hipótesis nula del estudio en la cual se afirma que mediante el sistema CAD-CAM se pueda lograr un ajuste marginal entre 50 y 100 μm es rechazada, ya que las medias obtenidas para el ajuste marginal interno y externo es superior a 100 μm .

El ajuste marginal de una endocorona, como en otros tipos de restauraciones dentales, es crucial para asegurar la longevidad de la restauración y la salud del diente subyacente. Un buen ajuste marginal minimiza el riesgo de microfiltración, que puede llevar a caries secundarias, inflamación pulpar, disolución del cemento, y con el avance de estos casos, la pérdida del diente. Como restauración monobloque de cerámica, la endocorona utiliza las paredes axiales de la cámara pulpar del diente preparado para la retención macromecánica, mientras que la retención micromecánica generalmente se logra a través del cemento de resina (31).

En la odontología el ajuste marginal de restauraciones sobre dientes es un tema ampliamente investigado, todavía en la literatura se encuentran diferentes valores que varían entre 10 y 500 μm . Ciertamente, algunos autores consideran como clínicamente aceptables desajustes marginales entre 50 y 120 μm y, para restauraciones CAD/CAM, discrepancias marginales entre 50 y 100 μm (31,32). Otros consideran aceptables valores entre 75 y 160 μm (33).

El ajuste marginal perfecto ocurrirá cuando el margen de la restauración y el ángulo cavo superficial del diente coinciden (34).

En el presente estudio se utilizaron dientes naturales extraídos, se tallaron, se tomaron impresiones digitales con escáner intraoral y se diseñaron las restauraciones endocoronas a través del sistema CEREC Chairside para luego fabricarlas mediante fresadora en húmedo. Para la medición del ajuste marginal en literatura se utilizan diferentes métodos. En nuestro estudio, como por Hanaa S. Nassar y cols. (2022), se utilizó la técnica de réplica de silicona.

Este método de medición tiene algunas ventajas como gastar menos tiempo y costes que los otros métodos y se puede aplicar fácilmente en la práctica clínica. Además, la técnica de réplica preserva la restauración y el diente, lo que permite repetir la evaluación de la misma muestra si es necesario, siendo esto un método no destructivo (31).

9.1 Evaluación microscópica del ajuste vertical marginal e interno

El objetivo primario de este estudio es de evaluar el ajuste vertical marginal e interno de las endocoronas fabricadas mediante flujo digital. En literatura se encuentran varios estudios orientados en la misma dirección, todavía todos tienen algunas diferencias metodológicas a lo largo del proceso. Esto puede influir sobre los resultados, siendo la preparación del diente, la técnica de impresiones y el sistema CAD-CAM, variables que puedan afectar la discrepancia marginal (35).

En este estudio se analizan 40 puntos para medir el ajuste marginal. Entre estas medidas, no todas se pueden considerar clínicamente aceptables según los criterios reportados en varios artículos. Encontramos como valor mínimo un desajuste marginal de 7.3 μm (considerable clínicamente óptimo) y, valores de máxima de 653.4 μm (no considerable aceptable), obteniendo una media total de 134.43 μm .

Se consideran otros 40 puntos para medir el ajuste interno. Entre los valores encontrados se evidencia una media total de 176.59 μm , con valor máximo de 59.3 μm (considerable como clínicamente aceptable) y un máximo de 474.9 μm (considerado no aceptable).

Gaye Saglam y cols. (2020) llevan a cabo un trabajo similar en el cual se mide el ajuste marginal y la resistencia a la fractura de endocoronas fabricadas con diferentes materiales mediante flujo digital. Ellos utilizan una metodología similar en cuanto a preparación del diente, software y fresadora utilizados. Hay todavía diferencias con nuestro estudio en cuanto a parámetro de tipo de restauración establecido como "corona", en el escáner utilizado (Omnicam, Dentsply Sirona), en el método de medición del ajuste marginal para el cual emplean un microscopio electrónico de barrido y en el material empleado para la fabricación de las endocoronas (cerámica feldespática, zirconio, cerámica

hibrida, y vitrocerámica de disilicato de litio). Los resultados del estudio tienen valores de adaptación marginal que varían entre 71 y 122 μm , independiente del material utilizado. Esto los hace considerables como valores clínicamente viables, a diferencia de nuestros resultados que varían desde clínicamente aceptables hasta no aceptables, dependiendo del diente que se considere (36).

El artículo de Oubada Suliman y Mohammad R. Rayyan (2023) en el cual se compara el efecto de los parámetros del espacio de cemento en la adaptación marginal de endocoronas fresadas. A lo largo del estudio se afirma que, analizando los resultados, el ajuste marginal es siempre menor al aumentar el valor establecido para el espaciador de cemento. Se obtienen resultados con media de 46.25 μm con espaciador de 40 μm , 21.75 μm con espaciador de 80 μm , 15.94 μm con espaciador de 120 μm y una media de 13.10 μm cuando se establece un valor de espaciador de 160 μm . Este trabajo evidencia resultados reputados como clínicamente óptimos por ser inferiores al rango considerado, mientras nuestro estudio revela resultados variables entre clínicamente óptimos, aceptables y no aceptables por exceder los límites. Estos datos nos indican la importancia de considerar cuidadosamente los parámetros del espacio de cemento. Reducir el grosor del espacio de cemento puede aumentar la probabilidad de interferencias en las restauraciones CAD/CAM, el cual afectará su ajuste marginal (37).

El estudio realizado por Hanaa S. Nassar (2022) trata la evaluación y comparación de la adaptación marginal e interna de las endocoronas fabricadas mediante CAD-CAM y mediante impresiones tradicionales. El estudio muestra resultados similares a aquellos obtenidos en nuestro trabajo: una media de 123.37 μm para el ajuste pulpar y la adaptación marginal ofrece resultados inferiores respecto a la adaptación interna pulpar, evidenciando una media de 47.31 μm (31).

9.2 Evaluación visual clínica del ajuste horizontal

En literatura se encuentran pocos artículos que traten del ajuste vertical, y entre estos, ninguno trata de la adaptación horizontal en endocoronas; sobre este tema solamente se consideran las coronas fabricadas mediante CAD-CAM.

En el presente estudio, la evaluación del ajuste horizontal de la endocorona es realizada da un operador extraño al trabajo utilizando una sonda de exploración de 200 μm . Para los aspectos a medir se utilizan los parámetros y definiciones utilizados en el artículo de Raul Iram Euan Salazar (2015): ajuste optimo, desajuste, sobrecontorneado e infracontorneado (34).

A lo largo de nuestro estudio se asigna un valor numérico a cada superficie dental medida, dependiendo del ajuste encontrado. Se expone que la moda en cada superficie (vestibular, palatina/lingual, mesial y distal) es de "1", evidenciando un desajuste.

El ajuste horizontal es un tema importante a la hora de lograr un correcto éxito restaurativo y protésico. Situaciones de desajuste de tipo sobrecontorneado, donde la restauración sobrepasa el margen del diente, son fácilmente solucionables en clínica puliendo la restauración hasta el conseguimiento de un ajuste correcto. Situación no equiparable es en caso de desajuste de tipo infracontorneado, donde el margen del diente sobrepasa la restauración, en la cual se considerarán varias soluciones como un diferente tallado del diente, un cementado más espeso, o en el peor de los casos, la re-fabricación de la restauración.

9.3 Limitaciones

La presencia de valores muy distintos refleja como el utilizo del sistema CAD-CAM puede sufrir grandes variaciones dependiendo de la metodología del proceso y las condiciones en las cuales se emplea.

Es importante tener en cuenta que este estudio presenta ciertas limitaciones que juegan un papel crucial a lo largo del estudio. En primer lugar, la morfología de los dientes, siendo para la mayoría terceros molares naturales y extraídos, ha hecho difícil una estandarización en su preparación. Efectivamente, Hsuan Chen y cols. (2018) afirman que, si la preparación es de suficiente calidad, un ajuste optimo puede ser logrado. De otra parte, si en la preparación del diente se encuentran áreas de rugosidad o ángulos agudos, estas imperfecciones pueden ser transmitidas a la restauración e influir sobre su ajuste (38).

Otro factor limitante es el valor asignado al espaciador para el cemento que en nuestro estudio fue de 90 μm , y diferentes estudios que evalúan el grado de afectación de este valor a la hora de medir el ajuste marginal afirman que también una variación mínima de 10 μm puede afectar el margen de discrepancia entre restauración y diente. Todavía, la influencia del valor del espaciador no es bien clara, siendo que algunos artículos reportan que, a menor valor de espaciador, mayor es el nivel de precisión de escaneo y de ajuste; mientras otros denotan que un mayor valor de espaciador podría acomodar un mayor margen de error de fabricación y una menor discrepancia (31,37).

La presión y la fuerza aplicadas sobre la endocorona a la hora de tomar impresiones con silicona de cuerpo liviano influyen sobre el éxito de la evaluación del ajuste.

Además, la experiencia del operador puede considerarse una limitación, influyendo en la precisión del trabajo, haciendo que los resultados sean susceptibles a variaciones e inexactitudes. Esta puede influir en el momento de la preparación del diente, durante la toma de impresiones digitales, durante el diseño y la fabricación de la restauración, y a la hora de la toma de las impresiones de réplica de silicona y su medición.

Para investigaciones futuras sería interesante analizar y comparar eventuales diferencias entre endocoronas realizadas por un estudiante sin experiencia, y endocoronas realizadas por un profesor con experiencia en el campo de la fabricación mediante flujo digital. Sería también interesante comparar los resultados obtenidos en este estudio con la fabricación de endocoronas mediante impresora 3D.

10. CONCLUSIONES

1) La adaptación marginal e interna de las endocoronas realizadas con flujo Chairside por un alumno de 5 curso de odontología mostraron una elevada variabilidad. Aunque algunas muestras fueron clínicamente aceptables, otras no.

2) La media de la adaptación vertical marginal fue de 134.43 μm y la interna de 176.59 μm . Estos resultados indican que, aunque el flujo digital puede producir buen ajuste, las variaciones pueden afectar la calidad final.

3) La evaluación visual mostró un predominio del "desajuste horizontal" en las muestras, sugiriendo la necesidad de mejoras para prevenir microfiltraciones y fallos de las restauraciones a largo plazo.

11. BIBLIOGRAFIA

1. Abbott P. Endodontics - Current and future. *J Conserv Dent.* 2012;15(3):202.
2. Ng Y -L., Mann V, Gulabivala K. Tooth survival following non-surgical root canal treatment: a systematic review of the literature. *Int Endod J.* 2010;43(3):171-89.
3. Sathorn C, Palamara J, Palamara D, Messer H. Effect of Root Canal Size and External Root Surface Morphology on Fracture Susceptibility and Pattern: A Finite Element Analysis. *J Endod.* 2005;31(4):288-92.
4. Cos'è l'Endodonzia? [Internet]. Disponibile en: <https://www.endodonzia.it/cose-lendodonzia/>
5. Wigsten E, Al Hajj A, Jonasson P, EndoReCo, Kvist T. Patient satisfaction with root canal treatment and outcomes in the Swedish public dental health service: A prospective cohort study. *Int Endod J.* 2021;54(9):1462-72.
6. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival: Outcome of non-surgical root canal treatment. *Int Endod J.* 2011;44(7):610-25.
7. Fransson H, Dawson V. Tooth survival after endodontic treatment. *Int Endod J.* 2023;56(S2):140-53.
8. Vervack V, Keulemans F, Hommez G, De Bruyn H, Vandeweghe S. A Completely Digital Workflow for Nanoceramic Endocrowns: A 5-Year Prospective Study. *Int J Prosthodont.* 2022;35(3):259-68.
9. Davidovich E, Shay B, Nuni E, Mijiritsky E. An Innovative Treatment Approach Using Digital Workflow and CAD-CAM Part 1: The Restoration of Endodontically Treated Molars in Children. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(4):1364.

10. Salehrabi R, Rotstein I. Endodontic Treatment Outcomes in a Large Patient Population in the USA: An Epidemiological Study. *J Endod.* 2004;30(12):846-50.
11. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J.* 1995;28(1):12-8.
12. Gillen BM, Looney SW, Gu LS, Loushine BA, Weller RN, Loushine RJ, et al. Impact of the Quality of Coronal Restoration versus the Quality of Root Canal Fillings on Success of Root Canal Treatment: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod.* 2011;37(7):895-902.
13. Nguyen Thi W, Jansson L. Survival rate after endodontic treatment in general dentistry for cracked teeth with different coronal restorations. *Acta Odontol Scand.* 2021;79(4):256-61.
14. Zimmermann M, Valcanaia A, Neiva G, Mehl A, Fasbinder D. Three-Dimensional Digital Evaluation of the Fit of Endocrowns Fabricated from Different CAD/CAM Materials. *J Prosthodont Off J Am Coll Prosthodont.* 2019;28(2):e504-9.
15. Attar E, Alshali S, Abuhaimed T. A Comparative Study of the Marginal Fit of Endocrowns Fabricated From Three Different Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) Ceramic Materials: An In Vitro Study. *Cureus.* 2023;15(6):e40081.
16. Abduljawad DE, Rayyan MR. Marginal and internal fit of lithium disilicate endocrowns fabricated using conventional, digital, and combination techniques. *J Esthet Restor Dent Off Publ Am Acad Esthet Dent Al.* 2022;34(4):707-14.
17. Sedrez-Porto JA, Rosa WLDOD, Da Silva AF, Münchow EA, Pereira-Cenci T. Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2016;52:8-14.
18. Biacchi GR, Mello B, Basting RT. The Endocrown: An Alternative

- Approach for Restoring Extensively Damaged Molars. *J Esthet Restor Dent.* 2013;25(6):383-90.
19. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):149.
 20. Di Fiore A, Zuccon A, Carraro F, Basilicata M, Bollero P, Bruno G, et al. Assessment Methods for Marginal and Internal Fit of Partial Crown Restorations: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2023;12(15):5048.
 21. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Intraoral scanning systems - a current overview. *Int J Comput Dent.* 2015;18(2):101-29.
 22. Koch MJ, GARCIÁ-GODOY F. The Clinical Performance of Laboratory-Fabricated Crowns: Placed on First Permanent Molars with Developmental Defects. *J Am Dent Assoc.* 2000;131(9):1285-90.
 23. Davidovich E, Dagon S, Tamari I, Etinger M, Mijiritsky E. An Innovative Treatment Approach Using Digital Workflow and CAD-CAM Part 2: The Restoration of Molar Incisor Hypomineralization in Children. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(5):1499.
 24. Lee JH, Son K, Lee KB. Marginal and Internal Fit of Ceramic Restorations Fabricated Using Digital Scanning and Conventional Impressions: A Clinical Study. *J Clin Med.* 2020;9(12):4035.
 25. Schmalzl J, Róth I, Borbély J, Hermann P, Vecsei B. The impact of software updates on accuracy of intraoral scanners. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):219.
 26. Camargo B, Willems E, Jacobs W, Van Landuyt K, Peumans M, Zhang F, et al. 3D printing and milling accuracy influence full-contour zirconia crown adaptation. *Dent Mater.* 2022;38(12):1963-76.
 27. De Paula Silveira AC, Chaves SB, Hilgert LA, Ribeiro APD. Marginal and internal fit of CAD-CAM-fabricated composite resin and ceramic crowns

- scanned by 2 intraoral cameras. *J Prosthet Dent.* 2017;117(3):386-92.
28. Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin C, Pradelle N, Seux D, et al. Marginal and internal fit of CAD-CAM inlay/onlay restorations: A systematic review of in vitro studies. *J Prosthet Dent.* 2019;121(4):590-597.e3.
 29. Blatz MB, Conejo J. The Current State of Chairside Digital Dentistry and Materials. *Dent Clin North Am.* 2019;63(2):175-97.
 30. Bosch G, Ender A, Mehl A. A 3-dimensional accuracy analysis of chairside CAD/CAM milling processes. *J Prosthet Dent.* 2014;112(6):1425-31.
 31. Nassar H. Internal fit and marginal adaptation of CAD/CAM lithium disilicate endocrowns fabricated with conventional impression and digital scanning protocols. An in-vitro study. *Egypt Dent J.* 2022;68(4):3793-808.
 32. Euán R, Figueras-Álvarez O, Cabratosa-Termes J, Brufau-de Barberà M, Gomes-Azevedo S. Comparison of the Marginal Adaptation of Zirconium Dioxide Crowns in Preparations with Two Different Finish Lines. *J Prosthodont.* 2012;21(4):291-5.
 33. Taha AI, Hafez ME. An in vitro study measuring marginal gaps of inlay restorations fabricated from different CAD-CAM materials after thermocycling. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):974.
 34. Euán R, Figueras-Álvarez O, Cabratosa-Termes J, Oliver-Parra R. Marginal adaptation of zirconium dioxide copings: Influence of the CAD/CAM system and the finish line design. *J Prosthet Dent.* 2014;112(2):155-62.
 35. Lima FF, Neto CF, Rubo JH, Santos GC, Moraes Coelho Santos MJ. Marginal adaptation of CAD-CAM onlays: Influence of preparation design and impression technique. *J Prosthet Dent.* 2018;120(3):396-402.
 36. Sağlam G, Cengiz S, Karacaer Ö. Marginal adaptation and fracture strength of endocrowns manufactured with different restorative materials:

- SEM and mechanical evaluation. *Microsc Res Tech.* 2021;84(2):284-90.
37. Suliman O, Rayyan MR. The Effect of Cement Space Parameters on the Marginal Adaptation of Milled Endocrowns: An In Vitro Study.
38. Chen H, Hsu ML. The effect of preparation quality on marginal fitness of CAD/CAM restorations. *J Oral Health Dent.* 2018;1(1):1-8

12. ANEXOS

12.1 ANEXO I

HOJA DE INFORMACIÓN

Título del estudio: “ADAPTACIÓN MARGINAL DE ENDOCORONAS REALIZADAS MEDIANTE FLUJO DIGITAL. UN TRABAJO EXPERIMENTAL IN-VITRO.”

Promotor: Universidad Europea de Valencia

Investigadores: Nicolás Collado Castellanos. Emanuele Scrinzi

Centro: Universidad Europea de Valencia

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación que se va a realizar en la Universidad Europea de Valencia. Este documento tiene por objeto que usted reciba la información correcta y necesaria del estudio a realizar. A continuación, le explicaremos de forma detallada todos los objetivos del estudio. Si usted tiene alguna duda tras leer las siguientes aclaraciones, nosotros estaremos a su disposición para aclararle las posibles dudas. Finalmente, usted puede consultar su participación con las personas que considere oportuno.

¿Cuál es el motivo de este estudio?

Conocer el grado de ajuste de las endocoronas reliazadas con flujo digital CEREC.

RESUMEN DEL ESTUDIO:

Los dientes serán preparados y escaneados dependiendo del grupo con el escáner correspondiente; una vez recogida la imagen digital del diente, se procederá al diseño de la restauración mediante el software Inlab (Dentstly Sirona). El material seleccionado para realizar las restauraciones será Tessera (Dentsply Sirona) y se fresarán mediante la fresadora Primemil (Denstply Sirona).

Obtenidas las restauraciones se procederá a la medición de la adaptación marginal alcanzada, evaluándola mediante la técnica de la réplica “replica technique” (RT).

La técnica consistirá en rellenar cada endocorona con un material de impresión de silicona de poliéter vinílico de cuerpo ligero y se colocará a lo largo del eje longitudinal del diente correspondiente durante 5 minutos. Después de 5 minutos, se extraerá la restauración del diente y se inyectará sobre la silicona ligera una silicona pesada para adherir y estabilizar el material de impresión ligero. Después del tiempo de fraguado, se utilizará un bisturí quirúrgico afilado para cortar cada réplica en 4 piezas desde el centro en dirección bucolingual y mesiodistal. Se segmentará una muestra de 2 mm de espesor de cada pieza con paredes paralelas para obtener una vista vertical perpendicular. La discrepancia entre el diente y la endocorona estará representada por la capa de silicona

ligera, que se examinará con un aumento de $\times 25$ utilizando el tecnoscopio con la cámara digital y el software correspondiente. Con esta magnificación se medirá la adaptación marginal en mmm mediante calibrado digital.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y RETIRADA DEL ESTUDIO: La participación en este estudio es voluntaria, por lo que puede decidir no participar.

¿Quién puede participar? Aquellos pacientes que tengan que realizarse una extracción dental por motivos ajenos al estudio, caries amplias con imposibilidad de reconstruir, periodontitis etc.

¿En qué consiste el estudio y mi participación? Evaluar el ajuste marginal de las restauraciones realizadas mediante un flujo Chairside

¿Cuáles son los posibles beneficios y riesgos derivados de mi participación? Es posible que usted no obtenga ningún beneficio directo por participar en el estudio. No obstante, se prevé que la información que se obtenga pueda beneficiar en un futuro a los pacientes que vayan a realizarse un tratamiento restaurador. Al finalizar la investigación podrá ser informado, si lo desea, sobre los principales resultados y conclusiones generales del estudio. El estudio no supone ningún riesgo para su salud.

¿Quién tiene acceso a mis datos personales y como se protegen? El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 3/2018 de 5 de diciembre de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse a su médico del estudio.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y solo el equipo investigador del estudio/colaboradores podrán relacionar dichos datos con usted y con su historia clínica. Por lo tanto, su identidad no será revelada en ningún momento. Sólo se transmitirán a terceros los datos recogidos para el estudio que en ningún caso contendrán información que le pueda identificar directamente, como nombre y apellidos, iniciales, dirección, número de la seguridad social, etc. En el caso de que se produzca esta cesión, será para los mismos fines del estudio descrito y garantizando la confidencialidad como mínimo con el nivel de protección de la legislación vigente en nuestro país. El acceso a su información personal quedará restringido al equipo investigador del estudio/ colaboradores, autoridades sanitarias (Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios), al Comité Ético de Investigación Clínica y personal autorizado por el promotor, cuando lo precisen para comprobar los datos y procedimientos del estudio, pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo con la legislación vigente.

¿Recibiré algún tipo de compensación económica? No se prevé ningún tipo de compensación económica durante el estudio. Si bien, su participación en el estudio no le supondrá ningún gasto.

¿Quién financia esta investigación? El promotor del estudio es el responsable de gestionar la financiación del mismo. Para la realización del estudio, el promotor del mismo ha firmado un contrato con el centro donde se va a realizar.

OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE: Si usted decide retirar el consentimiento para participar en este estudio, ningún dato nuevo será añadido a la base de datos y puede exigir la destrucción de sus datos y/o de todos los registros identificables, previamente retenidos. También debe saber que puede ser excluido del estudio si los investigadores del estudio lo consideran oportuno, ya sea por motivos de seguridad, por cualquier acontecimiento adverso que se produzca o porque consideren que el diente no cumple con los criterios de inclusión establecidos. En cualquiera de los casos, usted recibirá una explicación adecuada del motivo que ha ocasionado su retirada del estudio.

CALIDAD CIENTÍFICA Y REQUERIMIENTOS ÉTICOS DEL ESTUDIO: Este estudio ha sido sometido a aprobación por el Comité de Ética de la Universidad Europea de Madrid, Valencia y Canarias, que vela por la calidad científica de los proyectos de investigación que se llevan a cabo en el centro. Cuando la investigación se hace con personas, este Comité vela por el cumplimiento de lo establecido en la Declaración de Helsinki y la normativa legal vigente sobre investigación biomédica (ley 14/2007, de junio de investigación biomédica) y ensayos clínicos (R.D. 223/2004 de 6 de febrero, por el que se regulan los ensayos clínicos con medicamentos, modificado por Real Decreto 1276/2011, del 16 de septiembre).

PREGUNTAS: Llegando este momento le damos la oportunidad de que, si no lo ha hecho antes, haga las preguntas que considere oportunas. El equipo investigador le responderá lo mejor que sea posible.

INVESTIGADORES DEL ESTUDIO: Si tiene alguna duda sobre algún aspecto del estudio o le gustaría comentar algún aspecto de esta información, por favor no deje de preguntar a los miembros del equipo investigador: nicolas.collado@universidadeuropea.es . En caso de que una vez leída esta información y aclaradas las dudas decida participar en el estudio, deberá firmar su consentimiento informado. Este estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación de la Universidad Europea de Madrid, Valencia y Canarias.

CONSENTIMIENTO INFORMADO:

D./D^a. _____, de _____ años,
con DNI _____ y domicilio en _____

_____. He recibido una explicación satisfactoria sobre el procedimiento del estudio, su finalidad, riesgos, beneficios y alternativas.

He quedado satisfecho/a con la información recibida, la he comprendido, se me han respondido todas mis dudas y comprendo que mi participación es voluntaria.

Presto mi consentimiento para el procedimiento propuesto y conozco mi derecho a retirarlo cuando lo desee, con la única obligación de informar sobre mi decisión al médico responsable del estudio.

Marque la siguiente casilla si presta su consentimiento y prosiga la encuesta



46003515

Firma y N° de colegiado del investigador

12.2 CHECKLIST GUIA STROBE

Apartado	Punto	Recomendación	Página
Título y resumen	1	(a) Indique, en el título o en el resumen, el diseño del estudio con un término habitual. (b) Proporcione en el resumen una sinopsis informativa y equilibrada de lo que se ha hecho y lo que se ha encontrado.	Portada, 1
Introducción			
Contexto/fundamentos	2	Explique las razones y el fundamento científicos de la investigación que se comunica.	4– 12
Objetivos	3	Indique los objetivos específicos, incluida cualquier hipótesis preespecificada.	13-15
Métodos			
Diseño del estudio	4	-Presente al principio del documento los elementos clave del diseño del estudio.	16
Contexto	5	-Describa el marco, los lugares y las fechas relevantes, incluido los períodos de reclutamiento, exposición, seguimiento y recogida de datos.	16
Participantes	6	-Estudios transversales: proporcione los criterios de elegibilidad y las fuentes y métodos de selección de los participantes.	17
Variables	7	- Defina claramente todas las variables: de respuesta, exposiciones, predictoras, confusoras o modificadoras del efecto. Si procede, proporcione los criterios diagnósticos.	
Fuentes de datos/medidas	8*	Para cada variable de interés, proporcione las fuentes de datos y los detalles de los métodos de valoración (medida). Si hubiera más de un grupo, especifique la comparabilidad de los procesos de medida.	17
Sesgos	9		
Tamaño muestral	10		
Variables cuantitativas	11	- Especifique todas las medidas adoptadas para afrontar fuentes potenciales de sesgo.	
Métodos estadísticos	12	-Explique cómo se determinó el tamaño muestral. - Explique cómo se trataron las variables cuantitativas en el análisis. Si procede, explique qué grupos se definieron y por qué. (a) Especifique todos los métodos estadísticos, incluidos los empleados para controlar los factores de confusión. (b) Especifique todos los métodos utilizados para analizar subgrupos e interacciones. (c) Explique el tratamiento de los datos ausentes (missing data). (d) Estudio de cohortes: si procede, explique cómo se afrontan las pérdidas en el seguimiento Estudios de casos y controles: si procede, explique cómo se aparearon casos y controles Estudios transversales: si procede, especifique cómo se tiene en cuenta en el análisis la estrategia de	26

		muestreo. análisis de sensibilidad	(e) Describa los	
Resultados				
Participantes	13*	(a) Describa el número de participantes en cada fase del estudio; por ejemplo: cifras de los participantes potencialmente elegibles, los analizados para ser incluidos, los confirmados elegibles, los incluidos en el estudio, los que tuvieron un seguimiento completo y los analizados.	(b) Describa las razones de la pérdida de participantes en cada fase.	27-31
Datos descriptivos	14	(c) Considere el uso de un diagrama de flujo.		
Datos de las variables de resultado	15	(a) Describa las características de los participantes en el estudio (p. ej., demográficas, clínicas, sociales) y la información sobre las exposiciones y los posibles factores de confusión.		
Resultados principales	16	-Estudios transversales: describa el número de eventos resultado, o bien proporcione medidas resumen. (a) Proporcione estimaciones no ajustadas y, si procede, ajustadas por factores de confusión, así como su precisión (p. ej., intervalos de confianza del 95%). Especifique los factores de confusión por los que se ajusta y las razones para incluirlos. (b) Si categoriza variables continuas, describa los límites de los intervalos. (c) Si fuera pertinente, valore acompañar las estimaciones del riesgo relativo con estimaciones del riesgo absoluto para un período de tiempo relevante.		
Otros análisis	17	Describa otros análisis efectuados (de subgrupos, interacciones o sensibilidad).		

Discusión			
Resultados clave	18	-Resuma los resultados principales de los objetivos del estudio.	32-36
Limitaciones	19	- Discuta las limitaciones del estudio, teniendo en cuenta posibles fuentes de sesgo o de imprecisión. Razone tanto sobre la dirección como sobre la magnitud de cualquier posible sesgo.	35-36
Interpretación	20		
Generabilidad	21	-Proporcione una interpretación global prudente de los resultados considerando objetivos, limitaciones, multiplicidad de análisis, resultados de estudios similares y otras pruebas empíricas relevantes. -Discuta la posibilidad de generalizar los resultados (validez externa).	37
Otra información			
Financiación	22	Especifique la financiación y el papel de los patrocinadores del estudio y, si procede, del estudio previo en el que se basa el presente artículo.	

“Marginal and Internal Adaptation of Endocrowns Made Using Digital Workflow: An In-Vitro Pilot Study.”

Short title: Adaptation of Endocrowns Made Using Digital Workflow

Emanuele Scrinzi¹, Nicolas Collado Castellanos²

1. 5th-year Dentistry student at the European University of Valencia, Valencia, Spain.
2. Professor at the Faculty of Dentistry, Co-Director of the Master's program in Continuing Education in Endodontics and Restorative Dentistry, European University of Valencia, Valencia, Spain.

CORRESPONDENCE:

Nicolas Collado Castellanos

Paseo Alameda 7, Valencia 46010, Valencia

nicolas.collado@universidadeuropea.es

ABSTRACT:

Introduction: Endodontics has significantly advanced with Ni-Ti rotary files, microscopes, and intracanal medications, improving its efficacy. Success depends on the operator's experience and the condition of the tooth. Endocrowns, introduced in 1995, are a durable alternative made with CAD-CAM technology. The digital workflow in dentistry, with intraoral scanners, design software, and 4- and 5-axis milling machines, enhances the precision and convenience of the treatment.

Materials and Methods: This study evaluated the adaptation of endocrown restorations in 10 extracted molars using CAD-CAM technology. The prepared teeth were scanned with Primescan and designed using CEREC software. The restorations were milled with Primemill, polished, and glazed. Adaptation was assessed using a silicone replica technique and a Leica digital microscope. Data on marginal, internal, and horizontal adaptations were collected, measuring discrepancies at specific points and analyzing the results with Microsoft Excel to determine statistical significance.

Results: The measurements of the restorations' fit showed a mean of 134.43 μm for the vertical marginal fit, with the highest value being 653.4 μm and the lowest being 7.3 μm . The internal vertical fit had a mean of 176.59 μm , with a maximum discrepancy of 474.9 μm and a minimum of 59.3 μm . Visual inspection of the horizontal fit indicated a predominance of "horizontal misfit" in the analyzed samples.

Conclusion: The adaptation of endocrowns with Chairside flow was variable. The average marginal adaptation was 134.43 μm , and 176.59 μm for the internal adaptation, suggesting that variations can affect the final quality. Visual evaluation highlighted "horizontal misfits," indicating the need for improvements to prevent microleakage and long-term failures.

Key words: Endocrowns, Digital workflow, CAD-CAM, CEREC, Chairside, Marginal adaptation, Internal adaptation, Horizontal adaptation, Endodontics, Restoration, Intraoral scanner

INTRODUCTION:

Endodontic treatment is a clinical dental intervention performed daily in dental practices. Endodontics has experienced significant advances in the past two decades, particularly with the introduction of Ni-Ti rotary files, the use of microscopes, and the development of intracanal medications, which have greatly improved the elimination of bacterial biofilm and the longevity of the treatment (1).

An endodontically treated tooth will have different physiological characteristics compared to a vital tooth, such as the absence of vitality and a higher susceptibility to fractures, making its restoration more challenging.

The success and survival rates of endodontically treated teeth are positive, with statistical data considering the years since the completion of the treatment. Survival rates were observed to be 86.4% at 2-3 years, 93.3% at 4-5 years, and 86.7% at 8-10 years (2).

In 1995, Pissis et al. introduced a new type of restoration, and in 1999, Bindl and Mormann coined the term "endocrown" (3).

Some characteristics of endocrowns include minimal tooth preparation, greater fracture resistance compared to post-core restorations, optimal adhesion, and greater simplicity of fabrication using digital workflow compared to traditional methods (3,4,5).

Endocrowns are primarily fabricated using a digital workflow, which offers numerous advantages over traditional methods, such as reduced patient discomfort, shorter treatment times, simplified procedures for professionals, better communication with technicians and patients, and greater standardization in the fabrication process (6,7).

The fabrication process of restorations involves scanning the tooth, designing the restoration, and milling the final product (8).

MATERIALS AND METHODS:

- Study design:

The study design was experimental, in vitro, descriptive, and analytical. The study was conducted at the University Dental Clinic of the European University of Valencia, in the city of Valencia (Valencia, Spain).

It was a completely digital CAD-CAM study. The study was performed by a 5th-year dentistry student.

This experimental study has the approval of the Research Commission of the Doctoral School and Research of the European University of Valencia, approved on January 30, 2024, in Villaviciosa de Odón, Madrid, Spain, with the code CI: 2024-477.

- Specimen selection:

Ten extracted upper or lower molar teeth, suitable for the study, were selected from the university clinic and private clinics. For the teeth extracted at the university clinic, an explanatory informed consent form about the study was provided to the patients, who authorized the collection of the molars for the study.

- Description of the procedure

In the study, ten teeth were prepared and fixed in blocks of dental plaster, simulating the biological level of the alveolar bone. The teeth were prepared. The process included: the occlusal cusp reduction of the tooth by 2mm with a chamfer flat bur (ref. 6881.314.012 Komet). The creation of the central box with a depth of 4mm, a width of 4mm in the buccolingual direction, and 6mm in the mesiodistal direction was performed with a tapered fissure bur (ref. 845KR 025 Komet).

The access cavities and the floor of the central box were covered with a fine layer of flowable resin composite, after etching and bonding procedures.

Subsequently, the prepared teeth were digitally scanned with Primescan intraoral scanner (Dentsply Sirona) and processed with CEREC SW 5.2.4 software (Dentsply Sirona) to design the endocrowns (Illustration 1).



Illustration 1

The restorations were fabricated using CEREC Tessera material, wet milled with Primemill (Dentsply Sirona), glazed, and fired in a high-temperature CEREC SpeedFire oven (Dentsply Sirona).

To evaluate the marginal and internal fit, the replica technique with silicones of different textures was used, measuring the discrepancy between the tooth and the endocrown with a Leica DMS 100 digital microscope and Leica Suite software. Additionally, a clinical visual examination of the horizontal fit was performed, classifying the fit into four categories: optimal fit, misfit, overcontoured, and undercontoured.

- Data collection:

For data collection, the microscope was set up and calibrated using a 5 mm millimeter ruler as a reference for calibration in micrometers. Each sheet obtained from the impressions was positioned on the plate, magnified 3.5x, and focused. The resulting images were acquired, and the marginal and internal discrepancies were analyzed at pre-established points using software tools, measuring in micrometers (Illustration 2).

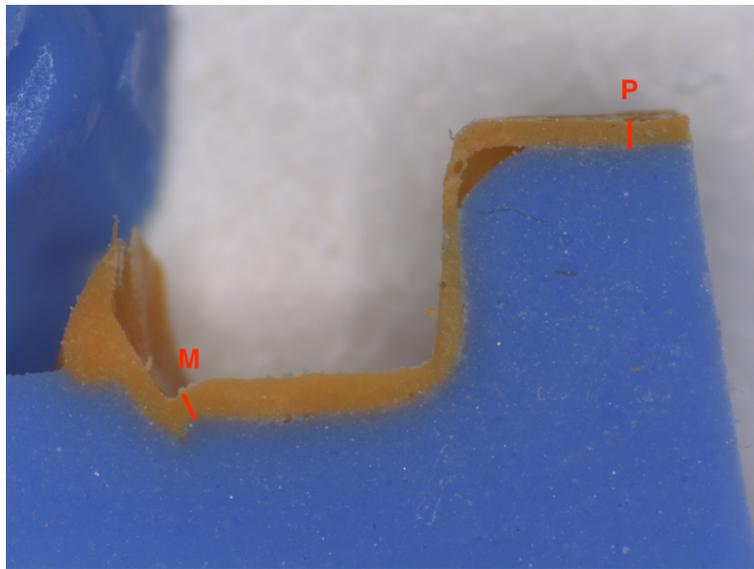


Illustration 2

The data obtained with Leica Suite software, along with the results of the visual inspection, were recorded in tables and interpreted in collaboration with a statistician to obtain the results.

- **Descriptive data analysis:**

For the descriptive calculations, the means, standard error, and ranges (minimum and maximum) were analyzed for the vertical marginal and internal adaptation, while for the horizontal fit, the mode of the results for each inspected surface was measured. The obtained values were grouped into three tables according to the type of fit measured.

- **Statistical data analysis:**

A statistical analysis of the data was performed using Microsoft Excel 16.85 for Windows.

RESULTS:

- Vertical marginal fit (M)

Table 1 reports the measurements obtained using a digital microscope for the vertical marginal fit (M) classified by surface. Among the measurements within the same group, the highest fit value was found in the tooth “H1-9” with a maximum of 653.4 μm on the buccal surface, while the lowest fit was found in the tooth “H1-3” with a minimum of 7.3 μm on the mesial surface. The overall mean obtained was 134.43 μm .

- Vertical internal fit (P)

Table 2 reports the values obtained using a digital microscope for the internal vertical fit (P), classified by surface. The results indicate a higher overall mean internal fit value of 176.59 μm . The maximum misfit was found in the tooth “H1-9” on the buccal surface with a value of 474.9 μm , while the minimum misfit was 59.3 μm , found in the tooth “H1-1” on the distal surface.

- Horizontal fit

The results of the horizontal fit measurement through clinical visual inspection were grouped in Table 3, assigning a numerical value to each condition of horizontal fit. The overall mode for each column was 1, indicating the dominant presence of “horizontal misfit” across the 40 measurements taken in the 10 samples.

DISCUSSION:

The study aimed to evaluate the precision of the CAD-CAM system in the fabrication of indirect restorations, specifically regarding vertical, marginal, internal, and horizontal fit. The null hypothesis, which posited that the CAD-CAM system could achieve a marginal fit between 50 and 100 μm , was rejected. This is because the results obtained did not always show adaptation values that are considered clinically acceptable.

In dentistry, the marginal fit of dental restorations is a widely studied topic, with values in the literature ranging from 10 to 500 μm . Some authors consider marginal discrepancies between 50 and 120 μm clinically acceptable, and for CAD/CAM restorations, marginal discrepancies between 50 and 100 μm . Others consider acceptable values to be between 75 and 160 μm . Certainly, the perfect marginal fit is achieved when the margin of the restoration exactly matches the cavosurface angle of the tooth (9, 10, 11, 12).

- Microscopic evaluation of vertical marginal and internal fit

In this study, 40 points are analyzed to measure the marginal fit of the restorations. Not all measurements are considered clinically acceptable according to the criteria in the literature. The minimum marginal misfit is 7.3 μm (considered clinically optimal) and the maximum is 653.4 μm (not acceptable), with an overall mean of 134.43 μm .

Another 40 points are considered to measure the internal fit of the endocrowns. The results show an overall mean of 176.59 μm , with a minimum of 59.3 μm (considered clinically acceptable) and a maximum of 474.9 μm (considered not acceptable).

A similar study conducted by Gaye Saglam and colleagues in 2020 measured the marginal fit and fracture resistance of endocrowns fabricated with different materials using digital flow. Although they used a similar methodology, there are differences in the type of restoration (crown), the scanner used (Omnicam, Dentsply Sirona), the method of measuring marginal fit (scanning electron microscope), and the material of the endocrowns. The study results show

marginal adaptation values between 71 and 122 μm , considered clinically viable, unlike our results which vary from clinically acceptable to unacceptable, depending on the tooth analyzed (13).

The study by Oubada Suliman and Mohammad R. Rayyan (2023) compares the effect of cement space parameters on the marginal adaptation of milled endocrowns. It is observed that the marginal fit improves with an increase in the cement spacer value, obtaining means of 46.25 μm with a 40 μm spacer, 21.75 μm with an 80 μm spacer, 15.94 μm with a 120 μm spacer, and 13.10 μm with a 160 μm spacer. These results are considered clinically optimal, in contrast with our study, whose results vary from clinically optimal to unacceptable (14).

The study by Hanaa S. Nassar (2022) evaluates and compares the marginal and internal adaptation of endocrowns fabricated using CAD-CAM and traditional methods. The results are similar to those of our study, with the marginal adaptation (47.31 μm mean) being inferior to the internal pulpal adaptation (123.37 μm mean). Additionally, the study emphasizes the importance of carefully considering cement space parameters to avoid interferences and improve the marginal fit in CAD-CAM restorations (9).

- **Clinical visual evaluation of horizontal fit**

In this study, the evaluation of the horizontal fit of the endocrown is performed by an external operator using a 200 μm exploration probe. The parameters and definitions from Raul Iram Euan Salazar's article (2015) are employed to measure the following aspects: optimal fit, misfit, overcontour, and undercontour (12).

A numerical value is assigned to each measured dental surface according to the observed fit. The mode for each surface (buccal, palatal/lingual, mesial, and distal) was 1, indicating a misfit. Horizontal fit is crucial for restorative and prosthetic success.

Overcontour misfits, where the restoration exceeds the tooth margin, can be easily corrected clinically by polishing the restoration. However, undercontour misfits, where the tooth margin exceeds the restoration, require more complex solutions, such as different tooth preparation, thicker cementation, or in the worst case, the re-fabrication of the restoration.

- **Limitations**

The study shows that the precision of marginal fit with the CAD-CAM system varies significantly depending on the methodology and conditions of use. The morphology of the teeth, especially natural and extracted third molars, complicated the standardization of their preparation. Hsuan Chen et al. (2018) indicate that good preparation can achieve an optimal fit, but imperfections can be transmitted to the restoration (15).

The spacer for the cement, set at 90 μm , also had an influence, as even small variations in this value affect the marginal discrepancy. There is disagreement on whether a lower or higher spacer value improves the precision of the fit (9, 14). Additionally, the pressure applied during impressions and the operator's experience significantly affect the accuracy of the results. This highlights the need for rigorous control of conditions and procedures to obtain consistent results in marginal fit studies.

CONCLUSIONS

1) The marginal and internal adaptation of endocrowns fabricated with Chairside flow by a fifth-year dental student showed high variability. Although some samples were clinically acceptable, others were not.

2) The average marginal vertical adaptation was 134.43 μm , and the internal adaptation was 176.59 μm . These results indicate that, although digital workflow can produce a good fit, variations may affect the final quality.

3) The visual evaluation showed a predominance of "horizontal misfit" in the samples, suggesting the need for improvements to prevent microleakage and long-term restoration failures.

BIBLIOGRAPHY

1. Abbott P. Endodontics - Current and future. *J Conserv Dent*. 2012;15(3):202.
2. Ng Y -L., Mann V, Gulabivala K. Tooth survival following non-surgical root canal treatment: a systematic review of the literature. *Int Endod J*. 2010;43(3):171-89.
3. Attar E, Alshali S, Abuhaimeed T. A Comparative Study of the Marginal Fit of Endocrowns Fabricated From Three Different Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) Ceramic Materials: An In Vitro Study. *Cureus*. 2023;15(6):e40081.
4. Vervack V, Keulemans F, Hommez G, De Bruyn H, Vandeweghe S. A Completely Digital Workflow for Nanoceramic Endocrowns: A 5-Year Prospective Study. *Int J Prosthodont*. 2022;35(3):259-68.
5. Sedrez-Porto JA, Rosa WLDOD, Da Silva AF, Münchow EA, Pereira-Cenci T. Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2016;52:8-14.
6. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health*. 2017;17(1):149.
7. Di Fiore A, Zuccon A, Carraro F, Basilicata M, Bollero P, Bruno G, et al. Assessment Methods for Marginal and Internal Fit of Partial Crown Restorations: A Systematic Review. *J Clin Med*. 2023;12(15):5048.
8. Camargo B, Willems E, Jacobs W, Van Landuyt K, Peumans M, Zhang F, et al. 3D printing and milling accuracy influence full-contour zirconia crown adaptation. *Dent Mater*. 2022;38(12):1963-76.
9. Nassar H. Internal fit and marginal adaptation of CAD/CAM lithium disilicate endocrowns fabricated with conventional impression and digital scanning protocols. An in-vitro study. *Egypt Dent J*. 2022;68(4):3793-808.
10. Euán R, Figueras-Álvarez O, Cabratosa-Termes J, Brufau-de Barberà M, Gomes-Azevedo S. Comparison of the Marginal Adaptation of Zirconium

- Dioxide Crowns in Preparations with Two Different Finish Lines. *J Prosthodont.* 2012;21(4):291-5.
11. Taha AI, Hafez ME. An in vitro study measuring marginal gaps of inlay restorations fabricated from different CAD-CAM materials after thermocycling. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):974.
 12. Euán R, Figueras-Álvarez O, Cabratosa-Termes J, Oliver-Parra R. Marginal adaptation of zirconium dioxide copings: Influence of the CAD/CAM system and the finish line design. *J Prosthet Dent.* 2014;112(2):155-62.
 13. Sağlam G, Cengiz S, Karacaer Ö. Marginal adaptation and fracture strength of endocrowns manufactured with different restorative materials: SEM and mechanical evaluation. *Microsc Res Tech.* 2021;84(2):284-90.
 14. Suliman O, Rayyan MR. The Effect of Cement Space Parameters on the Marginal Adaptation of Milled Endocrowns: An In Vitro Study. *Cureus*
 15. Chen H, Hsu ML. The effect of preparation quality on marginal fitness of CAD/CAM restorations. *J Oral Health Dent.* 2018;1(1):1-8

Conflict of interest: none declared

Ethics committee: Research Commission of the Doctoral School and Research of the European University of Valencia, approved on January 30, 2024, in Villaviciosa de Odón, Madrid, Spain, with code CI: 2024-477.

Funding: none declared

Table 1 Vertical marginal adaptation (M) in μm

<i>H1-n</i>	<i>Vb (M)</i>	<i>Pt/Lg (M)</i>	<i>Ms (M)</i>	<i>Dt (M)</i>
1	14.7	21.8	65.9	37.1
2	40.5	57.9	118.5	48.5
3	25.4	11.2	7.3	29.6
4	11.5	54.9	163.9	127.3
5	45.5	125.1	168	101.9
6	302.7	64.3	250.9	268.9
7	118.5	207.9	58.9	499
8	64.7	217.8	183.3	82.6
9	653.4	45.3	443	608.9
10	339.2	61.3	7.8	166
PROMEDIO	161.61	86.75	146.75	196.98
MEDIAL TOTAL M			134.43	

Vb : Vestibular ; *Pt/Lg* : Palatal/Lingual ; *Ms* : Mesial ; *Dt* : Distal

Table 2 Vertical internal adaptation (P) in μm

H1-n	Vb (P)	Pt/Lg (P)	Ms (P)	Dt (P)
1	66.7	97.5	88.3	59.3
2	112	99.3	85.9	84.7
3	98.8	100.3	135.1	66.7
4	93	142.1	104.4	134.1
5	119.8	168.7	164.9	104.1
6	411.7	79.2	223.2	275.8
7	242	140.2	150.3	174.7
8	217.8	207.5	240.3	173.2
9	474.9	394.2	472.7	438.4
10	60.5	188.6	153	218.8
PROMEDIO	189.72	161.76	181.91	172.98
MEDIA TOTAL P			176.59	

Vb : Vestibular ; **Pt/Lg** : Palatal/Lingual ; **Ms** : Mesial ; **Dt** : Distal

Table 3 Horizontal adaptation

<i>H1-n</i>	<i>Vb (P)</i>	<i>Pt/Lg (P)</i>	<i>Ms (P)</i>	<i>Dt (P)</i>
1	3	1	3	2
2	1	3	3	1
3	1	0	1	1
4	3	1	1	2
5	1	0	1	0
6	1	1	2	1
7	0	0	1	3
8	1	1	3	1
9	1	3	1	0
10	1	0	1	0
MODA	1	1	1	1

0 : optimal fit ; 1 : misfit ; 2 : overcontoured ; 3 : undercontoured

***“Adaptación Marginal e Interna de Endocoronas
Realizadas Mediante Flujo Digital:
Un Trabajo Piloto In-Vitro.”***

**Titulo corto: Adaptación de Endocoronas Realizadas mediante
Flujo Digital**

Emanuele Scrinzi¹, Nicolas Collado Castellanos²

1. Estudiante de 5o curso del grado de Odontología en la Universidad Europea de Valencia, Valencia, España.
2. Profesor Facultad Odontología, Co-Director Master en formación permanente en Endodoncia y Odontología Restauradora, Universidad Europea de Valencia, Valencia, España

CORRESPONDENCIA:

Nicolas Collado Castellanos

Paseo Alameda 7, Valencia 46010, Valencia

nicolas.collado@universidadeuropea.es

RESUMEN:

Introducción: La endodoncia ha avanzado significativamente con limas rotatorias de Ni-Ti, microscopios y medicamentos intraconducto, mejorando su eficacia. El éxito depende de la experiencia del operador y el estado del diente. Las endocoronas, introducidas en 1995, son una alternativa resistente fabricada con tecnología CAD-CAM. El flujo digital en odontología, con escáneres intraorales, software de diseño y fresadoras de 4 y 5 ejes, mejora la precisión y comodidad del tratamiento.

Material y método: Este estudio, evaluó la adaptación de restauraciones endocoronas en 10 molares extraídos utilizando tecnología CAD-CAM. Los dientes, preparados, fueron escaneados con Primescan y diseñados utilizando el software CEREC. Las restauraciones fueron fresadas con Primemill, pulidas y glaseadas. La adaptación se evaluó mediante una técnica de réplica de silicona y un microscopio digital Leica. Se recolectaron datos sobre adaptaciones marginales, internas y horizontales, midiendo discrepancias en puntos específicos y analizando los resultados con Microsoft Excel para determinar la significancia estadística.

Resultados: Las mediciones de ajuste de las restauraciones mostraron una media de 134.43 μm para el ajuste vertical marginal, con el valor más alto de 653.4 μm y el más bajo de 7.3 μm . El ajuste vertical interno presentó una media de 176.59 μm , con un desajuste máximo de 474.9 μm y un mínimo de 59.3 μm . La inspección visual del ajuste horizontal indicó un predominio del "desajuste horizontal" en las muestras analizadas.

Conclusión: La adaptación de endocoronas con flujo Chairside fue variable. La media de adaptación marginal fue de 134.43 μm y de 176.59 μm para la adaptación interna sugiriendo que, las variaciones pueden afectar la calidad final. La evaluación visual destacó "desajustes horizontales", señalando la necesidad de mejoras para prevenir microfiltraciones y fallos a largo plazo.

Palabras claves: Endocoronas, Flujo digital, CAD-CAM, CEREC, Chairside, Adaptación marginal, Adaptación interna, Adaptación horizontal, Endodoncia, Restauración, Escáner intraoral

INTRODUCCIÓN:

El tratamiento endodóntico es una intervención clínica odontológica que se lleva a cabo en la consulta clínica diariamente. La endodoncia ha experimentado avances significativos en las últimas dos décadas, especialmente con la introducción de limas rotatorias de Ni-Ti, el uso de microscopios y el desarrollo de medicamentos intraconducto, lo que ha mejorado considerablemente la eliminación del biofilm bacteriano y la longevidad del tratamiento (1).

El diente endodonciado tendrá características fisiológicas diferentes respecto a un diente vital, como la ausencia de vitalidad y una mayor susceptibilidad a fracturas, haciendo más difícil su restauración.

La tasa de éxito y de supervivencia de dientes endodonciados es positiva, con datos estadísticos que toman en consideración los años desde el fin del tratamiento. Se observaron tasas de supervivencia a los 2-3 años del 86.4%, a los 4-5 años del 93.3% y a los 8-10 años una tasa del 86.7%(2).

En el 1995 Pissis y cols. introdujeron un nuevo tipo de restauración y en el 1999 Bindl and Mormann lo nombraron con el nuevo término “endocrown” (3).

Algunas de las características de las endocoronas son una mínima preparación del diente, una mayor resistencia a la fractura en comparación a las restauraciones con poste-muñón, una adhesión óptima y una mayor simplicidad de realización con flujo digital respecto a la fabricación de restauraciones mediante método tradicional (3,4,5).

Las endocoronas son fabricadas principalmente mediante flujo digital, este permite obtener numerosas ventajas sobre la realización de restauraciones con método tradicional como menor incomodidad del paciente, menor tiempo de tratamiento, procedimientos simplificados para el profesional, mejor comunicación con el técnico y los pacientes y mayor estandarización en el proceso de realización (6,7).

El proceso de fabricación de las restauraciones implica el escaneo del diente, el diseño de la restauración y el fresado de esta última (8).

MATERIALES Y METODOS:

- Diseño del estudio:

El diseño del estudio fue de tipo experimental *in vitro*, descriptivo y analítico. El estudio fue llevado a cabo en la Clínica Universitaria Odontológica de la Universidad Europea de Valencia, en la ciudad de Valencia (Valencia, España).

Fue un estudio completamente digital CAD-CAM. Se realizó por un operador, estudiante de 5 año de odontología.

Este estudio experimental cuenta con la aprobación de La Comisión de Investigación de la Escuela de Doctorado e Investigación de la Universidad Europea de Valencia, aprobado el día 30 de enero 2024 en Villaviciosa de Odón, Madrid, España con el código CI: 2024-477.

- Selección de la muestra:

Se seleccionaron 10 dientes molares superiores o inferiores extraídos en la clínica universitaria y en clínicas privadas idóneos para el estudio. Para los dientes extraídos en la clínica universitaria, se entregó un consentimiento informado explicativo del trabajo a los pacientes; los cuales nos autorizan a la recogida de los molares para el estudio.

Fueron incluidos dientes molares superiores e inferiores plenamente desarrollados, se incluyeron dientes sanos, restaurados y careados sin destrucción cuspea restaurables. Se excluyeron molares con malformaciones radiculares, sin desarrollo radicular completo, con fracturas radiculares y dientes no restaurables.

- Descripción del procedimiento

En el estudio, se prepararon diez dientes fijados en bloques de yeso dental, simulando el nivel biológico del hueso alveolar. Se tallaron los dientes. El proceso incluyó: el tallado oclusal cuspeo del diente de 2mm con una fresa de chaflan aplanado (ref. 6881.314.012 Komet). La creación de la caja central de 4mm de profundidad por 4 mm de anchura en sentido V-L y 6mm en sentido M-D se realizó con una fresa troncocónica (ref. 845KR 025 Komet).

Las cavidades de acceso y el suelo de la caja central fueron cubiertos con una capa fina de composite de resina tipo “flow”, previo tratamiento de grabado y adhesión.

Posteriormente, los dientes preparados se escanearon digitalmente con un escáner intraoral Primescan (Dentsply Sirona) y se procesaron con el software CEREC SW 5.2.4 (Dentsply Sirona) para diseñar las endocoronas (Ilustración 1).

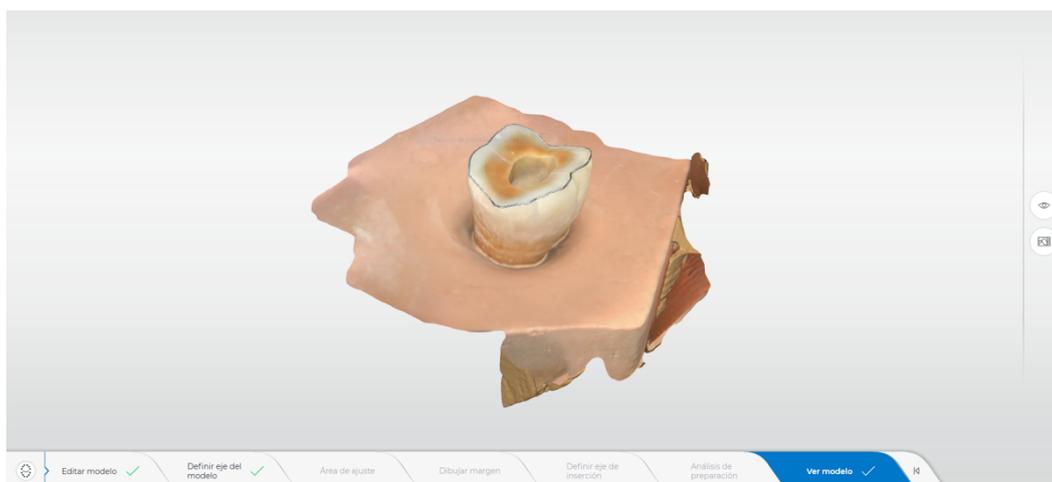


Ilustración 1

Las restauraciones se fabricaron con material CEREC Tessera fresadas en húmedo mediante Primemill (Dentsply Sirona), se glasearon y se cocinaron en horno de alta temperatura CEREC SpeedFire (Dentsply Sirona).

Para evaluar el ajuste marginal e interno, se utilizó la técnica de réplica con siliconas de diferentes texturas, midiendo la discrepancia entre el diente y la endocorona con un microscopio digital Leica DMS 100 y software Leica Suite. Además, se realizó un examen visual clínico del ajuste horizontal, clasificando el ajuste en cuatro categorías: ajuste óptimo, desajuste, sobrecontorneado e infracontorneado.

- Recogida de datos:

Para la recogida de datos, se configuró y calibró el microscopio usando una regla milimetrada de 5 mm como referencia para la calibración en micrómetros. Cada lámina obtenida de las impresiones se posicionó en la plancha, se magnificó 3.5x y se enfocó. Las imágenes resultantes se adquirieron y se analizó

la discrepancia marginal e interna en puntos preestablecidos utilizando herramientas del software, midiendo en micrómetros (Ilustración 2)

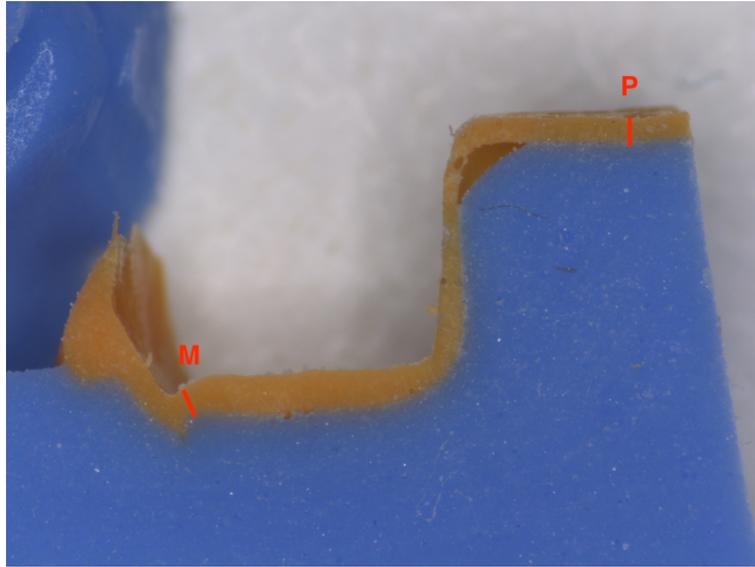


Ilustración 2

Los datos obtenidos con el software Leica Suite, junto con los resultados de la inspección visual, se anotaron en tablas y se interpretaron en colaboración con un estadístico para obtener los resultados finales.

- **Análisis descriptivo de los datos:**

Para los cálculos descriptivos se analizaron las medias, error típico, y rangos (mínimo y máximo) para la adaptación vertical marginal e interna, mientras para el ajuste horizontal se midió la moda de los resultados de cada superficie inspeccionada. Los valores obtenidos se agruparon en tres tablas, según el tipo de ajuste medido.

- **Análisis estadístico de los datos:**

Se realizó un análisis estadístico de los datos con el programa Microsoft Excel 16.85 para Windows.

RESULTADOS:

- Ajuste vertical marginal (M)

En la Tabla 1 se reportan las medidas obtenidas mediante microscopio digital del ajuste vertical marginal (M) clasificadas según la superficie. Entre las medidas dentro del mismo grupo, el valor de ajuste más elevado se encontró en el diente “H1-9” con un máximo en vestibular de 653.4 μm , mientras, el ajuste más bajo se encontró en el diente “H1-3” con valor mínimo en mesial de 7.3 μm . La media general obtenida fue de 134.43 μm .

- Ajuste vertical interno (P)

La Tabla 2 reporta los valores obtenidos mediante microscopio digital del ajuste vertical interno (P), clasificados según la superficie. Los resultados nos indican una media general de ajuste interno más alta con valor de 176.59 μm . El desajuste máximo se encontró en el diente “H1-9” en la superficie vestibular con un valor de 474.9 μm , mientras el desajuste mínimo fue de 59.3 μm y se encontró en el diente “H1-1” en la superficie distal.

- Ajuste horizontal

Los resultados de la medición del ajuste horizontal mediante inspección visual clínica se agruparon en la Tabla 3, asignando un valor numérico a cada condición de ajuste horizontal. La moda general de cada columna fue de 1, demostrando la presencia dominante de “desajuste horizontal” sobre las 40 medidas tomadas en las 10 muestras.

DISCUSION:

El estudio tuvo como objetivo evaluar la precisión del sistema CAD-CAM en la fabricación de restauraciones indirectas, específicamente en cuanto al ajuste vertical, marginal e interno, y horizontal. La hipótesis nula, que postulaba que el sistema CAD-CAM podría lograr un ajuste marginal entre 50 y 100 μm , fue

rechazada. Esto se debe a que los resultados obtenidos no siempre mostraron valores de adaptación que se consideren clínicamente aceptables.

En odontología, el ajuste marginal de restauraciones dentales es un tema ampliamente estudiado, con valores en la literatura que varían entre 10 y 500 μm . Algunos autores consideran clínicamente aceptables desajustes marginales entre 50 y 120 μm , y para restauraciones CAD/CAM, discrepancias marginales entre 50 y 100 μm . Otros consideran aceptables valores entre 75 y 160 μm . El ajuste marginal perfecto se logra cuando el margen de la restauración coincide exactamente con el ángulo cavo superficial del diente (9, 10, 11, 12).

- Evaluación microscópica del ajuste vertical marginal e interno

En este estudio se analizan 40 puntos para medir el ajuste marginal de las restauraciones. No todas las medidas se consideran clínicamente aceptables según los criterios de la literatura. El desajuste marginal mínimo es de 7.3 μm (considerado clínicamente óptimo) y el máximo es de 653.4 μm (no aceptable), con una media total de 134.43 μm .

Se consideran otros 40 puntos para medir el ajuste interno de las endocoronas. Los resultados muestran una media total de 176.59 μm , con un mínimo de 59.3 μm (considerado clínicamente aceptable) y un máximo de 474.9 μm (considerado no aceptable).

Un estudio similar realizado por Gaye Saglam y colaboradores en 2020 mide el ajuste marginal y la resistencia a la fractura de endocoronas fabricadas con diferentes materiales mediante flujo digital. Aunque utilizan una metodología similar, hay diferencias en el tipo de restauración (corona), el escáner utilizado (Omnicam, Dentsply Sirona), el método de medición del ajuste marginal (microscopio electrónico de barrido) y el material de las endocoronas. Los resultados del estudio muestran valores de adaptación marginal entre 71 y 122 μm , considerados clínicamente viables, a diferencia de nuestros resultados que varían desde clínicamente aceptables hasta no aceptables, dependiendo del diente analizado (13).

El estudio de Oubada Suliman y Mohammad R. Rayyan (2023) compara el efecto de los parámetros del espacio de cemento en la adaptación marginal de

endocoronas fresadas. Se observa que el ajuste marginal mejora al aumentar el valor del espaciador de cemento, obteniendo medias de 46.25 μm con espaciador de 40 μm , 21.75 μm con espaciador de 80 μm , 15.94 μm con espaciador de 120 μm y 13.10 μm con espaciador de 160 μm . Estos resultados se consideran clínicamente óptimos, en contraste con nuestro estudio, cuyos resultados varían desde clínicamente óptimos hasta no aceptables (14).

El estudio de Hanaa S. Nassar (2022) evalúa y compara la adaptación marginal e interna de endocoronas fabricadas mediante CAD-CAM y métodos tradicionales. Los resultados son similares a los de nuestro estudio siendo la adaptación marginal (47.31 μm de media) inferior a la adaptación interna pulpar (123.37 μm de media). Además, se destaca la importancia de considerar cuidadosamente los parámetros del espacio de cemento para evitar interferencias y mejorar el ajuste marginal en restauraciones CAD-CAM (9).

- **Evaluación visual clínica del ajuste horizontal**

En este estudio, la evaluación del ajuste horizontal de la endocorona se realiza por un operador externo utilizando una sonda de exploración de 200 μm . Se emplean los parámetros y definiciones del artículo de Raul Iram Euan Salazar (2015) para medir los siguientes aspectos: ajuste óptimo, desajuste, sobrecontorneado e infracontorneado (12).

Se asigna un valor numérico a cada superficie dental medida según el ajuste encontrado. La moda en cada superficie (vestibular, palatina/lingual, mesial y distal) fue 1, indicando un desajuste. El ajuste horizontal es crucial para el éxito restaurativo y protésico.

Desajustes tipo sobrecontorneado, donde la restauración sobrepasa el margen del diente, se pueden corregir fácilmente en clínica puliendo la restauración. Sin embargo, desajustes tipo infracontorneado, donde el margen del diente sobrepasa la restauración, requieren soluciones más complejas, como un diferente tallado del diente, un cementado más espeso, o en el peor de los casos, la re-fabricación de la restauración.

- Limitaciones

El estudio muestra que la precisión del ajuste marginal con el sistema CAD-CAM varía significativamente según la metodología y condiciones de uso. La morfología de los dientes, especialmente terceros molares naturales y extraídos, complicó la estandarización de su preparación. Hsuan Chen et al. (2018) indican que una buena preparación puede lograr un ajuste óptimo, pero las imperfecciones pueden transmitirse a la restauración (15).

El espaciador para el cemento, fijado en 90 μm , también influyó, ya que incluso pequeñas variaciones en este valor afectan la discrepancia marginal. Existe desacuerdo sobre si un menor o mayor valor del espaciador mejora la precisión del ajuste (9, 14). Además, la presión aplicada durante las impresiones y la experiencia del operador afectan significativamente la precisión de los resultados. Esto resalta la necesidad de un control riguroso de las condiciones y procedimientos para obtener resultados consistentes en estudios de ajuste marginal.

CONCLUSION

- 1) La adaptación marginal e interna de las endocoronas realizadas con flujo Chairside por un alumno de 5 curso de odontología mostraron una elevada variabilidad. Aunque algunas muestras fueron clínicamente aceptables, otras no.
- 2) La media de la adaptación vertical marginal fue de 134.43 μm y la interna de 176.59 μm . Estos resultados indican que, aunque el flujo digital puede producir buen ajuste, las variaciones pueden afectar la calidad final.
- 3) La evaluación visual mostró un predominio del "desajuste horizontal" en las muestras, sugiriendo la necesidad de mejoras para prevenir microfiltraciones y fallos de las restauraciones a largo plazo.

BIBLIOGRAFIA

1. Abbott P. Endodontics - Current and future. *J Conserv Dent*. 2012;15(3):202.
2. Ng Y -L., Mann V, Gulabivala K. Tooth survival following non-surgical root canal treatment: a systematic review of the literature. *Int Endod J*. 2010;43(3):171-89.
3. Attar E, Alshali S, Abuhaimeed T. A Comparative Study of the Marginal Fit of Endocrowns Fabricated From Three Different Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) Ceramic Materials: An In Vitro Study. *Cureus*. 2023;15(6):e40081.
4. Vervack V, Keulemans F, Hommez G, De Bruyn H, Vandeweghe S. A Completely Digital Workflow for Nanoceramic Endocrowns: A 5-Year Prospective Study. *Int J Prosthodont*. 2022;35(3):259-68.
5. Sedrez-Porto JA, Rosa WLDOD, Da Silva AF, Münchow EA, Pereira-Cenci T. Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2016;52:8-14.
6. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health*. 2017;17(1):149.
7. Di Fiore A, Zuccon A, Carraro F, Basilicata M, Bollero P, Bruno G, et al. Assessment Methods for Marginal and Internal Fit of Partial Crown Restorations: A Systematic Review. *J Clin Med*. 2023;12(15):5048.
8. Camargo B, Willems E, Jacobs W, Van Landuyt K, Peumans M, Zhang F, et al. 3D printing and milling accuracy influence full-contour zirconia crown adaptation. *Dent Mater*. 2022;38(12):1963-76.
9. Nassar H. Internal fit and marginal adaptation of CAD/CAM lithium disilicate endocrowns fabricated with conventional impression and digital scanning protocols. An in-vitro study. *Egypt Dent J*. 2022;68(4):3793-808.
10. Euán R, Figueras-Álvarez O, Cabratosa-Termes J, Brufau-de Barberà M, Gomes-Azevedo S. Comparison of the Marginal Adaptation of Zirconium

- Dioxide Crowns in Preparations with Two Different Finish Lines. *J Prosthodont.* 2012;21(4):291-5.
11. Taha AI, Hafez ME. An in vitro study measuring marginal gaps of inlay restorations fabricated from different CAD-CAM materials after thermocycling. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):974.
 12. Euán R, Figueras-Álvarez O, Cabratosa-Termes J, Oliver-Parra R. Marginal adaptation of zirconium dioxide copings: Influence of the CAD/CAM system and the finish line design. *J Prosthet Dent.* 2014;112(2):155-62.
 13. Sağlam G, Cengiz S, Karacaer Ö. Marginal adaptation and fracture strength of endocrowns manufactured with different restorative materials: SEM and mechanical evaluation. *Microsc Res Tech.* 2021;84(2):284-90.
 14. Suliman O, Rayyan MR. The Effect of Cement Space Parameters on the Marginal Adaptation of Milled Endocrowns: An In Vitro Study. *Cureus* [Internet]. 2023; Disponible en: <https://www.cureus.com/articles/151433-the-effect-of-cement-space->
 15. Chen H, Hsu ML. The effect of preparation quality on marginal fitness of CAD/CAM restorations. *J Oral Health Dent.* 2018;1(1):1-8

Conflicto de interés: ninguno declarado

Comité de ética: Comisión de Investigación de la Escuela de Doctorado e Investigación de la Universidad Europea de Valencia, aprobado el día 30 de enero 2024 en Villaviciosa de Odón, Madrid, España con el código CI: 2024-477.

Financiamiento: ninguno declarado

Tabla 1 Adaptación vertical marginal (M) en μm

H1-n	Vb (M)	Pt/Lg (M)	Ms (M)	Dt (M)
1	14.7	21.8	65.9	37.1
2	40.5	57.9	118.5	48.5
3	25.4	11.2	7.3	29.6
4	11.5	54.9	163.9	127.3
5	45.5	125.1	168	101.9
6	302.7	64.3	250.9	268.9
7	118.5	207.9	58.9	499
8	64.7	217.8	183.3	82.6
9	653.4	45.3	443	608.9
10	339.2	61.3	7.8	166
PROMEDIO	161.61	86.75	146.75	196.98
MEDIAL			134.43	
TOTAL M				

Vb : Vestibular ; **Pt/Lg** : Palatino/Lingual ; **Ms** : Mesial ; **Dt** : Distal

Tabla 2 Adaptación vertical interna (P) en μm

H1-n	Vb (P)	Pt/Lg (P)	Ms (P)	Dt (P)
1	66.7	97.5	88.3	59.3
2	112	99.3	85.9	84.7
3	98.8	100.3	135.1	66.7
4	93	142.1	104.4	134.1
5	119.8	168.7	164.9	104.1
6	411.7	79.2	223.2	275.8
7	242	140.2	150.3	174.7
8	217.8	207.5	240.3	173.2
9	474.9	394.2	472.7	438.4
10	60.5	188.6	153	218.8
PROMEDIO	189.72	161.76	181.91	172.98
MEDIA TOTAL P			176.59	

Vb : Vestibular ; **Pt/Lg** : Palatino/Lingual ; **Ms** : Mesial ; **Dt** : Distal

Tabla 3 Adaptación horizontal

H1-n	Vb (P)	Pt/Lg (P)	Ms (P)	Dt (P)
1	3	1	3	2
2	1	3	3	1
3	1	0	1	1
4	3	1	1	2
5	1	0	1	0
6	1	1	2	1
7	0	0	1	3
8	1	1	3	1
9	1	3	1	0
10	1	0	1	0
MODA	1	1	1	1

0 : ajuste optimo ; 1 : desajuste ; 2 : sobrecontorneado ; 3 : infracontorneado