



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

**EVALUACIÓN IN VITRO DE LA ADAPTACIÓN DE COFIAS
METÁLICAS FABRICADAS CON LA TÉCNICA CONVENCIONAL Y
FRESADO EN CAD/CAM DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE
CERÁMICA FELDESPÁTICA EN ETAPA FINAL.**

Tesis para optar por el Título de Especialista en Rehabilitación Oral

Alumno:

Angie Daniela Devis Azuaje

Lima - Perú

2019

JURADO EXAMINADOR

Presidente : Dr. CD Edinson Antonio Díaz Saravia

Calificador : Mg. ESp.CD Arturo Kobayashi Shinya

Calificador : Mg. CD José Antonio Balarezo Razzeto

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 10 de Abril de 2019

CALIFICATIVO : Aprobado con mención honorable

ASESORES

Mg. Esp. CD. Martín Gilberto Quintana del Solar

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

Mg. Esp. CD. Diana Esmeralda Castillo Andamayo

Departamento Académico de Odontología Social

DEDICATORIA

A mi familia, a mis padres y hermanos; en especial a mi hermano Alexis, por ayudarme en todo momento, por creer, confiar en mí y demostrarme que lo que nos proponemos con el corazón siempre es posible. A Venezuela por verme nacer y a Perú por recibirme y permitirme crecer en él.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios; por iluminar mi camino, acompañarme en cada paso de mi vida y darme la salud para realizar cada meta que me he propuesto.
- A mis asesores por su paciencia y dedicación para la realización de esta investigación.
- A mi madre Ángela y a mis hermanos Alexis y Alan, los cuales han sido piezas fundamentales en mi vida para mi crecimiento como persona y como profesional.
- A todas las personas que directa e indirectamente desde el día que llegué a este hermoso país me han brindado todo su apoyo y ayuda para sentirme como en casa, llenarme de ánimos cada día y hacer de esta experiencia la mejor de todas.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar in vitro la adaptación marginal e interna de cofias metálicas de aleación Co-Cr fabricadas con dos técnicas: cera perdida colada por centrifugación convencional (CPCC) y fresado de bloque blando (SMB) por CAD/CAM, después de la aplicación de la cerámica feldespática de recubrimiento en etapa final. **Materiales y métodos:** Se realizó un modelo maestro de Co-Cr de una pieza preparada con terminación chamfer, a partir de este se confeccionaron 13 cofias Co-Cr con técnica CPCC y 13 para el SMB por CAD/CAM. Posteriormente se realizó la aplicación de la cerámica a dichas cofias y utilizando la técnica de réplica de silicona; se evaluaron las adaptaciones marginales e internas de las mismas. Previamente se sometieron a una presión constante de 15N para posteriormente ser evaluado el grosor de la silicona bajo estereomicroscopio; evaluando 12 medidas por espécimen, 6 medidas en sentido vestibulo-palatino y 6 mesio-distal, dividiéndose en zona cervical, axial y oclusal. **Resultados:** Los análisis estadísticos incluyeron la prueba t de Student y U Mann-Whitney, de igual forma se evaluaron los supuestos de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk para analizar diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p < 0.05$). La discrepancia marginal fue menor a $120\mu\text{m}$ y la discrepancia interna menor a $350\mu\text{m}$ para ambas técnicas. **Conclusiones:** Los valores encontrados no fueron concluyentes para saber cuál técnica tiene mejor adaptación después de aplicar la cerámica, ya que solo hubo valores estadísticamente significativos en ciertos puntos de medición. Para ambas técnicas se encontraron valores clínicamente aceptables.

Palabras claves: Diseño Asistido por Computador, Adaptación, Cerámica.

ABSTRACT

Objective: To evaluate in vitro the marginal and internal adaptation of metal Co-Cr alloys made with two techniques: lost wax cast by conventional centrifugation (CPCC) and soft milling block (SMB) by CAD / CAM, after the application of the ceramic feldspathic coating in final stage. **Materials and methods:** A Co-Cr master model of a piece prepared with a chamfer termination was made. From this, 13 Co-Cr copings were made with technique CPCC and 13 for SMB by CAD / CAM. Subsequently, the application of the ceramic to said copings was carried out and, using the silicone replica technique, the marginal and internal adaptations of the same were evaluated. Previously, they were subjected to a constant pressure of 15N to later be evaluated the thickness of the silicone under stereomicroscope; evaluating 12 measurements per specimen, 6 measurements in the vestibulo-palatal and 6 mesio-distal directions, dividing into cervical, axial and occlusal area. **Results:** Statistical analyzes included the Student's t-test and U Mann-Whitney, as well as evaluated the assumptions of normality with the Shapiro-Wilk test to analyze statistically significant differences between the groups ($p < 0.05$). The marginal discrepancy was less than 120 μ m and the internal discrepancy was less than 350 μ m for both techniques. **Conclusions:** The values found were not conclusive to know which technique has better adaptation after applying the ceramic, because there are only statistically significant values at certain measurement points. For both techniques, clinically acceptable values were found.

Key words: Computer-Aided Design, adaptation, ceramics.

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Discrepancias marginales de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con las técnicas CPCC y SMB en CAD/CAM, antes de la aplicación de la cerámica feldespática, según tipo de corte y punto marginal.	26
Tabla 2. Discrepancias marginales de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con las técnicas CPCC y SMB en CAD/CAM, después de la aplicación de la cerámica feldespática, según tipo de corte y punto marginal.	27
Tabla 3. Discrepancias internas de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con las técnicas CPCC y SMB en CAD/CAM, después de la aplicación de la cerámica feldespática, según tipo de corte, zona y punto interno.	28
Tabla 4. Discrepancias internas de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con las técnicas CPCC y SMB en CAD/CAM, antes de la aplicación de la cerámica feldespática, según tipo de corte, zona y punto interno.	29

- Tabla 5.** Comparación de las adaptaciones internas en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr con las técnicas CPCC y SMB en CAD/CAM, antes y después de la aplicación de la cerámica feldespática, según tipo de corte, zona y punto interno. 30
- Tabla 6.** Comparación de las adaptaciones marginales en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con las técnicas CPCC y SMB en CAD/CAM, antes y después de la aplicación de la cerámica feldespática, según tipo de corte y punto marginal 31

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

ADA	:	Asociación Dental Americana
Au	:	Oro
Be	:	Berilio
CAD	:	Computer aided design / diseño asistido por computadora
CAM	:	Computer aided manufacturing / fabricación asistida por Computadora
Cd	:	Cadmio
Ce	:	Cerio
Co	:	Cobalto
CO₂	:	Dióxido de carbono
Cr	:	Cromo
CPVC	:	Cloruro de polivinilo clorado
CPCC	:	Cera perdida colada por centrifugación convencional.
CET	:	Coeficiente de expansión térmica
Fe	:	Hierro
Ga	:	Galio
GIREC	:	Grupo de Investigación de Restauraciones Computarizadas.
mm	:	Milímetros
Mn	:	Manganeso
Mo	:	Molibdeno
MPa	:	Mega pascale
N	:	Nitrógeno
Nb	:	Niobio
Nd-YAG	:	Granate de aluminio de itrio dopado con neodimio
Ni	:	Níquel

Pd : Paladio

Pt : Platino

Si : Silicio

SMB : Soft milling block / fresado de bloque blando

SLM : Selective Laser Melting o fusión selectiva por láser

Ti : Titanio

µm : Micrómetros

VPS : Polivinnilsiloxano

VPES : Vinil Polieter silicona

W : Wolframio

Zn : Zinc

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	4
III. HIPOTESIS	5
IV. MATERIALES Y METODOS.....	5
V. RESULTADOS.....	14
VI. DISCUSIÓN.....	17
VII. CONCLUSIONES.....	21
VIII. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	22
IX. CONFLICTO DE INTERÉS.....	22
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
ANEXOS.....	26

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente se usan diferentes materiales y técnicas para confeccionar una restauración, siendo las restauraciones metal cerámica las más usadas (1,2) en tratamientos en el sector posterior por su durabilidad, propiedades mecánicas y su costo accesible en comparación con las restauraciones libres de metal (3). Indistintamente del tipo de material y técnica la adaptación es una de las partes más susceptible de fallar (4).

Se define línea de terminación a la conformación del margen de la pieza dentaria a rehabilitar, en donde se busca el acople de las restauraciones fijas cementadas (5). La adaptación marginal e interna depende tanto de los procedimientos clínicos como del laboratorio, siendo ambas de mucha importancia porque son el punto crítico del éxito de la restauración. La adaptación casi perfecta de estas restauraciones sobre todo a nivel marginal es necesaria para evitar inflamaciones gingivales, caries y en muchos casos la pérdida de la pieza dentaria y de la restauración; ocasionando graves problemas para el paciente tanto estéticos como funcionales (2).

La adaptación marginal se define como “el adecuado ajuste que debe existir entre la línea de terminación de la preparación dentaria y el margen cervical de la corona”. La distancia que existe entre la línea cavo superficial de la línea de terminación y el margen de la restauración se le conoce como discrepancia marginal, tomando en cuenta que una menor discrepancia marginal es equivalente a una mejor adaptación marginal. La discrepancia marginal, varía entre diferentes estudios; Vojdani *et al.* (6) definen que la discrepancia marginal clínicamente aceptable se encuentra entre 50 a 120 μm . Esta discrepancia puede evaluarse de diferentes maneras, en una vista directa, un corte seccional, examinación clínica, ente otros (6,7).

La adaptación interna se define como “la distancia perpendicular existente entre la estructura de la corona y la superficie del pilar dentario”, de igual forma la distancia existente entre estos dos puntos se conoce como discrepancia interna; esta distancia debe ser uniforme y suficiente

como para proporcionar el espacio para el agente cementante; de esta forma proporcionarle a la restauración la retención y resistencia (5). La discrepancia interna debe ser uniforme pudiendo oscilar en un rango de 50 a 350 μ m (8).

Bottino *et al.*(9), demostraron que la línea de terminación afecta la adaptación marginal, resultando así la terminación *chamfer* y hombro las mejores en cuanto a adaptación se refiere; sin embargo, el éxito de las restauraciones van a estar dadas por la línea de terminación, el tipo de cemento y el buen asentamiento de la restauración.

Históricamente las restauraciones dentales han hecho uso del oro (Au) como base para muchas restauraciones, sin embargo, las aleaciones de Cromo-Níquel (Cr- Ni) han sido las más populares en cuanto a base metálica de las diferentes restauraciones; a pesar de esto, estos materiales podrían desarrollar niveles de toxicidad, por lo que se ha venido desarrollando el uso de materiales como Cobalto-Cromo (Co-Cr), siendo este más biocompatible, resistente a la corrosión y estable en el ambiente biológico (10). Las aleaciones de Co-Cr poseen propiedades como su módulo de elasticidad (>200 Mpa), su límite elástico (>450 Mpa), y su límite proporcional que es uno de los más altos de las aleaciones usados en odontología, lo cual hace que sea un material de preferencia al momento de realizar restauraciones; garantizando de ésta forma aleaciones rígidas y con poca facilidad a la deformación (10, 11).

En la actualidad hay varias técnicas para obtener cofias metálicas Co-Cr, como las coladas (convencional e inducción) y diseño asistido por computador/ manufactura asistido por computador o CAD/CAM (aditivas y sustractivas). Una técnica de colado es la de cera perdida colada por centrifugación convencional (CPCC) y una técnica CAD/CAM por sustracción es la de fresado de bloque blando o *soft milling block* (SMB) (12). Los métodos de sustracción se basan en puntas de diamantes que fresan bloques, en éste caso de Co-Cr. Este método tiene muchas ventajas como reducción de estrés y sobretodo reducción en el tiempo

de preparación. Después del diseño mediante un software (CAD) se realiza el fresado en seco (CAM), obteniendo una estructura presinterizada grisácea; posteriormente las estructuras son sinterizadas en un horno con atmósfera de gas Argón a una temperatura aproximada de 1300°C, teniendo una reducción según el fabricante de un 11% y de ésta forma culminar el proceso; obteniendo un producto final con menos riesgo de contaminación ya que hay una disminución significativa de los pasos y no se requiere agua para su fresado; siendo esto una de sus grandes ventajas. La eficiencia en el procesamiento, la rapidez, exactitud, eficacia y facilidad en la fabricación serían las ventajas de este sistema, evitando así futuras imperfecciones las cuales podrían ocasionar debilitamiento en las estructuras (13-16).

En pasados y recientes estudios se ha demostrado que, referente a la fabricación de prótesis fija, no se ha logrado producir un óptimo sellado de las mismas (17,18); se podrían describir varias razones en su confección; sin embargo, una de las razones más importantes es que las coronas metal cerámica usualmente son sometidas a una serie de cocciones de la cerámica para lograr así los requerimientos clínicos deseados, necesitando a su vez una variedad de tratamientos a altas temperaturas, las cuales pueden conducir a la distorsión de las cofias, resultando en una discrepancia marginal, afectando en consecuencia nuestros resultados clínicos (19).

Actualmente diversos estudios avalan que la desadaptación marginal e interna se da en mayor parte en el proceso de oxidación (antes de la aplicación de la cerámica) y en la etapa final (glaseado). Esta distorsión marginal puede ser causada por diversos factores, entre ellos encontramos: El tipo de aleación, la contracción de la cerámica durante la cocción; siendo ésta uno de los factores más importantes; el diseño de la cofia, variación en la expansión térmica, y diseño del margen (20,21).

El propósito del estudio será evaluar in vitro la adaptación de cofias metálicas fabricadas con la técnica CPCC y SMB en CAD/CAM después de la aplicación de la cerámica feldespática en etapa final (glaseado).

II. OBJETIVOS

II.1 Objetivo general

Evaluar in vitro la adaptación marginal e interna de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr fabricadas sobre una línea de terminación tipo *chamfer* con dos técnicas: CPCC y SMB en CAD/CAM, después de la aplicación de la cerámica feldespática de recubrimiento en etapa final, según tipo de corte, punto marginal, zona interna y punto interno.

II.2 Objetivos específicos

1. Determinar las discrepancias marginales en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas sobre una línea de terminación tipo *chamfer* fabricadas por la técnica CPCC y SMB en CAD/CAM, después de la aplicación de la cerámica feldespática de recubrimiento en etapa final, según tipo de corte y punto de medición marginal.
2. Determinar las discrepancias interna en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas sobre una línea de terminación tipo *chamfer* fabricadas por la técnica CPCC y SMB en CAD/CAM, después de la aplicación de la cerámica feldespática de recubrimiento en etapa final, según tipo de corte y punto de medición interno.
3. Comparar las adaptaciones marginales en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas sobre una línea de terminación tipo *chamfer* fabricadas por la técnica CPCC y SMB en CAD/CAM, después de la aplicación de la cerámica feldespática de recubrimiento en etapa final, según tipo de corte y punto de medición marginal.

4. Comparar las adaptaciones internas en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas sobre una línea de terminación tipo *chamfer* fabricadas por la técnica CPCC y SMB en CAD/CAM, después de la aplicación de la cerámica feldespática de recubrimiento en etapa final, según tipo de corte y punto de medición interno.

III. HIPOTESIS

Las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr fabricadas sobre una línea de terminación tipo *chamfer* mediante la técnica SMB en CAD/CAM luego de la aplicación de cerámica feldespática de recubrimiento en etapa final, presentan mejor adaptación marginal e interna en comparación con las cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr fabricadas sobre una línea de terminación tipo *chamfer* mediante la técnica CPCC después de la aplicación de cerámica feldespática de recubrimiento en etapa final.

IV. MATERIALES Y METODOS

IV.1 Diseño del estudio.

El presente estudio fue de tipo experimental in vitro y transversal.

IV.2 Muestra.

La muestra de estudio se conformó por cofias metálicas de Co-Cr que luego fueron recubiertas con cerámica feldespática obteniendo coronas metal cerámicas, confeccionadas en modelos de yeso obtenidos de un modelo maestro. Para determinar el tamaño muestral se tomó como referencia el artículo base de Tamac *et al.* (3), aplicando la fórmula estadística de tamaño muestral para una comparación de medias:

$$n = \frac{Z_{1-\alpha}^2 * S^2}{d^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 \times 583.22^2}{13.2^2} = 12,85 \Rightarrow 13 \text{ cofias}$$

n= tamaño necesario de la muestra.

Z = margen de confiabilidad o número de unidades de desviación estándar en la distribución normal que producirá un nivel deseado de confianza.

S = desviación estándar de la población conocida o estimada a partir de anteriores estudios o de una prueba piloto.

d = error o diferencia máxima entre la media muestral y la media de la población que se está dispuesto a aceptar con un nivel de confianza que se ha definido.

Se obtuvo un tamaño muestral de 13 cofias unitarias para cada grupo, con un total de 26 cofias, usando un 95% de nivel de confianza.

Criterios de selección: Impresiones nítidas de silicona Polivinilsiloxano; modelos de trabajo sin imperfecciones y terminaciones *chamfer* nítidas; cofias metálicas sin imperfecciones de Co- Cr confeccionadas mediante CPCC y SMB en CAD/CAM que luego fueron recubiertas de manera uniforme con cerámica feldespática y glaseadas, manteniendo un grosor y anatomía adecuados; cofias que presenten asentamiento pasivo en el modelo de trabajo y réplicas de silicona VPES que presenten integridad y continuidad en los puntos de medición.

IV.3 Definición operacional de variables.

Ver cuadro de operacionalización de variables (Anexo 1).

IV.4 Procedimientos y técnicas.

El presente estudio forma parte de una línea de investigación del Grupo de Investigación de Restauraciones Computarizadas (GIREC) del área de Rehabilitación Oral del Postgrado de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, el cual evaluó la adaptación marginal e interna de cofias con distintas técnicas de fabricación. Dicho estudio fue aprobado

por la Unidad de Investigación de Facultad de Medicina, de Estomatología y de Enfermería UPCH. El presente estudio empleó las variables y resultados iniciales del grupo de investigación GIREC, sobre técnica CPCC y SMB en CAD-CAM sobre línea de terminación chamfer realizada por Loarte (22); Esta investigación, agregó la variable de aplicación de cerámica feldespática con la finalidad de comparar los resultados de adaptación antes y después de la aplicación de la cerámica feldespática en etapa final; de esta forma se obtuvo un nuevo aporte científico, permitiendo así continuar la línea de investigación.

Capacitación y calibración: Se realizó una capacitación y calibración a cada uno de los integrantes de la línea de investigación GIREC de los diversos procedimientos del estudio a cargo del Gold Estándar del Mg. Esp. Martín Quintana del Solar. Así mismo, se realizó una prueba piloto para evaluar y determinar los materiales y técnicas más adecuadas; permitiendo a su vez realizar Análisis de Concordancia y correlación intraclase donde según el análisis estadístico KAPPA el valor de coeficiente fue de 0.9; con estos resultados se demuestra que el investigador observa de forma similar que el Gold Estándar.

Elaboración del modelo maestro. El presente estudio, utilizó el modelo maestro de Co-Cr, hecho en CAD/CAM con línea de terminación tipo chamfer, utilizado en la línea de investigación GIREC. Su confección se describe en las tesis de Loarte (22) fueron obtenidos del escaneado de las preparaciones dentarias de dos primeros premolares superiores, extraídos dentro de la clínica docente asistencial de la UPCH, por motivos ortodónticos, libre de caries y de restauraciones, con una convergencia hacia oclusal de 12°, 2 mm a nivel oclusal, 1.5 mm a nivel de las paredes axiales y a nivel del hombro 1 mm de espesor para la línea de terminación tipo chamfer.

Toma de impresión. La impresión del modelo maestro con terminación chamfer, fue realizada por Loarte (22) para la técnica CPCC y SMB, se usó unos dispositivos de plástico

rígido Tapón hembra Pavco® (Mexichem Perú S.A, Lima, Perú) que imitó a una cubeta individual, se aplicó adhesivo Universal Tray Adhesive® (Zhermack, Badia Polesine, Italia) y se usó la técnica de doble mezcla con el material de impresión polivilsiloxano Elite HD+ Putty Soft Normal Set® (Zhermack Group, Badia Polesine, Italia) y Elite HD+ Ligth Body Normal Set® (Zhermack Group, Badia Polesine, Italia), se realizaron 14 impresiones (13 para la técnica CPCC y 1 para la técnica SMB); para el vaciado con yeso tipo IV extraduro Elite Master® (Zhermack Group, Badia Polesine, Italia)), con especificaciones del fabricante de tiempo de fraguado de 14 minutos (con una expansión después de dos horas de 0.08% y una concentración de agua y polvo de 21ml/100mg), la línea de investigación GIREC espero 24 horas, luego se usó el dosificador de yeso Smartbox X2® (Amann Girrbaach, Koblach, Austria) para obtener una relación ideal entre yeso-agua y el mezclador Smartmix® (Amann Girrbaach, Koblach, Austria), previamente calibrado, para obtener una mezcla uniforme e isotrópica. Se vertió la mezcla directamente en la impresión con una vibración constante, para evitar la aparición de burbujas en el modelo de trabajo. Obtenidos los 14 modelos de trabajo, se procedió a realizar la delimitación con un lápiz de color rojo en la línea de terminación

Técnica CPCC. Para el presente estudio, se utilizaron los valores obtenidos en la medición de adaptación marginal e interna del colado convencional de las 13 cofias metálica unitarias con terminación chamfer del investigador Loarte (22), perteneciente a la línea de investigación GIREC. Por ello no se realizaron nuevas cofias de esta técnica. El procedimiento realizado para confeccionar las 13 cofias fue el siguiente: A los modelos se aplicó un sellador de poros o endurecedor Die: Master Duo® (Renfert, Hilzingen, Alemania) el cual tiene un espesor 5µm, luego se puso dos capas del espaciador Pico Fit® (Renfert, Hilzingen, Alemania) de 20µm por encima de la línea de terminación, finalmente se aplicó una capa de aislante para cera Picosep® (Renfert, Hilzingen, Alemania) de 5µm sobre la preparación. Como resultado se obtuvo las siguientes medidas: en la zona cervical 10µm y en el resto de la preparación

tanto en las paredes axiales como en la parte oclusal 50µm. El patrón de cera de la cofia se empleó la técnica de cera por inmersión Renfert Hotty® (Renfert, Hilzingen, Alemania), con cera GEO-DIP® (Renfert, Hilzingen, Alemania). Para formar el collar cervical, se agregó cera con instrumentos de encerado PKT N° 1. Se midió con un calibrador de cera, el cual fue de 0.5mm de espesor. Por último, se readaptó el margen con la cera de márgenes StarWax C® (Dentaurum, Ispringen, Alemania) seguidamente se le colocaron los bebederos. Luego las cofias se colocaron en el formador de crisol nuevo, el cual fue revestido de yeso refractario Formula 1(Whip Mix®, Kentucky, Estados Unidos); se llevaron al horno de precalentamiento rápido DE2 (Zhermack Group, Badia Polesine, Italia), luego se realizó la fundición de la aleación de Co-Cr Cromoron Premium C® (DG Dental, Gornji Grad, Slovenia) con ayuda de un soplete de doble punta tipo ducha a 90°C. Se impulsó la aleación metálica al interior de la cámara de moldeo mediante la acción de una fuerza centrífuga realizada con una centrifuga mecánica; una vez que el colado haya enfriado a temperatura ambiente se procedió al desrevestido, acabado y pulido de la cofia. Se aplicó el criterio de selección y si alguna de las cofias no cumplía se procedía a repetirla.

Técnica SMB en CAD-CAM. Para el presente estudio, se utilizaron los valores obtenidos en la medición de adaptación marginal e interna de la técnica de fresado de las 13 cofias metálica unitarias con terminación chamfer del investigador Loarte (22), perteneciente a la línea de investigación GIREC. Por ello no se realizaron nuevas cofias de esta técnica. El procedimiento realizado para confeccionar las 13 cofias fue el siguiente: Se trabajó con el sistema Ceramill® (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria). Se procedió al escaneado del modelo en yeso (CAD) mediante el escáner Ceramill® map400 (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria), utilizando un software de diseño Ceramill® Mind (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria), obteniendo imágenes digitales. Se trabajó con bloques blandos presinterizados de Co-Cr Ceramill® Sintron (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria),

utilizando una máquina fresadora Ceramill® Motion 2 (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria). Finalmente para la obtención de las cofias ya terminadas se realizó el proceso de sinterizado mediante el horno de sinterización para Co-Cr, Ceramill® Argotherm2 (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria); en una atmósfera de gas Argón a una temperatura de 1280 °C por un periodo de cinco horas, al finalizar este proceso hay una contracción de 11%, dato brindado por el fabricante. Se trabajó con las medidas de 25µm en la zona nivel cervical (1mm de espesor) y de 50µm en la parte interna en el resto de la preparación hacia oclusal. Se aplicó el criterio de selección y si alguna de las cofias no cumplía se procedía a repetirla.

Aplicación de cerámica feldespática. Con el fin de obtener el mismo grosor de la cerámica en todas las caras de las cofias, se enceró con cera para esculpir Yeti Dental IQ compact opaque (YETI Dentalprodukte GmbH, Engen, Alemania) sobre una cofia metálica usada en el piloto puesta sobre el modelo maestro, se encero de manera incremental a un espesor de 1mm en las caras axiales y de 1.5mm la cara oclusal con una angulación de 30° en las vertientes vestibular y palatino; se verificó el grosor con un calibrador de cera Calipretto S (Renfert GmbH, Hilzingen, Alemania). Luego se colocó sobre el modelo de yeso y se realizaron muescas en cada lado del modelo para evitar rotaciones de una llave de acrílico transparente que posteriormente fue confeccionada con el fin de colocarla cada vez que se aplique la cerámica en las cofias y verificar el grosor de la misma en cada capa de aplicación; tratando de conservar la similitud del grosor entre todas las cofias. Para las cofias hechas en SMB se confeccionaron nuevos modelos de yeso para la aplicación de la cerámica, se emplearon y utilizaron los mismos pasos y materiales descritos previamente en la toma de impresión del modelo maestro.

Los pasos para el tratamiento de las cofias fueron los siguientes:1) Tratamiento de superficie del metal con tres piedras de punta montada de diferente espesor cada una de ellas; 2)Arenado de las cofias con una arenadora de precisión Basic Classic (Renfert GmbH, Hilzingen,

Alemania) con óxido de aluminio Edelkorund (Eisenbacher Dentalwaren ED GmbH, Wörth am Main, Alemania) de 110µm aplicando una presión de dos bares para eliminar las partículas que pudieron quedar del asperezado; 3) Baño de ultrasonido VITA SONIC II® (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Alemania) y alcohol isoropílico durante diez minutos; 4) Proceso de oxidación donde las cofias son introducidas al horno VITA VACUMAT® 40 T (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Alemania) por 15 minutos a una temperatura de 1000°C; 5) Arenado de las cofias nuevamente; 6) Baño de ultrasonido; 7) Aplicación de la cerámica de recubrimiento VITAVM®13 (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Alemania) sujetas con una pinza Stainless Steel (Renfert GmbH, Hilzingen, Alemania).

La aplicación de la cerámica se realizó siguiendo los pasos del fabricante: 1) Aplicación de Wash Opaque Powder VITAVM®13 (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Alemania) con el Opaque Fluid VITAVM®13 (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Alemania); 2) Se introdujeron al horno VITA VACUMAT® 40 T (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Alemania) por 15 minutos a una temperatura de 940 °C. 3) Se mezcló Opaque Powder VITAVM®13 (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Alemania) con el Opaque Fluid VITAVM®13 (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Alemania) 4) Se introdujeron al horno por 15 minutos a una temperatura de 920 °C. 5) Este paso se realizó en la cofia sobre el modelo de yeso previamente confeccionado, se mezcló y aplicó la dentina en presentación polvo BASE DENTIN VITAVM®13 (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Alemania) junto al líquido VITA® MODELLING LIQUID 30M, 250 ml (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Alemania); 6) Se verificaron los contornos con la llave de acrílico transparente; 7) La cofia fue transportada dejándola caer en algodón refractario VITA® (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen,

Alemania); 8) Se colocó en el interior de la cofia gel refractario instantáneo Custom-Peg Putty™ (Dentech Innovations, Florida, Estados Unidos) adheriendo de esta forma la cofia al pin metálico de cocción de cerámica evitando que la cofia se caiga del pin, 9) Se tomó el pin con una pinza hemostática Kocher Curva (Hu-Friedy®, Chicago, Estados Unidos) para ser llevada al panel refractario; 10) Se introdujo al horno VITA VACUMAT® 40 T (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Alemania) por 15 min a una temperatura de 880°C dejando enfriar las cofias por diez minutos. 11) Se colocó la cofia sobre el modelo de yeso, 12) Se mezcló y aplicó el esmalte en presentación polvo ENAMEL VITAVM®13 (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Alemania) con el líquido VITA® MODELLING LIQUID (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Alemania). 13) Se repitió el proceso de verificación de los contornos con la llave de acrílico y transportación de la cofia descrito anteriormente; 14) Se introdujo al horno nuevamente por 15 minutos a una temperatura de 870 °C ; 15) Se colocó la cofia sobre el modelo de yeso y este paso consistirá en realizar la aplicación ya sea de dentina o esmalte según la corrección que se desee hacer; 16) Se repetirá el proceso de verificación de los contornos con la llave de acrílico y transportación de la cofia descrito previamente; 17) Nuevamente se introduce al horno por un tiempo de 15 minutos a una temperatura de 880 °C ; 18) Como etapa final se realizó la aplicación del glaze VITA AKZENT® Plus Glaze (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Alemania); 19) Las cofias se introdujeron al horno por diez minutos a una temperatura de 880°C, obteniéndose coronas metalceramicas.

Evaluación de la adaptación marginal e interna. Se empleó la técnica de réplica de silicona; para lo cual primero se colocó la silicona VPES blanco Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japón) en el interior de la corona metal cerámica, seguidamente ésta se asentó sobre el modelo maestro y fue sometida a una presión constante de 15 N durante dos

minutos y una temperatura constante de 23 °C en una máquina de ensayo universal Instron CTM-5L (LG Electronics, Seúl, Corea del Sur), ésta presión se ejerció con una punta cilíndrica de extremo redondeado, en la parte media de las coronas; a continuación se retiró la presión y la corona fue removida con cuidado del modelo maestro conservando la película de silicona en el interior de ésta y de forma inmediata se inyectó al interior de la corona la silicona Elite HD+ Ligth Body Normal Set® (Zhermack Group, Badia Polesine, Italia) esperando su polimerización completa para ser removida. Obtenida la réplica esta se seccionó con una hoja de bisturí N°11 primero en sentido vestíbulo-palatino y segundo en sentido mesio-distal obteniendo cuatro unidades de evaluación por muestra, las cuáles fueron examinadas bajo un estéreomicroscopio (Leica, Modelo S8APO, Software LAS 3.4) a un aumento de 40X y se midió en micrómetros (µm) el espesor de la película de silicona Fit Checker™ Advance (GC Corporation, Tokyo, Japón) a nivel cervical, axial y oclusal. Para la capacitación y calibración del estéreomicroscopio, se contó con la participación del técnico encargado del Servicio de Laboratorio de Patología y Medicina Oral de la UPCH. Para la ejecución del estudio se utilizó una ficha de recolección de datos en donde se registraron las medidas de la adaptación marginal e interna de cada una de las coronas metal cerámica. La evaluación fue realizada con un total de 12 medidas por muestra, seis medidas en sentido vestíbulo-palatino y seis mesio-distal (Anexo 2).

IV.5 Aspectos éticos del estudio.

Este estudio, se realizó luego de recibir la aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIE-UPCH) y de la UIGICT. Se realizó la inscripción en el SIDISI (Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación). Se solicitó mediante una carta el uso del estéreomicroscopio del laboratorio de patología y medicina oral de la FAEST-UPCH; de igual manera se solicitó el equipo de ensayo universal para presión constante Instron de la HTL® (HIGH TECHNOLOGY

LABORATORY CERTIFICATE SAC). El presente estudio, es parte de otros estudios experimentales que se están realizando a través del Grupo de Investigación de Restauraciones Computarizadas (GIREC) del área de Rehabilitación Oral del Postgrado de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia dirigidos por el Mg. Esp. Martín Quintana del Solar y la Mg. Esp. Diana Castillo Andamayo.

IV.6 Plan de análisis.

Se realizó con el programa STATA versión 12. Se evaluaron los supuestos de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk; se realizó el análisis univariado evaluando la media aritmética y desviación estándar. Para el análisis bivariado, se empleó para un grupo la prueba t de Student si presentó distribución normal o en caso contrario, se realizó la prueba de U Mann-Whitney. El presente estudio utilizó un nivel de confianza del 95%.

V. RESULTADOS

La tabla N°1 muestra la discrepancia marginal de la técnica de la CPCC antes de la aplicación de la cerámica, en el corte vestíbulo-palatino los valores fueron: (A1:65.74 ± 40.33µm; F1:62.02 ± 27.08µm). En el corte mesio-distal los valores fueron: (A2:77.02 ± 38.56µm; F2:64.47 ± 32.36µm). También se muestran las medidas de las discrepancias marginales de la técnica de SMB en CAD/CAM antes de la aplicación de la cerámica; en el tipo de corte vestíbulo-palatino los valores fueron: (A1:42.49±13.63µm, F1:38.60±15.90µm); para el corte mesio-distal fueron (A2:88.20±15.27µm, F2:70.21±23.83µm).

La tabla N°2 muestra los resultados de la discrepancias marginales en técnica de CPCC después de la aplicación de la cerámica feldespática en etapa final (glaseado), en el corte vestíbulo-palatino los valores fueron: (A1:89.65±58.39µm, F1:92.00±88.40µm); para el corte mesio-distal fueron (A2:91.72±67.13µm, F2:97.66±50.59µm). También se muestran las medidas de discrepancia marginal con la técnica SMB en CAD/CAM, en el corte vestíbulo-

palatino los valores fueron: (A1:32.81 ± 7.91µm; F1:35.05 ±8.87 µm) y en el corte mesio-distal fueron: (A2: 65.75 ± 23.89µm; F2: 70.18 ± 24.40 µm).

La tabla N°3 se muestra los resultados de las discrepancias internas con la técnica de la CPCC, antes de la aplicación de la cerámica feldespática, en el corte vestíbulo-palatino en la zona axial, los valores fueron: (B1:60.09±22.66µm, E1:58.00±15.63µm), para el corte mesio-distal en la zona axial fueron (B2:42.30±23.32µm, E2:52.62±26.16 µm). En la zona oclusal los valores para el corte vestíbulo-palatino fueron:(C1:162.67±53.38µm, D1:195.92±69.47µm) y para el corte mesio-distal fueron: (C2:209.19±55.71µm, D2:203.78±62.94µm). También se muestran las medidas de la discrepancias internas de la técnica SMB en CAD/CAM antes de la aplicación de la cerámica feldespática; para el corte vestíbulo-palatino a nivel axial los valores fueron: (B1:105.93 ± 40.65 µm; E1 de 86.97 ± 32.35 µm), para el corte mesio-distal fueron: (B2 148.89± 52.01 µm; E2 de 153.02± 52.10 µm). En la zona oclusal los valores para el corte vestíbulo-palatino fueron: (C1 101.81 ± 29.81 µm; D1 120.12 ± 39.17 µm) y para el corte mesio-distal fueron: (C2 105.35 ± 21.97 µm; D2: 103.18 ± 23.80 µm).

La tabla N°4 muestra los resultados de la discrepancias internas en la técnica CPCC después de la aplicación de la cerámica feldespática de recubrimiento en etapa final, en el tipo de corte vestíbulo-palatino en la zona axial los valores fueron: (B1:194.60±47.11µm; E1:175.95±56.09µm), para el corte mesio-distal fueron: (B2:54.74±20.72µm; E2:43.00±21.87µm). En la zona oclusal en el corte vestíbulo-palatino fueron: (C1: 131.20± 61.98µm; D1:186.80 ±49.85 µm) y en el corte mesio-distal fueron:(C2: 189.45 ± 52.67µm; D2: 198.88 ± 52.25 µm). También se muestran las medidas de las discrepancias internas de la técnica SMB en CAD/CAM después de la aplicación de la cerámica feldespática, en el corte vestíbulo-palatino en la zona axial fueron: (B1:224.24± 69.83 µm; E1:215.29± 69.68 µm), para el corte mesio-distal fueron: (B2:168.32±62.03µm, E2:222.95±58.77µm). En la zona

oclusal en el corte vestíbulo-palatino fueron: (C1: $150.16 \pm 74.19 \mu\text{m}$; D1: $148.85 \pm 60.18 \mu\text{m}$) y en el corte mesio-distal fueron: (C2: $145.18 \pm 35.67 \mu\text{m}$; D2: $134.12 \pm 34.32 \mu\text{m}$).

En la tabla N°5 se comparó la adaptación marginal de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr fabricadas por la técnica CPCC y SMB en CAD/CAM, antes y después de la aplicación de la cerámica feldespática en etapa final. Antes de la aplicación de la cerámica feldespática, en el corte vestíbulo-palatino los valores fueron estadísticamente significativos en los puntos A1 ($p= 0.0002$) y F1 ($p=0.0312$) para el SMB en comparación a CPCC. En el corte mesio-distal en los puntos A2 ($p=0.6261$) y F2 ($p= 0.0905$) no fueron estadísticamente significativo para ninguna técnica, pero los valores descriptivos de la adaptación marginal fueron mejores para el SMB en comparación a CPCC. Después de la aplicación de la cerámica feldespática, en el corte vestíbulo-palatino los valores fueron estadísticamente significativos en los puntos A1 ($p=0.0428$) y F1 ($p=0.0129$) para el SMB en comparación a CPCC. En el corte mesio-distal en los puntos A2 ($p=0.0687$) y F2 ($p=0.3975$) no fueron estadísticamente significativos para ninguna técnica, pero los valores descriptivos de la adaptación marginal fueron mejores para el CPCC en comparación a SMB.

En la tabla N°6 se comparó la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr fabricadas por la técnica de la CPCC y el SMB en CAD/CAM, antes y después de la aplicación de la cerámica feldespática en etapa final. Antes de la aplicación de cerámica feldespática, en el corte vestíbulo-palatino en la zona axial los valores fueron estadísticamente significativos en los puntos B1 ($p= 0.0016$) y E1 ($p=0.0077$) para el CPCC en comparación a SMB, en el corte mesio-distal los valores fueron estadísticamente significativos en los puntos B2 y E2 ($p= <0.0001$) también para el CPCC en comparación a SMB. En la zona oclusal para el corte vestíbulo-palatino los valores fueron estadísticamente significativos en los puntos C1 ($p= 0.0015$) y D1 ($p=0.0009$) para el SMB en comparación a CPCC; para el corte mesio-distal los valores fueron estadísticamente significativos en los puntos C2 y D2 ($p= <0.0001$)

también para el SMB en comparación a CPCC. Después de la aplicación de la cerámica feldespática, en el corte vestíbulo-palatino en la zona axial los valores no fueron estadísticamente significativos en los puntos B1 ($p= 0.2167$) y E1 ($p=0.1177$) para ninguna técnica, pero los valores descriptivos de la adaptación interna fueron mejores para el CPCC en comparación a SMB, en el corte mesio-distal los valores fueron estadísticamente significativos en los puntos B2 y E2 ($p= <0.0001$) para el CPCC en comparación a SMB. En la zona oclusal para el corte vestíbulo-palatino los valores no fueron estadísticamente significativos en los puntos C1 ($p= 0.4864$) y D1 ($p=0.0927$) para ninguna técnica; para el corte mesio-distal los valores fueron estadísticamente significativos en los puntos C2 ($p=0.0192$) y D2 ($p= 0.001$) para el SMB en comparación a CPCC.

VI. DISCUSIÓN

Cho *et al.* (23), Halemane *et al.* (21), Balkaya *et al.* (24) y Komine *et al.* (25); señalan que en la etapa de oxidación y en las etapas de aplicación de cerámica es donde más se da la desadaptación marginal; en la etapa de oxidación debido a que alcanza la mayor temperatura (aproximadamente 1000 °C); y las etapas de aplicación lo atribuyen a que estos ciclos suelen tener diversos cambios de temperatura muy seguidos; de calentamiento y de enfriamiento, provocando de esta manera que la contracción sea mayor en estas etapas; es por esta razón que mientras menos ciclos se realicen mejor será para la cofia o estructura; debido a esto ciertos autores también refieren hacer el pulido o glaseado manualmente con puntas o copas pulidoras para evitar una cocción más de la porcelana y evitar mayores contracciones. Sin embargo, al comparar la discrepancia interna y marginal inicial de las cofias o estructuras, ésta medida fue relativamente notoria en cada estudio pero dentro de los límites clínicamente aceptables de 50-120 μm . En el presente estudio al comparar las adaptaciones marginales e internas de las cofias Co-Cr confeccionadas con las técnicas de CPCC y SMB después de la

aplicación de cerámica feldespática no se puede concluir cual técnica tiene mejor adaptación, porque solo hay valores estadísticamente significativos en ciertos puntos de medición, rechazando la hipótesis. Se puede observar que las medidas de la adaptación marginal antes y después de la aplicación de la cerámica feldespática en la técnica CPCC disminuyeron, mientras que para la SMB aumentaron. Los valores descriptivos de la adaptación marginal antes de la aplicación de cerámica feldespática fueron mejores para el SMB en comparación a CPCC (22), pero después de aplicar la cerámica los valores descriptivos fueron mejores para el SMB solo en el sentido vestíbulo-palatino, porque en sentido mesio-distal los valores descriptivos fueron mejores para el CPCC. En la adaptación interna antes y después de la aplicación de cerámica feldespática en la técnica CPCC los valores aumentaron en la zona axial excepto en el punto E2 que disminuyó, en la zona oclusal los valores disminuyeron; todo lo contrario, ocurrió en la técnica SMB donde los valores en la zona axial aumentaron y disminuyeron en la zona oclusal; excepto en el punto C1 donde aumentó.

Cho *et al.* (23), afirma que los cambios significativos se vieron luego de la cuarta o sexta cocción, sin embargo, la mayoría de artículos encontrados solo utilizan 5 etapas de cocción mientras que en el presente estudio se realizaron 7 ciclos de cocción. La discrepancia marginal encontrada en diversos artículos no es significativa, mientras que la discrepancia interna es controversial debido a que luego de las cocciones su medida ha sido, en los diferentes estudios; menor a la tomada inicialmente (26); de igual forma podemos observar en el presente estudio; luego de 7 ciclos de cocción de la cerámica, a nivel marginal las cofias realizadas en técnica de CPCC mostraron contracción en comparación con las medidas tomadas sin aplicación de cerámica; caso contrario a las realizadas en CAD/CAM; sin embargo sin diferencias estadísticamente significativas en ambas mediciones y mantenidos en los límites clínicamente aceptables. En cuanto a las medidas de adaptación interna tomadas antes y después de la aplicación de la cerámica feldespática podemos observar una expansión

de la cofia solo en las zonas axiales para el CPCC excepto en el punto E2 y una contracción en sus zonas oclusales, todo lo contrario ocurre con el SMB donde podemos observar una expansión de la cofia después de la aplicación de cerámica; sin embargo no son concluyentes ya que no hay diferencias estadísticamente significativas en todos los puntos de medición.

Las aleaciones y las cerámicas que se utilizarán en las restauraciones deben cumplir requisitos específicos como: 1. Ambos deben tener CET similares, debiendo tener la aleación un valor un poco más alto para reducir tensiones en la cerámica; 2. La aleación debe tener un módulo de elasticidad elevado para que las estructuras no se alteren durante la cocción de la cerámica y se dé un fenómeno denominado SAG, el cual consiste en ser el potencial de deformación que poseen las estructuras metálicas usualmente para brechas amplias sobre las temperaturas de cocción de la cerámica bajo su propia masa. Para un grosor determinado, mientras mayor sea la masa de la prótesis, mayor será su estrés flexural y por lo tanto su fluencia flexural. Es particularmente importante en puentes largos, donde debido al aumento de peso de la prótesis y el aumento de la temperatura en la cocción de la cerámica, pueden hacer que las estructuras se deformen y cause desajuste tanto de manera marginal como interna. Es de vital importancia mantener y respetar los grosores debidos en cada estructura independientemente de la aleación o cerámica que se esté usando y tratar de mantener los mismos grosores en todas las caras de la estructura, sobretodo en la cara oclusal ya que ésta está sometida a más fuerzas (17).

Bajaj G (4), refiere que cuando el metal pasa de altas temperaturas luego de haber pasado algún proceso en el horno a su estado de reposo, donde se enfría, existen altas probabilidades de que se produzcan cambios en todas sus propiedades físicas y mecánicas; generando esto, acompañando del crecimiento de los granos de cristales durante el proceso de cocción de la cerámica, una abertura marginal en las cofias trabajadas.

Bridger *et al.* (28), han propuesto diversas sugerencias e hipótesis del por que podrían darse estas contracciones o irregularidades tanto a nivel marginal como interno alterando la adaptación; entre ellas comentan: 1) Que existe una contracción de la porcelana y posteriormente del metal, 2) Contaminación del metal, reduciendo así su temperatura de fusión, 3) Un crecimiento del grano de la porcelana como respuesta a las altas temperaturas, 4) Reducción en la elasticidad de la aleación, restringiendo de esta manera el diámetro de la corona, 5) Un soporte incorrecto de la estructura o corona durante su cocción, 6) Un diseño inadecuado de la estructura o corona y a su vez no ser equitativos con los grosores de la porcelana a aplicar.

Al Jabbari *et al.* (28), en un estudio del 2018 donde compara la microestructura, porosidad y comportamiento mecánico de estructuras Co-Cr realizadas en CPCC, SMB y SML; refiere que la microestructura de las tres concuerda con estudios previos donde indican que el tratamiento térmico de la cocción de la porcelana no afecta las características microestructurales de los grupos evaluados; así mismo refieren que tanto la técnica convencional pero sobretodo la CAD/CAM son alternativas prometedoras, desde el punto de vista de eliminación de fallas internas y alteración en las propiedades mecánicas. De igual forma Kocaağaoğlu *et al.* (29), en un estudio del 2017, donde investigan el efecto de repetidos ciclos de cocción y su influencia en la adaptación interna y marginal, utilizando cofias en CPCC, SMB y SML, refieren y tienen como resultado que el grupo de SMB y SML tenían adaptaciones marginales similares mientras que el grupo de CPCC mostraba una marcada discrepancia marginal, sin embargo, manteniéndose igual que en nuestro estudio dentro de los límites aceptables. Esto podría explicarse ya que la técnica CPCC se realiza bajo secuencias de procesamiento mas delicadas y con mas tendencia a errores, siendo una técnica bastante sensible; además de que puede explicarse por la diferencia en el coeficiente de expansión térmica de la cerámica y el metal Co-Cr. En cuanto a las desadaptaciones internas

refieren que puede deberse a las diferencias en los procedimientos de escaneos y la sensibilidad del sistema CAD/CAM, o el margen de error que puede haber en el uso del material de medición. Concluyendo de esta manera que cualquiera de las tres técnicas son aptas para el uso clínico.

VII. CONCLUSIONES

1. La discrepancia marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas sobre una línea de terminación tipo *chamfer* fabricadas por la técnica CPCC y SMB en CAD/CAM, después de la aplicación de la cerámica feldespática de recubrimiento en etapa final, según tipo de corte y punto de medición marginal; presentan rangos entre 64.47 μm y 77.02 μm para la técnica de CPCC y rangos entre 38.60 μm y 88.20 μm para la técnica de SMB.
2. La discrepancia interna en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas sobre una línea de terminación tipo *chamfer* fabricadas por la técnica CPCC y SMB en CAD/CAM, después de la aplicación de la cerámica feldespática de recubrimiento en etapa final, según tipo de corte y punto de medición interno; presentan rangos entre 43.00 μm y 198.88 μm para la técnica de CPCC y rangos entre 134.12 μm y 224.24 μm para la técnica de SMB.
3. Al comparar la adaptación marginal en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas sobre una línea de terminación tipo *chamfer* fabricadas por la técnica CPCC y SMB en CAD/CAM, después de la aplicación de la cerámica feldespática de recubrimiento en etapa final, según tipo de corte y punto de medición marginal; no se puede concluir cuál técnica tiene mejor adaptación, ya que solo hubo valores estadísticamente significativos en algunos puntos de medición, todas dentro del rango clínicamente aceptable menor a 120 μm .

4. Al comparar la adaptación interna en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas sobre una línea de terminación tipo *chamfer* fabricadas por la técnica CPCC y SMB en CAD/CAM, después de la aplicación de la cerámica feldespática de recubrimiento en etapa final, según tipo de corte y punto de medición interno; los valores descriptivos disminuyeron en las zonas axiales y aumentaron en las zonas oclusales para la técnica de CPCC; todo lo contrario para la técnica SMB donde los valores descriptivos aumentaron en las zonas axiales y disminuyeron en las oclusales, siendo valores no concluyentes, ya que en la mayoría de los puntos evaluados no existió diferencia estadísticamente significativa, obteniendo resultados clínicamente aceptables que no superan los 350 μm .

VIII. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

La limitación de este estudio fue no haber realizado la preparación dentaria de manera completamente digitalizada para la confección del modelo maestro.

IX. CONFLICTO DE INTERÉS.

No hubo conflicto de interés con los autores de la línea de investigación GIREC.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Li J, Ye X, Li B, Liao J, Zhuang P, Ye J. Effect of oxidation heat treatment on the bond strength between a ceramic and cast and milled cobalt-chromium alloys. *Eur J Oral Sci.* 2015 Aug; 123(4):297-304.
2. Harish V, Mohammed Ali S.A, Jagadesan N, Mohammed I, Siva S, Debasish B . et al. Evaluation of internal and marginal fit of two metal ceramic system- In vitro study. *J Clin Diagn Res.* 2014 Dec; 8 (12):53-6.
3. Tamac E, Toksavul S, Toman M. Clinical marginal and internal adaptation of CAD/CAM milling, laser sintering, and cast metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent.* 2014 Oct; 112(4):909-13.

4. Bajaj G. A comparative study of effect of four consecutive firing cycles on the marginal fit of all: Ceramic Crown System and metal ceramic crown system. *J Indian Prosthodont Soc.* 2013 July-Sept; 13 (3): 247-53.
5. Rosentiel S. *Prótesis Fija. Procedimientos clínicos y de laboratorio.* Barcelona: Salvat Editores S.A; 1990.
6. Vojdani M, Safari A, Mohaghegh M, Pardis S, Mahdavi F. The effect of porcelain firing and type of finish line on the marginal fit of zirconia copings. *J Dent Shiraz Univ Med Sci.* 2015 Jun; 16(2):113-20.
7. Shiratsuchi H, Komine F, Kakehashi Y, Matsumura H. Influence of finish line design on marginal adaptation of electroformed metal-ceramic crowns. *J Prosthet Dent.* 2006; 95(3): 237-42.
8. Huang Z, Zhang L, Zhu J, Zhang X. Clinical marginal and internal fit of metal ceramic crowns fabricated with a selective laser melting technology. *J Prosthet Dent.* 2015 Jun; 113 (6):623-7.
9. Bottino MA, Valandro LF, BusoL, Ozcan M. The influence of cervical finish line, internal relief, and cement type on the cervical adaptation of metal crown. *Quintessence Int.* 2007 Jul-Aug; 38(7):425-32.
10. Kane LM, Chronaios D, Sierraalta M, Georg. Marginal and internal adaptation of milled cobalt- chromium copings. *J Prosthet Dent.* 2015 Nov; 114 (5):680-5.
11. Mosquera-Palomino J, Pineda-Higueta SE, Vélez- Gómez CI, Restrepo-Holguín S. Caracterización de defectos de superficie en estructuras coladas para prótesis dentales en aleación de cobalto cromo. *Rev Nac Odontol.* 2017; 13(24):55-63.
12. Kim K, Kim J, Kim W, Kim H, Kim J. Evaluation of the marginal and internal gap of metal-ceramic crown fabricated with a selective laser sintering technology: two- and three-dimensional replica techniques. *J Adv Prosthodont.* 2013; 5 (2):179-86.
13. Riquier R. Comparación de la técnica de fresado y la sinterización por láser. *Quintessence técnica.* 2007 feb; 18(2):66-78.
14. Noack F. Millable CoCr blanks for in-house manufacture: value creation, control and convenience CoCr Revolution. *Dental dialogue.* 2012 Agust; 13:1- 5.
15. Kim K, Kim J, Kim W, Kim J. Three-dimensional evaluation of gaps associated with fixed dental prostheses fabricated with new technologies. *J Prosthet Dent.* 2014 Dec; 112(6):1432-61.

16. Nesse H, Akervik D, Myhre M, Oilo M. Internal and marginal fit of cobalt-chromium fixed dental prostheses fabricated with 3 different techniques. *J Prosthet Dent*. 2015 Nov; 114(5):686-92.
17. Prakash P, D'Souza D, Kumar M, Viswambaran M. Effect of firing cycle and surface finishing on the sag resistance of long-span metal ceramic framework using base metal alloys-an in vitro study. *Med J Armed Forces India*. 2012 Apr; 68(2):145-50.
18. Örtörp A, David Jönsson D, Mouhsen A, Steyern P. The fit of cobalt–chromium three-unit fixed dental prostheses fabricated with four different techniques: A comparative in vitro study. *Dent Master*. 2011 Apr; 27(4):356-63.
19. Zeng L, Zhang Y, Zheng L, Wei B. Effects of repeated firing on the marginal accuracy of Co-Cr copings fabricated by selective laser melting. *J Prosthet Dent*. 2015 Feb; 113(2):135-9.
20. Cho S, Nagy W, Goodman J, Solomon E, Koike M. The effect of multiple firings on the marginal integrity of pressable ceramic single crowns. *J Prosthet Dent*. 2012; 107(1): 17-23.
21. Halemane N, Lekha P, Amit P, Ramesh N, Satyabodh G. Effect of Porcelain-Firing Cycles a Surface Finishing on the Marginal Discrepancy of Titanium Coping. *J Prosthodont* . 2011; 20(2):101–105.
22. Loarte M. Comparación in vitro de la adaptación marginal e interna en cofias metálicas de aleación cobalto cromo (Co-Cr) confeccionadas con dos técnicas: de la cera perdida colado por centrifugación convencional y el sistema de fresado en bloque en seco asistido por computador (CAD/CAM) [Tesis para obtener el título profesional de especialista en Rehabilitación Oral]. Lima: UPCH; 2017.
23. Cho S, Nagy W, Goodman J, Solomon E, Koike M. The effect of multiple firing on the marginal integrity of pressable ceramic single crowns. *J Prosthet Dent*. 2012;107:17-23.
24. Balkaya MC, Cinar A, Pamuk S. Influence of firing cycles on the marginal distortion of 3 all- ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 2005; 93: 346-55.
25. Komine F, Shiratsuchi H, Kakehashi Y, Matsumura H. Influence of porcelain-firing procedures on the marginal distortion of electroformed metal-ceramic restorations. *Quintessence Int* 2007; 38: E383-8.
26. Bugurman BB, Turker SB. Clinical gap changes after porcelain firing cycles of zirconia fixed dentures. *J Adv Prosthodont*. 2014; 6(3):177-84.

27. Bridger DV, Nicholls JJ. Distortion of ceramometal fixed partial dentures during the firing cycle. *J Prosthet Dent* 1981; 45:507-14.
28. Al Jabbari Y, , Bampagadakis X, Psarridis I, Zinelis S. Microstructural, mechanical, ionic release and tarnish resistance characterization of porcelain fused to metal Co–Cr alloys manufactured via casting and three different CAD/CAM techniques. *J Prosthodont Res.* 2019; <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2018.10.008>.
29. Kocaagaoglu H, Albayrak H, Ibrahim H, Önder H. Effect of repeated ceramic firings on the marginal and internal adaptation of metal ceramic restorations fabricated with different CAD-CAM technologies. *J Prosthet Dent.* 2017.

ANEXO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

VARIABLE	DIMENSIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	VALORES O CATEGORÍAS
Adaptación marginal (variable dependiente).	-----	Grado de ajuste con el que encaja una restauración sobre el margen cervical de una preparación.	Discrepancia a nivel de la zona cervical entre la superficie de la preparación en el modelo y la superficie interna de la cofia metálica.	Cuantitativa	Espesor en la zona cervical de la película de silicona VPES Fit Checker™ Advance entre la preparación y la cofia metálica.	Razón.	Micrómetros (um).
Adaptación interna (variable dependiente).	-----	Grado de ajuste con el que encaja una restauración sobre una preparación a nivel axial y oclusal.	Discrepancia a nivel de la zona axial y oclusal entre la superficie de la preparación en el modelo y la superficie interna de la cofia metálica.	Cuantitativa	Espesor en la zona axial y oclusal de la película de silicona VPES Fit Checker™ Advance entre la preparación y la cofia metálica.	Razón.	Micrómetros (um).
Técnicas de Fabricación de cofias (variable independiente).	-----	Son procesos que transforman materiales modificando su forma y características según un diseño.	Son métodos variados que permiten la elaboración de cofias en Co- Cr las cuales pueden realizarse mediante procedimientos convencionales o mecanizados.	Cualitativa	Técnica de reemplazo de un patrón de cera por metal fundido y centrifugado Técnica de fresado de bloques presinterizados de Co-Cr.	Nominal dicotómica.	Técnica de la cera perdida colada por centrifugación convencional. Técnica de fresado de bloques en seco en CAD/CAM
Aplicación de la cerámica feldespática de recubrimiento en cofias metálicas (Variable independiente)	-----	Es el proceso mediante el cual se agrega cerámica feldespática de recubrimiento a la cofia Co-Cr; para conformar la corona metal cerámica.	Método sistematizado que nos permite conformar la estructura de la corona metal cerámica a partir del agregado estratificado de cerámica feldespática sobre la cofia Co-Cr	Cualitativa	Aplicación de cerámica feldespática de recubrimiento sobre la cofia Co-Cr.	Nominal	Cerámica feldespática de recubrimiento.
Zona de Medición		Sección de la réplica de silicona según la	Vestíbulo-palatino: sección	Cualitativa	Sección de la réplica de silicona en forma de cruz.	Nominal politómica.	Vestíbulo-palatino. Mesio-distal.

(covariable).	Tipo de corte.	dirección del corte.	de la réplica de silicona de vestibular a platino. Mesio-distal: sección de la réplica de silicona de mesial a distal.		Dividiéndola en 4 partes iguales.		
	Punto de medición marginal.	Distancia en la zona cervical del punto marginal de la réplica de silicona.	Puntos marginales (A, F) más extremo de la zona cervical de la línea de terminación en sentido vestibulo- palatino y mesio-distal.	Cuantitativa	Espesor de película de la silicona VPES Fit Checker™ Advance en puntos marginales (A, F), medidos de forma perpendicular.	Razón.	Micrómetros (um).
	Punto de medición interna.	Distancia en la zona axial y oclusal de los puntos internos de la réplica de silicona.	Puntos internos de la zona axial (B, E): Mitad de la cara axial en sentido vestibulo-palatino y mesio-distal. Puntos internos de la zona oclusal (C, D): Mitad de vertiente y reborde marginal en sentido vestibulo-palatino y mesio-distal.	Cuantitativa	Espesor de película de la silicona VPES Fit Checker™ Advance en puntos internos (B, C, D, E), medidos de forma perpendicular.	Razón.	Micrómetros (um).

ANEXO 2.

Zonas de medición de la réplica de silicona. *

Tipo de corte vestíbulo-palatino.

A1: Punto marginal zona cervical vestibular.

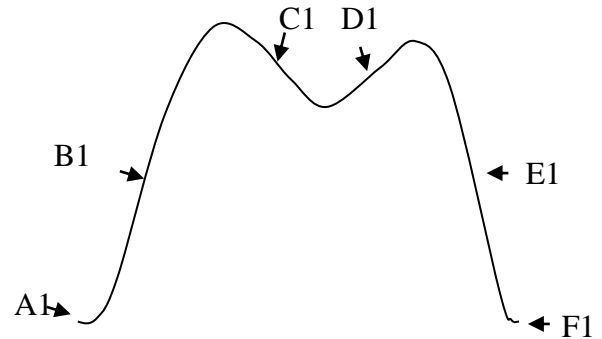
B1: Punto interno zona axial vestibular.

C1: Punto interno zona oclusal vestibular.

D1: Punto interno zona oclusal palatino

E1: Punto interno zona axial palatino.

F1: Punto marginal zona cervical palatino.



Tipo de corte mesio-distal.

A2: Punto marginal zona cervical mesial.

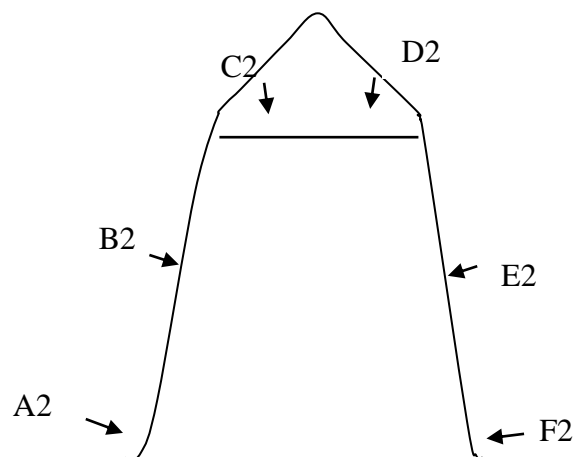
B2: Punto interno zona axial mesial.

C2: Punto interno zona oclusal mesial.

D2: Punto interno zona oclusal distal.

E2: Punto interno zona axial distal.

F2: Punto marginal zona cervical distal.



*Loarte M. Comparación in vitro de la adaptación marginal e interna en cofias metálicas de aleación cobalto cromo (Co-Cr) confeccionadas con dos técnicas: de la cera perdida colado por centrifugación convencional y el sistema de fresado en bloque en seco asistido por computador (CAD/CAM) [Tesis para obtener el título profesional de especialista en Rehabilitación Oral]. Lima: UPCH; 2017.

Tabla 1. Discrepancias marginales de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con las técnicas CPCC y SMB en CAD/CAM, antes de la aplicación de la cerámica feldespática, según tipo de corte y punto marginal.

Tipo de corte	Punto Marginal	CPCC						SMB					
		Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestíbulo-	A1	32.77	219.64	89.65	58.39	57.93	38.04	19.05	44.43	32.81	7.91	30.58	5.19
Palatino	F1	26.18	296.20	92.00	88.40	56.92	30.48	22.21	50.41	35.05	8.87	34.66	4.68
Mesio-	A2	23.02	224.83	91.72	67.13	63.50	44.76	35.03	118.36	65.75	23.98	60.23	14.72
Distal	F2	38.62	202.63	97.66	50.59	84.42	32.39	40.50	115.60	70.18	24.40	66.59	15.97

Min.: mínimo Max.: máximo D.E: desviación estándar DIC: dispersión intercuartílica

*Loarte M. Comparación in vitro de la adaptación marginal e interna en cofias metálicas de aleación cobalto cromo (Co-Cr) confeccionadas con dos técnicas: de la cera perdida colado por centrifugación convencional y el sistema de fresado en bloque en seco asistido por computador (CAD/CAM) [Tesis para obtener el título profesional de especialista en Rehabilitación Oral]. Lima: UPCH; 2017.

Tabla2. Discrepancias marginales de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con las técnicas CPCC y SMB en CAD/CAM, después de la aplicación de la cerámica feldespática, según tipo de corte y punto marginal

Tipo de corte	Punto Marginal	CPCC*						SMB *					
		Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestíbulo-	A1	24.49	182.75	65.74	40.33	59.06	59.06	24.00	70.34	42.49	13.63	40.20	40.20
Palatino	F1	30.55	132.02	62.02	27.08	61.48	61.48	20.19	76.22	38.60	15.90	33.26	33.26
Mesio-	A2	37.32	181.97	77.02	38.56	75.84	75.84	54.38	116.33	88.20	15.27	92.10	92.10
Distal	F2	28.90	117.36	64.47	32.26	56.58	56.58	34.73	93.33	70.21	23.83	83.04	83.04

Min.: mínimo Max.: máximo D.E: desviación estándar DIC: dispersión intercuartílica

Tabla 3. Discrepancias internas de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con las técnicas CPCC y SMB en CAD/CAM antes de la aplicación de la cerámica feldespática, según tipo de corte, zona y punto interno

		CPCC*							SMB *					
Tipo de corte	Zona interna	Punto Interno	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC
Vestíbulo	Axial	B1	29.32	100.43	60.09	22.66	54.61	14.43	44.74	157.09	105.93	40.65	113.61	39.42
		E1	35.42	79.57	58.00	15.63	61.03	21.24	34.66	132.11	86.97	32.35	82.16	29.24
Palatino	Oclusal	C1	90.56	280.50	162.67	53.38	161.45	34.14	64.88	150.41	101.81	29.81	101.10	26.07
		D1	115.30	331.73	195.92	69.47	166.99	73.99	40.99	160.19	120.12	39.17	122.51	27.99
Mesio	Axial	B2	11.43	80.17	42.30	23.32	35.76	27.92	72.03	239.64	148.89	52.01	145.34	38.03
		E2	24.26	114.87	52.62	26.16	44.45	22.71	58.64	218.69	153.02	52.10	148.35	35.90
Distal	Oclusal	C2	119.41	296.00	209.19	55.71	201.18	88.94	58.42	139.80	105.35	21.97	104.15	9.47
		D2	120.66	304.41	203.78	62.94	195.59	80.75	59.69	135.92	103.18	23.80	101.61	17.14

Min.: mínimo Max.: máximo D.E: desviación estándar DIC: dispersión intercuartílica

*Loarte M. Comparación in vitro de la adaptación marginal e interna en cofias metálicas de aleación cobalto cromo (Co-Cr) confeccionadas con dos técnicas: de la cera perdida colado por centrifugación convencional y el sistema de fresado en bloque en seco asistido por computador (CAD/CAM) [Tesis para obtener el título profesional de especialista en Rehabilitación Oral]. Lima: UPCH; 2017.

Tabla 4. Discrepancias internas de cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con las técnicas CPCC y SMB en CAD/CAM antes de la aplicación de la cerámica feldeespática, según tipo de corte, zona y punto interno

		CPCC							SMB						
Tipo de corte	Zona interna	Punto Interno	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC	Min	Max	Promedio	D.E.	Mediana	DIC	
Vestíbulo	Axial	B1	110.43	260.15	194.60	47.11	192.80	192.80	138.19	375.79	224.24	69.83	216.09	216.09	
		E1	112.58	321.05	175.95	56.09	168.03	168.03	148.78	392.06	215.29	69.68	201.61	201.61	
Palatino	Oclusal	C1	39.40	250.42	131.20	61.98	125.23	125.23	50.82	275.25	150.16	74.19	127.78	127.78	
		D1	101.25	300.87	186.80	49.85	184.47	184.47	36.70	230.98	148.85	60.18	158.07	158.07	
Mesio	Axial	B2	26.05	89.72	54.74	20.72	53.75	53.75	72.82	284.87	168.32	62.03	155.59	155.59	
		E2	15.20	84.83	43.00	21.87	34.73	34.73	121.61	351.60	222.95	58.77	223.04	223.04	
Distal	Oclusal	C2	97.60	265.04	189.46	52.67	180.64	180.64	80.10	197.64	145.18	35.67	152.08	152.08	
		D2	128.81	286.40	198.88	52.25	193.71	193.71	75.22	184.80	134.12	34.32	138.69	138.69	

Min.: mínimo

Max.: máximo

D.E: desviación estándar

DIC: dispersión intercuartílica

Tabla 5. Comparación de las adaptaciones marginales en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con las técnicas CPCC y SMB en CAD/CAM, antes y después de la aplicación de la cerámica feldespática, según tipo de corte y punto marginal.

Tipo de corte	Punto Marginal	Antes de la aplicación de cerámica feldespática (+)			Después de la aplicación de cerámica feldespática		
		CPCC	SMB	valor de p	CPCC	SMB	valor de p
Vestíbulo Palatino	A1	89.65	32.81	0.0002**	65.74	42.49	0.0428**
	F1	92.00	35.05	0.0312**	62.02	38.60	0.0129*
Mesio Distal	A2	91.72	65.75	0.6261**	77.02	88.20	0.0687**
	F2	97.66	70.18	0.0905*	64.47	70.21	0.3975**

* Prueba t student

** U Mann Whitney

significancia $p < 0.05$

(+) Loarte M. Comparación in vitro de la adaptación marginal e interna en cofias metálicas de aleación cobalto cromo (Co-Cr) confeccionadas con dos técnicas: de la cera perdida colado por centrifugación convencional y el sistema de fresado en bloque en seco asistido por computador (CAD/CAM) [Tesis para obtener el título profesional de especialista en Rehabilitación Oral]. Lima: UPCH; 2017

Tabla 6. Comparación de las adaptaciones internas en cofias metálicas unitarias de aleación Co-Cr confeccionadas con las técnicas CPCC y SMB en CAD/CAM, antes y después de la aplicación de la cerámica feldespática, según tipo de corte, zona y punto interno.

Tipo de corte	Antes de la aplicación de cerámica feldespática (+)				Después de la aplicación de cerámica feldespática			
	Zona interna	Punto interno	CPCC	SMB	valor de p	CPCC	SMB	valor de p
Vestíbulo Palatino	Axial	B1	60.09	105.93	0.0016*	194.60	224.24	0.2167*
		E1	58.00	86.97	0.0077*	175.95	215.29	0.1177**
	Oclusal	C1	162.67	101.81	0.0015*	131.20	150.16	0.4864*
		D1	195.92	120.12	0.0009**	186.80	148.85	0.0927*
Mesio Distal	Axial	B2	42.30	148.89	<0.0001*	54.74	168.32	<0.0001*
		E2	52.62	153.02	<0.0001*	43.00	222.95	<0.0001*
	Oclusal	C2	209.19	105.35	<0.0001*	189.46	145.18	0.0192*
		D2	203.78	103.18	<0.0001*	198.88	134.12	0.001*

* Prueba t student

** U Mann Whitney

significancia $p < 0.05$

(+) Loarte M. Comparación in vitro de la adaptación marginal e interna en cofias metálicas de aleación cobalto cromo (Co-Cr) confeccionadas con dos técnicas: de la cera perdida colado por centrifugación convencional y el sistema de fresado en bloque en seco asistido por computador (CAD/CAM) [Tesis para obtener el título profesional de especialista en Rehabilitación Oral]. Lima: UPCH; 2017