



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

**“COMPARACIÓN DE LA ADAPTACIÓN MARGINAL DE RESTAURACIONES
INDIRECTAS DE RESINA CONFECCIONADAS EN MODELOS DE YESO Y
FLEXIBLES, A TRAVÉS DE MICROTOMOGRFÍA COMPUTARIZADA”**

Tesis para optar el título de:

SEGUNDA ESPECIALIDAD EN REHABILITACIÓN ORAL

Presentado por:

MAYRA STEFANIE VARGAS VILLANUEVA

Asesor:

Mg. GUSTAVO HUERTAS MOGOLLÓN

Lima – Perú

2020

	Reglamento de Grados y Títulos
---	--------------------------------

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lima, a los **27** días del mes de **ABRIL** del **2020**, siendo las.....**12.00**.....horas, con la asistencia del Jurado de Tesis, Presidido por el **MG. RUBÉN ÁNGELES LÓPEZ**, los miembros del Jurado **MG. ARTURO GÁRATE ARIAS** y **MG. ANA LÓPEZ FLORES**. El Asesor de la Tesis **MG. GUSTAVO HUERTAS MOGOLLÓN**; la **C.D. MAYRA STEFANIE VARGAS VILLANUEVA**, autor de la tesis Titulada: “**COMPARACIÓN DE LA ADAPTACIÓN MARGINAL DE RESTAURACIONES INDIRECTAS DE RESINA CONFECCIONADAS EN MODELOS DE YESO Y FLEXIBLES, A TRAVÉS DE MICROTOMOGRFÍA COMPUTARIZADA**” con el fin de optar el Título de Segunda Especialidad en **REHABILITACIÓN ORAL**.

Concluida la exposición, se procedió a la evaluación y deliberación por parte del Jurado correspondiente, habiendo sido aprobada con el calificativo de muy buena (diecisiete)

Se extiende la presente acta en tres originales y siendo las **13:10** horas, se da por concluido el Acto Académico de Sustentación.



Presidente
DRA. RUBÉN ÁNGELES LÓPEZ
DNI: 10151320



Miembro
MG. ARTURO GÁRATE ARIAS
DNI: 10808312



Miembro



Asesor

MG. ANA LÓPEZ FLORES.
DNI: 10140964

MG. GUSTAVO HUERTAS MOGOLLÓN.
DNI: 42279064

I. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La adaptación marginal de restauraciones indirectas de resina confeccionadas en modelos de yeso y flexibles, será diferente?

II. INTRODUCCIÓN

Las resinas compuestas continúan siendo un excelente material y de gran versatilidad debido a sus propiedades físicas y químicas mejoradas en los últimos años, ofreciendo grandes ventajas como una mayor resistencia al desgaste, características biomiméticas superiores;^{1,2} además que permiten preparaciones mínimamente invasivas,^{3,4} y restauraciones de fácil reparación.⁵

Existen dos técnicas principales de restauración, directa e indirecta.^{2,6} La selección entre estas opciones depende principalmente del número, la extensión y la ubicación de las mismas;² haciendo que la decisión sea compleja para el operador. Las restauraciones directas permiten principalmente la preservación de la estructura dental,⁷ y la técnica de estratificación reduce efectivamente el estrés de polimerización, pero para ello se requiere una minuciosidad que a veces no es controlada.⁸ A su vez conllevan a contactos interproximales deficientes, rugosidad superficial, microfiltración y sensibilidad postoperatoria.⁹⁻¹⁵ Las restauraciones indirectas por su parte, permiten el logro de una buena anatomía oclusal e interproximal, mejor manipulación de la resina y contornos correctos;^{2,9,16-19} pero sobretodo las propiedades físicas y mecánicas de la restauración son mejoradas debido al control de la contracción de polimerización y al efecto del postcurado.²⁰⁻²² Sin embargo, esta técnica requiere dos citas,

la fabricación de una restauración provisional y la contribución de un técnico de laboratorio, que conducen a un aumento de tiempo y costos.²³ Los materiales más usados para esta técnica son la silicona de adición como material de impresión, y yeso tipo IV como modelo rígido.^{24,25} Esta combinación nos brinda una aceptable compatibilidad en cuanto a reproducción de detalles, pero requiere un tiempo de espera para el vaciado del yeso, lo mismo para el fraguado, muy aparte del proceso de troquelado. Por ello, la técnica de modelos flexibles se convierte en una gran alternativa ya que permite combinar materiales como alginato y silicona de adición, y obtener modelos de trabajo inmediatos debido a la rápida polimerización.²⁶ De esta manera conseguimos realizar restauraciones en una sola cita y sin equipo especializado, lo que contribuiría a disminuir los costos para el profesional y el paciente.²⁷⁻³⁰ Sin embargo, debido a la gran variedad de materiales, incluida la silicona para modelos, y a estudios previos que indican que ciertas combinaciones resultan mejores que otras en cuanto a compatibilidad y reproducción de detalles, se hace necesario evaluar si dichas restauraciones se adaptan o no correctamente al diente,^{24,26,31-33} sabiendo que la adaptación marginal es un requisito fundamental para lograr el éxito a largo plazo.³⁴⁻⁴⁰

La variada terminología que define adaptación marginal, los diversos puntos que pueden ser tomados en toda la interfaz diente-restauración, y los instrumentos que pueden utilizarse, dificultan el proceso de medición. Holmes y col.⁴¹ brindaron una clasificación en términos de discrepancia, y la dividieron en discrepancia marginal horizontal, vertical y absoluta; indicando que la discrepancia marginal absoluta (DMA) es la distancia entre la línea de terminación de la preparación hasta el margen de la restauración, que podría estar sobreextendido o subextendido. Es catalogado como el mejor índice porque determina ambas discrepancias.⁴²

Esta distancia puede medirse por visión directa, visión transversal, técnica de la impresión, y examinador y evaluación visual.⁴³ Uno de los métodos más precisos es la Microtomografía computarizada (Micro-CT).^{44,45} Es una técnica que comienza a partir de un conjunto de imágenes 2D tomadas a lo largo del eje rotacional, que luego es transferido a un programa de computadora para producir una imagen 3D.⁴⁶ Dentro de sus principales ventajas es que la muestra se puede seccionar digitalmente en cualquier dirección dependiendo qué parámetro se desea evaluar; no es destruida; y sobretodo, la reconstrucción es muy precisa, lo que determina que sea un método altamente confiable.⁴⁷⁻⁵⁰

Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue comparar la adaptación marginal de restauraciones indirectas de resina confeccionadas en modelos de yeso y flexibles, a través de Microtomografía computarizada (Micro-CT).

III. JUSTIFICACIÓN

La Odontología rehabilitadora ha pasado por todo un proceso de cambio en los últimos años.² Las nuevas tendencias nos sugieren realizar tratamientos con gran enfoque conservador, lo que nos lleva a usar materiales de mucha versatilidad como las resinas, cada vez con mejores propiedades por sobre otros;¹ y a realizar técnicas que nos ahorren tiempo de trabajo. Por eso, los modelos flexibles se han convertido en una excelente alternativa cuando se quieren obtener modelos de forma inmediata, y confeccionar todo tipo de restauraciones de resina, desde incrustaciones tipo inlay hasta carillas.²³ La ventaja de poder restaurar en la misma cita nos permite un gran ahorro de tiempo y practicidad; y sin los costos de laboratorio supone un beneficio económico para el paciente.

Por ello, y la variedad de alternativas en cuanto a materiales para su confección, se hace necesario un mejor conocimiento sobre los beneficios de esta técnica al realizar restauraciones de resina indirecta.

IV. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2. Objetivo general

Comparar la adaptación marginal de restauraciones indirectas de resina confeccionadas en modelos de yeso y flexibles, a través de Micro-CT.

3. Objetivo específico

Comparar la adaptación marginal de restauraciones indirectas de resina confeccionadas en modelos de yeso tipo IV, modelos flexibles de silicona de adición y modelos flexibles de silicona para modelos, a través de Micro-CT.

4. Hipótesis

La adaptación marginal de restauraciones indirectas de resina es diferente dependiendo del modelo de trabajo utilizado para su confección.

v. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Diseño de estudio

Estudio experimental *in vitro*.

2. Grupo de estudio

El grupo de estudio estuvo constituido por 36 restauraciones de resina. El tamaño de muestra fue obtenido de acuerdo con la tendencia histórica de otros estudios relacionados.²⁵

Dichas restauraciones se realizaron en dientes terceras molares superiores e inferiores, extraídos por razones ortodóncicas, con previo consentimiento informado del paciente (**ver Anexo N° 1**).

Se determinaron tres grupos de acuerdo al material de impresión y modelo de trabajo, de 12 especímenes cada uno. Las restauraciones fueron colocadas en su diente matriz y la adaptación marginal fue medida a través de micro CT.

Los grupos fueron distribuidos de la siguiente manera:

Grupo 1 (control): silicona de adición como material de impresión (Panasil® Putty Soft y Panasil® Initial contact light, Kettenbach, Alemania), modelo de yeso tipo IV (Elite Rock Stone®, Zhermack, Italia).

Grupo 2: alginato como material de impresión (Jeltrate Plus®, Regular set, Densply Sirona, EUA), modelo flexible de silicona de adición (Panasil® Initial contact light, Kettenbach, Alemania).

Grupo 3: alginato como material de impresión (Jeltrate Plus®, Regular set, Densply Sirona, EUA), modelo flexible de silicona para modelos (Scan Die®, light, Yllor, Brasil).

2.1 Criterios de selección

a. Criterios de inclusión

- Restauraciones con caja oclusal de 2 mm de profundidad.
- Restauraciones con ancho de istmo de 2-3 mm o 1/3 del ancho vestibulo-palatino.
- Restauraciones con pared axial y gingival de caja mesial de 1 mm, antes del límite amelocementario.
- Restauraciones visiblemente íntegras, intactas, sin burbujas ni vacíos internos.

b. Criterios de exclusión

- Restauraciones más allá del límite amelocementario.
- Restauraciones con burbujas, fracturas, irregulares.
- Restauraciones que no calcen en su respectivo diente matriz.

3. Variables (Ver Anexo N° 2)

Discrepancia marginal absoluta (DMA): Es la distancia en micrómetros entre la pared gingival de la preparación y el margen de la restauración, que podría estar

sobreextendido o subextendido.⁵¹ Es una variable cuantitativa continua medida en escala de razón, y que será evaluada en micras a través de Micro-CT.

Tipo de modelo: Estructura de diferentes materiales odontológicos empleado para elaborar restauraciones indirectas. Es una variable cualitativa nominal politómica y será medida como: modelo de yeso tipo IV (control), modelo flexible de silicona de adición y modelo flexible de silicona para modelos.

4. Método

Observación estructurada.

5. Técnicas y procedimientos

Los materiales usados se muestran en el **Cuadro 1 (Ver Anexo N° 3)**.

5.1 Limpieza y almacenaje

Una vez obtenidas las terceras molares tanto superiores como inferiores, se procedió a eliminar los restos de sangre, residuos e impurezas que se visualizaron directamente, mediante el uso de gasas, curetaje o ultrasonido, dependiendo del caso. Se lavaron con agua y jabón, y luego fueron almacenadas en cloruro de sodio al 0.9% (B. Braun medical®, Perú).⁵²

5.2 Preparaciones dentarias

A la parte coronal de cada diente se le tomó una impresión con silicona de condensación (Zetalabor®, Zhermack, Italia), utilizada como matriz de control de desgaste, en conjunto con una sonda periodontal Carolina del Norte (Trinity®, Brasil). (**Ver Anexo N° 4. Figura 1**)

Se realizaron preparaciones dentarias ocluso mesial siguiendo los siguientes parámetros: ancho de istmo de 2-3 mm o un tercio del ancho bucopalatino; profundidad de la caja oclusal de 2mm; caja mesial con pared axial y gingival de 1 mm, antes de la unión cemento esmalte (UCA); ángulos internos redondeados, paredes cavitarias expulsivas, terminaciones delimitadas. Se utilizó una fresa troncocónica punta plana de diamante grano medio para caja oclusal y caja mesial (M.D.T. Micro Diamond Technologies®, Israel), y de granos menores para pulido y delimitaciones. **(Ver Anexo N° 4. Figura 2)**

5.3 Impresiones de las preparaciones

Luego de realizadas las preparaciones, los dientes fueron distribuidos en una maqueta desmontable, adaptándola para que no haya movilidad durante la toma de impresión. **(Ver Anexo N° 4. Figura 3)**

a. Grupo 1

Se tomaron impresiones con silicona de adición en un solo paso (Panasil® Putty Soft y Panasil® Initial contact light, Kettenbach, Alemania) siguiendo las instrucciones del fabricante. Se inyectó la silicona de adición fluida (Panasil® Initial contact light, Kettenbach, Alemania) a los dientes ya posicionados utilizando una pistola dispensadora (Applyfix® 4 DS-50 1:1/2:1, Kettenbach, Alemania), con un tiempo de manipulación de 1 min 30 s; en forma paralela se proporcionó la silicona de adición masa (Panasil® Putty Soft, Kettenbach, Alemania), con una relación de mezcla de 1:1 (tiempo de manipulación de 2 min). Se esperó el tiempo de polimerización total de 4

min para retirar la impresión, y se esperó una hora para la liberación de hidrógeno.

Luego se procedió al vaciado con yeso tipo IV (Elite Rock Stone®, Zhermack, Italia), según los datos del fabricante. La proporción agua/polvo fue de 100 g de yeso en 20 ml de agua, con un tiempo de mezcla máximo de 60 s. Al colocarlo en la impresión, se realizaron vibraciones (Vibrador Jintai® R&D, China) con el fin de evitar la formación de burbujas. A los 45 min se retiraron los modelos. **(Ver Anexo N° 4. Figura 4)**

Luego se inició el proceso de troquelado de cada una de las piezas con la técnica indirecta. Primero se realizó el orificio de entrada de cada uno de los pines, se cementó con cianocrilato y se realizó el vaciado como encofrado. Finalmente, se seccionaron.

b. Grupo 2

Se tomaron impresiones con alginato (Jeltrate Plus®, Regular set, Densply Sirona, EUA) siguiendo las instrucciones del fabricante. Se utilizaron dispensadores de agua y polvo: por cada cucharita de alginato (8 g de polvo), se agregó 1/3 de medida de agua (19 ml). Se removi6 la mezcla durante 1 min, se coloc6 en la cubeta y se evit6 realizar presi6n excesiva sobre los dientes ya posicionados. Se esper6 el tiempo de gelificaci6n de 2 min 30 s, y se retir6 la impresi6n en un solo movimiento.

Luego se inyect6 silicona de adici6n fluida (Panasil® Initial contact light, Kettenbach, Alemania) a cada corona utilizando una pistola dispensadora (Applyfix® 4 DS-50 1:1/2:1, Kettenbach, Alemania), con un tiempo de manipulaci6n de 1 min 30 s. En mitad del proceso, se coloc6 una peque1a

mezcla de silicona de adición masa (Panasil® Putty Soft, Kettenbach, Alemania) para que sirva como base. Se esperó el tiempo de polimerización total de 4 min. **(Ver Anexo N° 4. Figura 5)**

c. Grupo 3

Se tomaron impresiones con alginato (Jeltrate Plus®, Regular set, Densply Sirona, EUA) siguiendo las instrucciones del fabricante. Se utilizaron dispensadores de agua y polvo: por cada cucharilla de alginato (8 g de polvo), se agregó 1/3 de medida de agua (19 ml). Se removió la mezcla durante 1 min, se colocó en la cubeta y se evitó realizar presión excesiva sobre los dientes ya posicionados. Se esperó el tiempo de gelificación de 2 min 30 s, y se retiró la impresión en un solo movimiento.

Luego se inyectó silicona para modelos (Scan Die®, light, Yllor, Brasil) a cada corona utilizando una pistola dispensadora (Applyfix® 4 DS-50 1:1/2:1, Kettenbach, Alemania), con un tiempo de manipulación de 1 min 45 s. En mitad del proceso, se colocó una pequeña mezcla de silicona de adición masa (Panasil® Putty Soft, Kettenbach, Alemania) para que sirva como base. Se esperó el tiempo de polimerización total de 4 min. **(Ver Anexo N° 4. Figura 6)**

5.4 Confección y pulido de restauraciones indirectas de resina

Una vez obtenidos los modelos, se confeccionaron las restauraciones con una resina de nanorelleno (Filtek™ Z350 XT, 3M® Espe, EUA), color A2.

Fueron realizadas por una misma persona con el fin de evitar errores, bajo la técnica incremental. Cada 2 mm se fotopolimerizó con luz led por 20 s

(Bluephase® N, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), con una potencia de 1200 mW/cm², lo más cerca al diente. **(Ver Anexo N° 4. Figura 7)**

Cada restauración fue acabada y pulida con copas de goma (Jiffy®, Ultradent, EUA), seguido por discos de fieltro (Diamond®, FGM, Brasil) y pasta de pulido (Diamond R®, FGM, Brasil).

5.5 Verificación de las restauraciones

Todas las restauraciones fueron examinadas visualmente para detectar cualquier defecto, y fueron colocadas manualmente en su respectivo diente matriz sin ningún ajuste manual, verificando la estabilidad.

5.6 Medición en el microtomógrafo

Las muestras fueron escaneadas utilizando un sistema de escáner de microtomografía de rayos X disponible en el mercado (InspeXio® SMX-90CT Plus-Shimadzu, Japón), y se llevó a cabo dentro de la Universidad Federal de Rio Grande del Sur (UFRGS), con sede en Porto Alegre, en los laboratorios de LAMAD (Laboratorio de materiales dentales). **(Ver Anexo N° 4. Figura 8)**

Cada diente fue colocado en el portamuestras y se verificó su correcta posición en la pantalla, de tal manera que pueda experimentar una rotación de 360°. La intensidad de rayos X se ajustó automáticamente a 90 kV, 80 uA y a un tamaño de vóxel de 14 µm, lo que resultó en 541 cortes por cada diente. Todos los cortes fueron convertidos a un formato JPEG de 8 bits y se analizaron en un software de imagen (ImageJ 1.51; NIH, Maryland, EE. UU.). **(Ver Anexo N° 4. Figura 9)**

Para poder medir la discrepancia marginal absoluta en las imágenes, se midió previamente el ancho vestíbulo palatino de cada diente, lo que nos permitió establecer una escala precisa de comparación. **(Ver Anexo N° 4. Figura 10)**

Luego, convertimos las imágenes a una vista sagital y por cada diente se seleccionó un rango de 171 cortes, donde se consideró el centro de la restauración y la visualización de la caja mesial por vestibular y palatino (**Ver Anexo N° 4. Figura 11**). La discrepancia marginal absoluta se midió usando un aumento de 300X para una visualización más precisa. Los datos fueron registrados como la longitud de la discrepancia marginal absoluta en cada corte. (**Ver Anexo N° 4. Figura 12**)

Cada grupo de cortes fue medido tres veces con una diferencia de 10 días, esto con el fin de continuar con la calibración, y se usó el promedio de todas estas medidas. La fiabilidad intraexaminador se analizó utilizando el coeficiente de correlación intraclase (CCI), obteniendo como resultado una media de 0,95 (>0,7), con un límite inferior de 0,88 (>0,7) confirmando el adiestramiento del examinador.

5.7 Análisis estadístico

El plan de análisis fue realizado a través del programa estadístico SPSS versión 24. Se aplicó la prueba de estadísticos descriptivos para la desviación estándar (DS), y luego se determinó si existe distribución normal en cada grupo de estudio mediante la prueba de Shapiro-Wilk; como hubo normalidad se aplicó la prueba ANOVA de una vía. Se trabajó con un nivel de significancia menor/igual a 0,05.

VI. RESULTADOS

Las medidas de tendencia central de todos los grupos se muestran en la **Tabla 1**. El Grupo 1 Silicona de adición/yeso tipo IV mostró una media de 206,0 μm , con una DS de 79,9; el Grupo 2 Alginato/silicona de adición mostró una media de 221,5 μm , con

una DS de 61,7; y el Grupo 3 Alginato/silicona para modelos mostró una media de 203,25 μm , con una DS de 65,9.

La prueba de ANOVA unidireccional mostró un valor de 0,7 ($p < 0.05$), determinando que no existe diferencia significativa en la discrepancia marginal absoluta entre los grupos.

Tabla 1
Discrepancia marginal absoluta (DMA)

Grupo	n	Media (μm)	Mínimo	Máximo	DS*	p**
Silicona de adición/yeso tipo IV	12	206,0	120	343	79,9	0,7
Alginato/silicona de adición	12	221,5	95	299	61,7	
Alginato/silicona para modelos	12	203,25	123	395	65,9	

*Desviación estándar

**Nivel de significancia $p < 0,05$

VII. DISCUSIÓN

En base a los resultados del presente estudio, se acepta la hipótesis nula ya que los modelos de yeso y flexibles no mostraron diferencias significativas en la adaptación marginal de restauraciones indirectas de resina, evaluada a través de Micro-CT.

En este estudio se usó un modelo de diente, terceras molares, y se realizó una preparación estandarizada para eliminar la influencia de las diferentes geometrías dentales.⁵³ Además, todas las restauraciones se analizaron sin cementación, lo que no corresponde a una realidad clínica; sin embargo, se ha demostrado que el cemento,

dependiendo del tipo y la consistencia, puede provocar un asentamiento inadecuado y aumentar la desadaptación.^{54,55}

La técnica que se usó para la confección de restauraciones de resina fue la de modelos flexibles. La silicona de adición y la silicona para modelos son materiales que se polimerizan rápidamente, permitiendo obtener modelos de forma inmediata, pudiendo realizar la restauración y desprenderla con facilidad.^{28,30,56} Ambos materiales son lo bastante fáciles de verter, no requieren espaciadores si se usan con el alginato como material de impresión y son lo bastante compatibles en cuanto a reproducción de detalles,^{24,26,32,57} lo que supone que la restauración se adapte correctamente al diente. Los modelos de yeso como resultado de una impresión con silicona de adición también podrían utilizarse, y se ha comprobado que la adaptación marginal es similar a los modelos flexibles;²⁵ sin embargo, requiere un tiempo de espera para el vaciado debido a la liberación de hidrógeno, lo mismo para el fraguado, muy aparte del proceso de troquelado. Por eso la técnica de modelos flexibles brinda la posibilidad de realizar restauraciones de resina con anatomía y estética similar al diente en una sola sesión, lo que significa ahorro de tiempo y costos para el paciente.⁵⁸

Este estudio utilizó el método de micro-CT para evaluar la adaptación marginal, que comienza a partir de un conjunto de imágenes 2D tomadas a lo largo del eje rotacional, que luego es transferido a un programa de computadora para producir una imagen 3D;⁴⁶ es decir, permite mediciones cuantitativas en tres dimensiones.^{59,60}

Dentro de sus principales ventajas es que la muestra se puede seccionar digitalmente en cualquier dirección dependiendo qué parámetro se desea evaluar; no es destruida;

y sobretodo, la reconstrucción es muy precisa.⁴⁷ En la literatura existen diversos métodos para evaluar la adaptación marginal,⁵⁴ los cuales han establecido diferentes rangos promedios de desadaptación desde mucho tiempo atrás, y que hoy en día continúan siendo un referente;^{54,61-64} sin embargo, la mayoría ha utilizado métodos de análisis de imagen o a través del microscopio electrónico de barrido, lo que sugiere ciertas limitaciones en los resultados, comparándolo con el presente estudio, el cual ha usado medidas en tres dimensiones.

Si bien la técnica es teóricamente factible y confiable, requiere una capacitación-calibración previa, con manejo de software; y la elección de los cortes a medir depende mucho del tipo de restauración, y del operador. Los estudios futuros deberían integrar otros lineamientos para aumentar la automatización del proceso de medición.

En este estudio, la adaptación marginal de las restauraciones de resina se determinó midiendo la discrepancia marginal absoluta (DMA). A pesar de que es un factor clínico fundamental, no existe un consenso específico sobre la amplitud máxima de discrepancia clínica aceptable debido a la variedad de materiales y procesos, diseños de estudio, instrumentos de medición utilizados, y localizaciones en toda la interfaz diente-restauración.⁶⁵ Sin embargo, la DMA está catalogada como el mejor índice de evaluación, ya que involucra la desadaptación marginal vertical y horizontal.^{41,42}

Se han descrito numerosos rangos de discrepancia marginal dependiendo del tipo de material,^{53,62,66} pero muchos investigadores siguen utilizando el límite de 120 μm establecido por McLean y von Fraunhofer.⁶¹ Sin embargo, Mc Lean y col. evaluaron coronas y la discrepancia marginal vertical, pudiendo no necesariamente

contrarrestarlo con este estudio. La American Dental Association⁶⁴ por su parte, recomienda un límite máximo de 25 μm para cementos Tipo 1 y 40 μm para cementos Tipo 2, pero pocas veces se alcanza este objetivo.⁴⁰ Por otro lado, autores como Boitelle y col.⁶³ al realizar una revisión sistemática de la desadaptación marginal e interna en restauraciones CAD-CAM, indicaron que existe una discrepancia de hasta 545 μm . Esto nos indica la gran variabilidad en los rangos de referencia, pero lo más importante es establecer que son muchos los factores que pueden influir. Entre ellos, el tipo de restauración, el material de restauración, el tipo de confección, el instrumento de medición, el tipo de discrepancia, la planimetría, el tamaño de muestra, el tipo de cemento, entre otros.^{54,63,67,68}

Las restauraciones indirectas de resina fueron realizadas por una misma persona para lograr una estandarización en el procedimiento, y confeccionadas bajo la técnica incremental con una resina de consultorio. Según Suresh,⁶⁹ este tipo de resina en comparación con las resinas de laboratorio, presentan un menor grado de conversión de los monómeros resinosos en polímeros, aumentando los efectos secundarios de la contracción de polimerización.^{17,18,29,70-74} Además, las resinas de laboratorio tienen un procedimiento de post curado, lo que mejoraría aún más sus propiedades. Por ello, este factor podría influir en la discrepancia marginal absoluta presentada en este estudio.

Las restauraciones indirectas de resina necesitarán el uso de cementos adhesivos, lo que significa que el cemento adquiere también un protagonismo. Rossetti y col.⁷⁵ demostraron que los cementos resinosos tienen valores bajos de microfiltración en

comparación con los cementos de fosfato de zinc, lo que contribuye a disminuir la desadaptación marginal. En otro estudio, Oyagüe y col.⁷⁶ indicaron que el ionómero de vidrio modificado con resina presentó una mejor adaptación marginal pero una mayor microfiltración en comparación con los cementos de resina duales autoadhesivos y basados en MDP. Estos son importantes hallazgos porque nos sugieren que los cementos a base de resina se comportan mejor en relación a la adaptación marginal, y podrían ser utilizados como primera opción. Pero hay otros como Abad y col.⁵¹ o Wilson y col.⁷⁷ que consideran que la adaptación marginal es menos importante en comparación con la combinación adhesivo-tipo de cemento utilizado. O que valores altos de DMA no están relacionados con valores altos de microfiltración.⁷⁸

En este estudio, la DMA fue evaluada antes de la cementación, y los valores obtenidos superan el rango clínicamente aceptable; sin embargo, debemos tener en cuenta que también debe valorarse post cementación, ya que factores como el tipo de cemento, la consistencia del mismo, la fuerza de asentamiento, la planimetría de la preparación, etc., pueden afectar dicha discrepancia.^{79,80}

La presencia de discrepancias marginales expone el cemento a la cavidad oral, pudiendo tener efectos dañinos, favoreciendo la desadaptación, y comprometiendo la salud periodontal.^{36-39,81} Esto nos advierte que la restauración debe adaptarse al diente con la mayor exactitud posible para que la cantidad de cemento que se expone pueda ser mínima.

Finalmente, la rehabilitación con restauraciones de resina indirecta es de las más usadas en la práctica clínica, por lo que es importante brindar información sobre diferentes técnicas como la de modelos flexibles, que es lo bastante práctica, permitiendo adecuarla dependiendo de la situación clínica.

VIII. CONCLUSIONES

- Las restauraciones indirectas de resina elaboradas en modelos de yeso, modelos de silicona de adición y modelos de silicona para modelos presentaron una adaptación marginal semejante.

IX. RECOMENDACIONES

- Evaluar las restauraciones de resina indirecta confeccionadas en modelos flexibles, post cementación.
- Evaluar la adaptación marginal referente a la inestabilidad dimensional de los materiales usados para los modelos flexibles.
- Evaluar la adaptación marginal en restauraciones de resina con distintas preparaciones dentales.

x. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Douglas WH. Methods to improve fracture resistance of teeth. In: Vanherle G, Smith DC, editors. Proceedings of the International Symposium on posterior composite resin dental restorative materials. Utrecht, Netherlands: Peter Szulc Publishing; 1995. p. 433–41.
2. Dietschi D, Spreafico R. Adhesive metal-free restorations: current concepts for the esthetic treatment of posterior teeth. Berlin: Quintessence Publishing; 1997.
3. Tassery H, Levallois B, Terrer E, Manton DJ, Otsuki M, Koubi S et al. Use of new minimum intervention dentistry technologies in caries management. Aust Dent J. 2013;58(1):40-9.
4. Walsh LJ, Brostek AM. Minimum intervention dentistry principles and objectives. Aust Dent J. 2013;58(1):3-16.
5. Devoto W, Saracinelli M, Manauta J. Composite in everyday practice: how to choose the right material and simplify application techniques in the anterior teeth. Eur J Esthet Dent. 2010;5(1):102–24.
6. Magne P, Dietschi D, Holz J. Esthetic restoration for posterior teeth: practical and clinical considerations. Int J Periodont Rest Dent. 1996;16(2):105–19.
7. Ericson D. What is minimally invasive dentistry?. Oral Health Prev Dent. 2004;2(1):287-92.
8. Cedillo Valencia J. Factor C en operatoria dental. ADM. 2010;67(2):83-7.
9. Albers HF. Resin Polymerization. In: HF A, editor. Tooth-colored restoratives. Principles and techniques. London: BC Decker; 2002: p. 81-110.
10. Burke FJ, Watts DC, Wilson NH, Wilson MA. Current status and rationale for composite inlays and onlays. Br Dent J. 1991;170(7):269-73.

11. Donly KJ. Composite resin inlays: a single appointment technique. *Am J Dent.* 1990;3(5):181-4.
12. Bessing C, Lundqvist P. A 1-year clinical examination of indirect composite resin inlays: a preliminary report. *Quintessence Int.* 1991;22(2):153-7.
13. Dickerson WG. Indirect resin restoration-A proper technique to ensure success. *Compend. Contin. Educ. Dent.* 1993;14(2):216-21.
14. Shannon A. Clinical guidelines for indirect resin restorations. *J Can Dent Assoc.* 1997;63(6):432-7.
15. Rees JS, Jacobsen PH. The restoration of posterior teeth with composite Resin. 2: Indirect-placement composite. *Dent Update.* 1997;24(1):25-30.
16. Plasmans PJ, Van't Hof MA, Creugers NH. Fabrication times for indirect composite resin restorations. *J Dent.* 1992;20(1):27-32.
17. Douglas WH, Fields RP, Fundingsland J. A comparison between the microleakage of direct and indirect composite restorative systems. *J Dent.* 1989;17(4):184-8.
18. Llana Puy MC, Navarro LF, Faus Llacer VJ, Ferrandez A. Composite inlays: a study of marginal adaptation. *Quintessence Int.* 1993;24(6):429-33.
19. Wilson MA, Norman RD. An investigation into the incidence of voids in indirect composite inlays formed using different packing techniques. *J Dent.* 1991;19(5):296-300.
20. Wendt SL. The effect of heat used as a secondary cure upon the physical properties of three composite resins: I. Diametral tensile strength, compressive strength and marginal dimensional stability. *Quintessence Int.* 1987;18(4):265-71.
21. Wendt SL. The effect of heat used as a secondary cure upon the physical properties of three composite resins: II. Wear, hardness, and color stability. *Quintessence Int.* 1987;18(4):351-6.

22. Asmussen E, Peutzfeldt A. Mechanical properties of heat treated restorative resins for use in the inlay-onlay technique. *Scand J Dent Res.* 1990;98(6):564-7.
23. Alharbi A, Rocca GT, Dietschi D, Krejci I. Semidirect composite onlay with cavity sealing: a review of clinical procedures. *J Esthet Restor Dent.* 2014;26(2):97-106.
24. Schelb E, Mazzocco CV, Jones JD, Prihoda T. Compatibility of type IV dental stones with polyvinyl siloxane impression materials. *J Prosthet Dent.* 1987;58(1):19-22.
25. Gerrow JD, Price RB. Comparison of the surface detail reproduction of flexible die material systems. *J Prosthet Dent.* 1998;80(4):485-9.
26. Gerrow JD, Schneider RL. A comparison of the compatibility of elastomeric impression materials, type IV dental stones, and liquid media. *J Prosthet Dent.* 1987;57(3):292-8.
27. Nash RW, Rhyne KM. New flexible model technique for fabricating indirect composite inlays and onlays. *Dent Today.* 1990;9(3):26.
28. Roberts DB. Flexible casts used in making indirect interim restorations. *J Prosthet Dent.* 1992;68(2):372-4.
29. Cassin AM, Pearson GJ. Microleakage studies comparing a one-visit indirect composite inlay system and a direct composite restorative technique. *J Oral Rehabil.* 1992;19(3):265-70.
30. Moulding MB, Loney RW, Ritsco RG. Marginal accuracy of indirect provisional restorations fabricated on polyvinyl siloxane models. *Int J Prosthodont.* 1994;7(6):554-8.
31. Torreskog S, Phillips RW, Schnell RJ. Properties of die materials: a comparative study. *J Prosthet Dent.* 1966;16(1):119-31.
32. Carlyle LW. Compatibility of irreversible hydrocolloid impression material with dental stones. *J Prosthet Dent.* 1983;49(3):434-7.

33. Schelb E, Cavazos E, Kaiser DA, Troendle K. Compatibility of type IV dental stones with polyether impression materials. *J Prosthet Dent.* 1988;60(5):540-2.
34. Burns DR, Beck DA, Nelson SK. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. *J Prosthet Dent.* 2003;90(5):474-97.
35. Tuntiprawon M, Wilson PR. The effect of cement thickness on the fracture strength of all-ceramic crowns. *Aust Dent J.* 1995;40(1):17-21.
36. Wendt SLJ, Leinfelder KF. Clinical evaluation of a heat-treated resin composite inlay: 3-year results. *Am J Dent.* 1992;5(5):258-62.
37. Gladys S, Van Meerbeek B, Inokoshi S, Willems G, Braem M, Lambrechts P et al. Clinical and semiquantitative marginal analysis of four toothcoloured inlay systems at 3 years. *J Dent.* 1995;23(6):329-38.
38. Krejci I, Guntert A, Lutz F. Scanning electron microscopic and clinical examination of composite resin inlays/onlays up to 12 months in situ. *Quintessence Int.* 1994;25(6):403-9.
39. Thordrup M, Isidor F, Horsted-Bindslev P. A one-year clinical study of indirect and direct composite and ceramic inlays. *Scand J Dent Res.* 1994;102(3):186-92.
40. Kenneth M. The precision of fit: the procera all ceram crown. *J Prosthet Dent.* 1998;80(4):394-404.
41. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent.* 1989;62(4):405-8.
42. Liang S, Yuan F, Luo X, Yu Z, Tang Z. Digital evaluation of absolute marginal discrepancy: A comparison of ceramic crowns fabricated with conventional and digital techniques. *J Prosthet Dent.* 2018;120(4):525-9.

43. Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. *J Prosthet Dent.* 1990;64(1):18-24.
44. Öztürk F, Ersöz M, Öztürk SA, Hatunoğlu E, Malkoç S. Micro-CT evaluation of microleakage under orthodontic ceramic brackets bonded with different bonding techniques and adhesives. *Eur J Orthod.* 2016;38(2):163-9.
45. Bonilla ED, Stevenson RG, Caputo AA, White SN. Microleakage resistance of minimally invasive Class I flowable composite restorations. *Oper Dent.* 2012;37(3):290-8.
46. Park JY, Chung JH, Lee JS, Kim HJ, Choi SH, Jung UW. Comparisons of the diagnostic accuracies of optical coherence tomography, micro-computed tomography, and histology in periodontal disease: an ex vivo study. *J Periodontal Implant Sci.* 2017;47(1):30-40.
47. Parsa A, Ibrahim N, Hassan B, Motroni A, Van der Stelt P, Wismeijer D et al. Influence of cone beam CT scanning parameters on grey value measurements at an implant site. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013;42(3):79884780.
48. Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci.* 2009;1(4):177-88.
49. Peroz I, Mitsas T, Erdelt K, Kopsahilis N. Marginal adaptation of lithium disilicate ceramic crowns cemented with three different resin cements. *Clin Oral Investig.* 2018;23(1):315-20.
50. Carrera CA, Lan C, Escobar Sanabria D, Li Y, Rudney J, Aparicio C et al. The Use of Micro-CT with Image Segmentation to Quantify Leakage in Dental Restorations. *Dent Mater.* 2015;31(4):382-90.
51. Abad Coronel C, Li J, Martínez Rus F, Pradíes G. Correlation between Microleakage and Absolute Marginal Discrepancy in Zirconia Crowns Cemented with Four Resin Luting Cements: An In Vitro Study. *Int J Dent.* 2016;2016(4):1-5.

52. Quintana del Solar CI. Medios de almacenamiento y transporte para dientes avulsionados. *Odontol. Sanmarquina*. 2007;10(2):24-8.
53. Boening KW, Wolf BH, Schmidt AE, Kästne K, Walter MH. Clinical fit of Procera All Ceram crowns. *J Prosthet Dent*. 2000;84(4):419-24.
54. Nawafleh NA, Mack F, Evans J, Mackay J, Hatamleh MM. Accuracy reliability of methods to measure marginal adaptation of crowns and FDPs: literature review. *J Prosthodont Res*. 2013;22(5):419-28.
55. Bottino MA, Valandro LF, Buso L, Ozcan M. The influence of cervical finish line, internal relief, and cement type on the cervical adaptation of metal crowns. *Quintessence Int*. 2007;38(7):425-32.
56. Trushkowsky RD. One visit composite onlay utilizing a new flexible model material. *Am J Dent*. 1997;10(1):55-6.
57. Schelb E, Baracat SA, Almaguer R. Compatibility of a new epoxy resin with impression materials. *Am J Dent*. 1990;3(4):171-4.
58. Price RB, Gerrow JD. Margin adaptation of indirect composite inlays fabricated on flexible dies. *J Prosthet Dent*. 2000;83(3):306-13.
59. Borba M, Cesar PF, Griggs JA, Della Bona Á. Adaptation of all-ceramic fixed partial dentures. *Dent Mater*. 2011;27(11):1119-26.
60. Mously HA, Finkelman M, Zandparsa R, Hirayama H. Marginal and internal adaptation of ceramic crown restorations fabricated with CAD/CAM technology and the heat-press technique. *J Prosthet Dent*. 2014;11(2):249-56.
61. McLean JW, Von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J*. 1971;131(3):107-11.

62. Alharbi N, Alharbi S, Cuijpers V, Osman RB, Wismeijer D. Three-dimensional evaluation of marginal and internal fit of 3D-printed interim restorations fabricated on different finish line designs. *J Prosthodont Res.* 2018;62(2):218-26.
63. Boitelle P, Mawussi B, Tapie L, Fromentin O. A systematic review of CAD/CAM fit restoration evaluations. *J Oral Rehabil.* 2014;41(11):853-74.
64. Association AD. ANSI/ADA Specification No. 8 for zinc phosphate cement. *Guide to Dental Materials and Devices.* American Dental Association, Chicago, Ill, USA. 5th edition. p. 1970-1.
65. Pradíes G, Zarauz C, Valverde A, Ferreira A, Martínez-Rus F. Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions based on wavefront sampling technology. *J Dent.* 2015;43(2):201-8.
66. Addi S, Hedayati Khams A, Poya A, Sjogren G. Interface gap size of manually and CAD/CAM-manufactured ceramic inlays/onlays in vitro. *J Dent.* 2002;30(1):53-8.
67. Pilo R, Cardash HS, Baharav H, Helft M. Incomplete seating of cemented crowns: a literature review. *J Prosthet Dent.* 1988;59(4):429-33.
68. Groten M, Axmann D, Probster L, Weber H. Determination of the minimum number of marginal gap measurements required for practical in-vitro testing. *J Prosthet Dent.* 2000;83(1):40-9.
69. Suresh N. Indirect resin composites. *J Conserv Dent.* 2010;13(4):184–194.
70. Milleding P. Microleakage of indirect composite inlays. An in vitro comparison with the direct technique. *Acta Odontol Scand.* 1992;50(5):295-301.
71. Robinson PB, Moore BK, Swartz ML. Comparison of microleakage in direct and indirect composite resin restorations in vitro. *Oper Dent.* 1987;12:113-6.

72. Shortall AC, Baylis RL, Baylis MA, Grundy JR. Marginal seal comparisons between resin-bonded Class II porcelain inlays, posterior composite restorations, and direct composite resin inlays. *Int J Prosthodont.* 1989;2(3):217-23.
73. Liberman R, Ben Amar A, Herteanu L, Judes H. Marginal seal of composite inlays using different polymerization techniques. *J Oral Rehabil.* 1997;24(1):26-9.
74. Hasegawa EA, Boyer DB, Chan DC. Microleakage of indirect composite inlays. *Dent Mater.* 1989;5(6):388-91.
75. Rossetti PHO, Do Valle AL, De Carvalho RM, De Goes MF, Pegoraro LF. Correlation between margin fit and microleakage in complete crowns cemented with three luting agents. *J Appl Oral Sci.* 2008;16(1):64-9.
76. Oyagüe RC, Sánchez Turrión A, López Lozano JF, Suarez García MJ. Vertical discrepancy and microleakage of lasersintered and vacuum-cast implant-supported structures luted with different cement types. *J Dent.* 2012;40(2):123-30.
77. Wilson PR, Stankiewicz NR. Effect of cement space and delayed placement on the seating of crowns luted with Vitremer, Fuji Duet and Dyract Cem. *Am J Dent.* 1998;11(5):240-4.
78. Gu XH, Kern M. Marginal discrepancies and leakage of all-ceramic crowns: influence of luting agents and aging conditions. *Int J Prosthodont.* 2003;16(2):109-16.
79. Magne P, Paranhos MP, Schlichting LH. Influence of material selection on the risk of inlay fracture during pre-cementation functional occlusal tapping. *Dent Mater.* 2011;27(2):109-13.
80. Goracci C, Cury AH, Cantoro A, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. *J Adhes Dent.* 2006;8(5):327-35.

81. Van Dijken JW, Horstedt P. Marginal breakdown of 5-year-old direct composite inlays.
J Dent. 1996;24(6):389-94.

XI. ANEXOS

Anexo N° 1

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA DONACIÓN DE DIENTES PARA
INVESTIGACIÓN**

Yo.....
con número de DNI acepto donar mis dientes (terceras molares) recién
extraídos al Dr./a la Dra....., y que estos
sean almacenados y usados en un proyecto de investigación futuro relacionado con la
odontología.

El Dr./la Dra. me ha explicado en forma suficiente y adecuada en qué consiste el proyecto de
investigación, y la relevancia clínica del mismo. He tenido la oportunidad de hacer preguntas
acerca de ello y mis preguntas han sido respondidas satisfactoriamente.

Consiento voluntariamente y entiendo que tengo el derecho de retirar mi consentimiento sin
que esto afecte el proyecto de investigación.

**Firma del participante o
Persona Responsable**
DNI:

Firma y Sello del Doctor responsable

Fecha: / /

Anexo N° 2

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	ESCALA	VALORES
DISCREPANCIA MARGINAL ABSOLUTA	Cuantitativa	Es la distancia en micras entre la pared gingival de la preparación y el margen de la restauración, que podría estar sobreextendido o subextendido.	Continua De razón.	Medida en micras
TIPO DE MODELO	Cualitativa	Estructura de diferentes materiales odontológicos empleado para elaborar restauraciones indirectas.	Nominal Politómica	-Modelo de yeso tipo IV. -Modelo flexible de silicona de adición. -Modelo flexible de silicona para modelos.

Anexo N° 3

Cuadro 1

Materiales usados

Marca	Tipo	Fabricante	Lote	Fecha de vencimiento
Panasil Putty Soft	Silicona de adición. Vinilpolisiloxano	Kettenbach, Alemania	186021	2021-10
Panasil initial contact-light	Silicona de adición. Vinilpolisiloxano	Kettenbach, Alemania	256863	2020-01
Elite rock Stone	Yeso extra duro tipo 4	Zhermack, Italia	202360	2021-09
Jeltrate, regular set	Alginato. Hidrocoloide irreversible	Densply Sirona, EUA	3160010	2020-03
Scan Die, light	Silicona para modelos. Vinilpolisiloxano	Yllor, Brasil	071116	2020-01
Filtek™ Z350 XT	Nanorresina	3M Espe, EUA	NA34248	2021-12

Anexo N° 4



Fig. 1 Impresión coronal con zetalabor, utilizada como matriz de desgaste.



Fig. 2 Preparaciones dentarias con fresa troncocónica punta plana de diamante grano medio y fino.



Fig. 3 Distribución de los dientes en la maqueta desmontable.

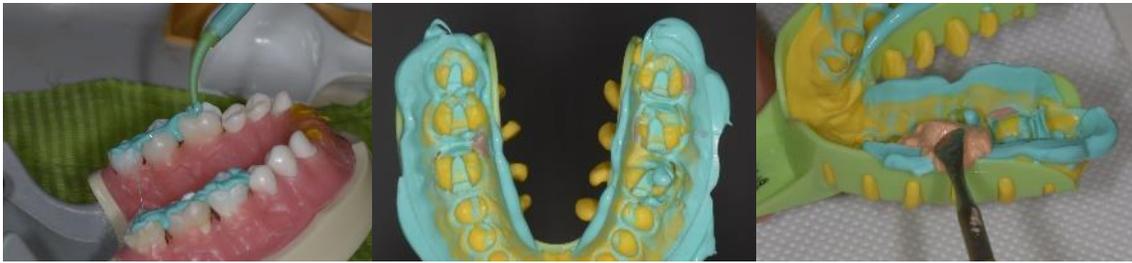


Fig. 4 Impresión con silicona de adición y vaciado con yeso tipo IV.

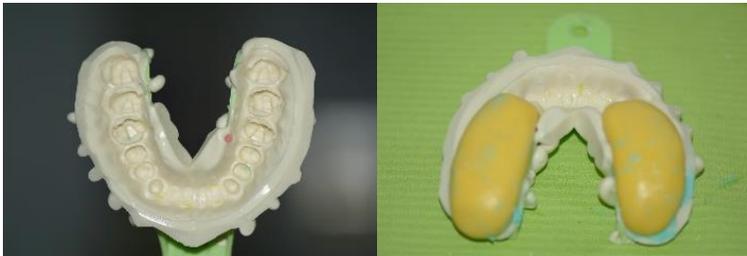


Fig. 5 Impresión con alginato e inyección de silicona de adición fluida y masa.



Fig. 6 Negativo de impresión de silicona para modelos.



Fig. 7 Confección de restauraciones de resina en los modelos de yeso, silicona de adición y silicona para modelos.

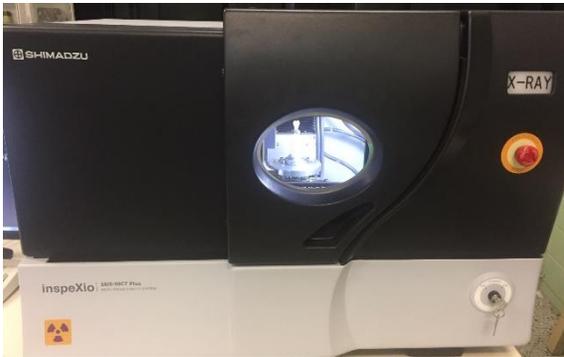


Fig. 8 Escáner de microtomografía de rayos X (Micro CT).

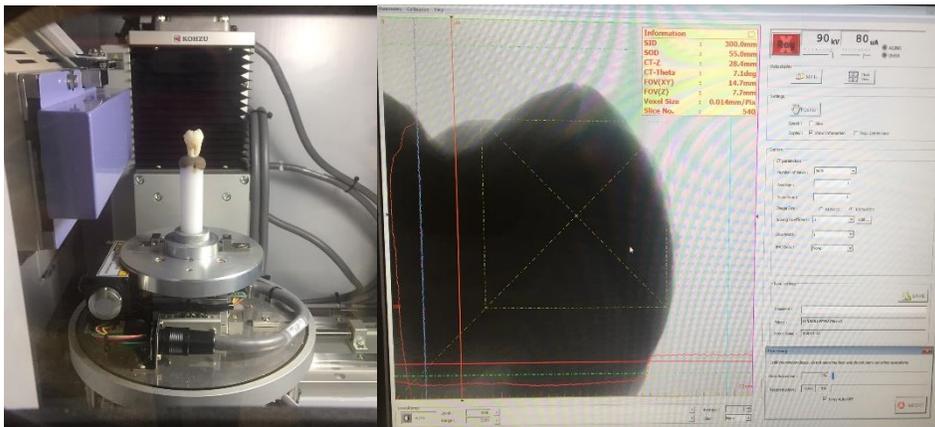


Fig. 9 Diente colocado en el portamuestras y parámetros de rayos preestablecidos.

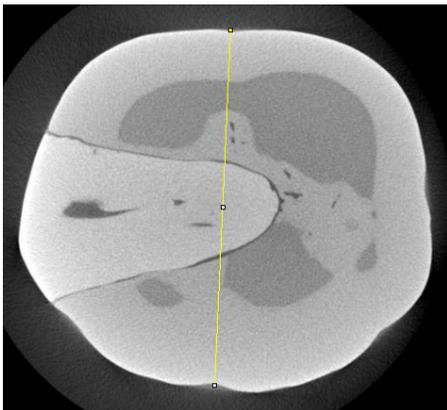


Fig. 10 Medida del ancho vestíbulo palatino de cada diente en el Software Image Prossing (ImageJ 1.51; NIH).

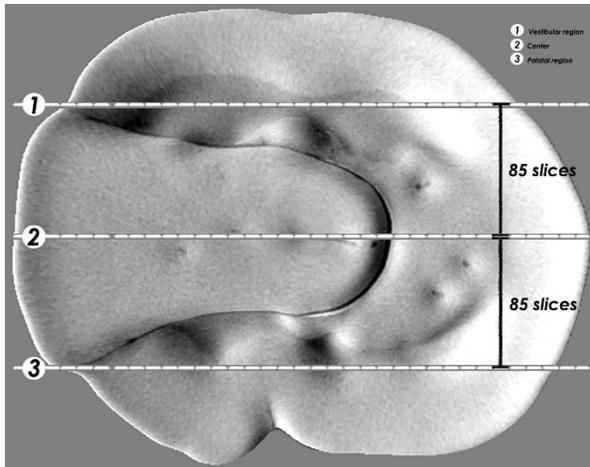


Fig. 11 Selección de las 171 imágenes, desde el centro de la restauración, hacia vestibular y palatino.

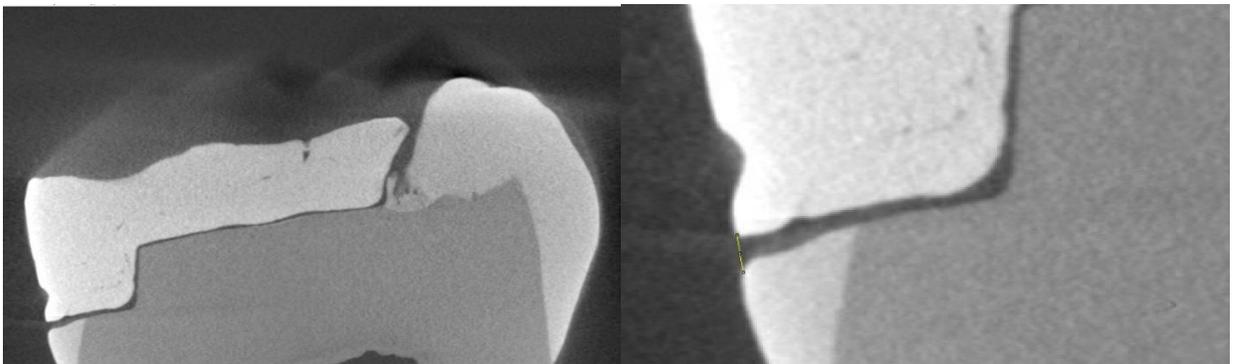


Fig. 12 Vista sagital de cada diente y aumento de 300X para medir el DMA.