

Adaptación y resistencia compresiva de dos materiales en elevación de margen cervical en restauraciones en resina de terceros molares superiores

Camilo Andrés Martínez Martínez, Juan José Ariza Sedano, Katherine Pérez Santiago y Manuel Eduardo Sánchez Forero

Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Rehabilitación Oral

Director

Lina María Rodríguez Cuellar

Especialista en Rehabilitación Oral

Codirector

Sandra Milena Alonso González

Magíster en Odontología

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ciencias de la Salud

Especialista en Rehabilitación Oral

2023

Contenido

Adaptación y resistencia compresiva de dos materiales en elevación de margen cervical en restauraciones en resina de terceros molares superiores.....	10
1. Introducción	10
1.1 Planteamiento del problema	12
1.2 Justificación.....	13
1.3 Hipótesis de la investigación.....	14
2. Marcos Referenciales.....	15
2.1 Marco teórico	15
2.1.1 Causas de la pérdida de estructura dental y sus tratamientos	15
2.1.2 Elaboración del relleno y la incrustación	17
2.1.3 Principio Biomimético.....	18
2.1.4 Características biomecánicas del diente natural	19
2.1.5 Unión entre la dentina y el esmalte	20
2.1.6 Adhesión al sustrato dental.....	21
2.1.7 Adhesión a Esmalte	21
2.1.8 Elevación del margen cervical.....	22
2.1.7. Restauraciones adhesivas indirectas	26
2.1.9 Relleno de la cavidad gingival	27
2.1.10 Resina compuesta	28
2.1.11 Resina 3M Filtek One Bulk fill	30
2.1.12 Composites fluidos	31
2.1.13 Ionómero de Vidrio	33

2.2 Estado del Arte	34
3 Objetivos	38
3.1 Objetivo general	38
3.2 Objetivos específicos.....	38
4 Método	39
4.1 Diseño y tipo de investigación	39
4.2 Tipo de estudio	39
4.3 Población y Muestra.....	39
4.4 Criterios de inclusión y exclusión	40
4.4.1 Criterios de Inclusión	40
4.4.2 Criterios de exclusión	40
4.5 Método, Técnicas e instrumentos.....	40
4.6 Procedimiento de la investigación.....	42
4.6.1 Preparación de las muestras.....	42
4.6.2 Ensayo de compresión	44
4.6.3 Visualización posterior al ensayo de compresión	44
4.7 Análisis estadístico	45
4.7.1 Análisis Univariado	45
4.7.2 Análisis bivariado	45
4.8 Prueba Piloto	45
5. Consideraciones éticas	46
6. Resultados	47
6.1 Análisis de la fractura.....	47

6.1.1 Análisis Univariado	48
6.1.2 Análisis Bivariado	50
7. Discusión.....	52
8. Conclusiones.....	56
9. Recomendaciones	57
Referencias.....	58
Apéndices.....	64

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Estado del Arte</i>	34
Tabla 2. <i>Muestras fracturadas</i>	48
Tabla 3. <i>Lugar de las fracturas</i>	48
Tabla 4 <i>Número de muestras con desadaptación</i>	49
Tabla 5 <i>Lugar de la desadaptación</i>	50
Tabla 6 <i>Relación entre el número de fracturas y el método de restauración</i>	50
Tabla 7 <i>Análisis del lugar de fractura y su relación con el material</i>	51
Tabla 8 <i>relación entre la desadaptación y el método de restauración</i>	51
Tabla 9 <i>Relación entre el lugar de desadaptación y el método de restauración</i>	51

Lista de figuras

Figura 1. <i>Composición de la resina según Willems</i>	30
Figura 2. <i>Microscopio S9i</i>	42

Lista de apéndices

Apéndice A. <i>Definición de las muestras</i>	64
Apéndice B. <i>Operacionalización de variables</i>	65
Apéndice C. <i>Instrumento</i>	67
Apéndice D. <i>Análisis estadístico</i>	68
Apéndice E. <i>Consentimiento Informado</i>	69
Apéndice F. <i>Cronograma</i>	70
Apéndice G. <i>Presupuesto</i>	71
Apéndice H. <i>Imágenes de las pruebas de compresión y preparación de las muestras</i>	74

Resumen

Problema: Las lesiones cariosas interproximales que se extienden por debajo de la unión amelo cementaria y exponen los márgenes cervicales por debajo de los tejidos gingivales son un desafío, debido a la dificultad de acceder a esta zona para preparar adecuadamente la cavidad, asegurar las impresiones adecuadas y efectuar los procedimientos de unión adhesiva. **Objetivo:** En esta investigación se realiza un análisis de los materiales utilizados para obturar las cavidades interproximales y su interacción con la resina final, enfocándose en dos características específicas, resistencia a la compresión y desadaptación. **Método:** Se prepararon 60 muestras dentales de terceros molares superiores con caries clase 2 que afecten la superficie oclusal en fosas y fisuras y una cajuela distal que se extienda 2 mm por debajo de la línea cervical. Se dividieron en tres grupos, sin elevación del margen cervical, con elevación del margen cervical con resina y con elevación del margen cervical con ionómero de vidrio rellenando la cavidad gingival sometidas a una fuerza de 800 newtons, confirmándose la resistencia y grado de adaptación de estos materiales de relleno con la restauración final. **Resultados:** En cuanto a las fracturas de las muestras es importante resaltar que sólo el 20%, se fracturó, es decir, un total de 12. De esa cantidad, 3 se fracturaron en el sustrato dental, 3 en la resina y fluida y un total de 6 en el ionómero de vidrio Equia forte. **Conclusiones:** Las restauraciones realizadas sin la técnica de elevación del margen cervical son las que mayor resistencia a la compresión presentan. Las muestras que utilizaron la técnica de elevación del margen cervical presentan mayor desadaptación que las que utilizaron el método de no elevar el margen. La mayoría de las muestras fracturadas son las que llevaban elevación con el ionómero de vidrio.

Palabras clave: Ionómero de vidrio, resina fluida, desadaptación, resistencia a la compresión, margen cervical, incrustaciones.

Abstract

Problem: Proximal caries that extend below the enamel cement bond and expose the cervical margins below the gingival tissues are challenging, due to the difficulty of accessing this area to adequately prepare the cavity, ensure appropriate impressions and apply adhesive bonding procedures. **Objective:** In this research, an analysis of the materials used to fill the interproximal cavities and their interaction with the final resin is carried out, focusing on two specific characteristics, resistance to compression and mismatch. **Method:** 60 dental specimens of upper third molars with class 2 caries affecting the occlusal surface in pits and fissures and a distal tray extending 2 mm below the cervical line were prepared. They were divided into three groups, without elevation of the cervical margin, with elevation of the cervical margin with resin, and with elevation of the cervical margin with glass ionomer filling the gingival cavity subjected to a force of 800 Newtons, confirming the resistance and degree of adaptation of these. filling materials with the final restoration. **Results:** Regarding the fractures of the samples, it is important to highlight that only 20% were fractured, that is, a total of 12. Of that amount, 3 were fractured in the dental substrate, 3 in the resin and fluid, and one total of 6 in Equia forte glass ionomer. **Conclusion:** The maladaptation indicates that in the samples with the elevation process a greater maladaptation is evident than in the direct restoration, because 75% of the samples with margin elevation show maladaptation in the coronal Fx, the tooth and the restoration and restoration and elevation, against only 30% of the samples with restoration that suffer a mismatch between the tooth and the restoration.

Keywords: Glass ionomer, fluid resin, mismatch, compressive strength, cervical margin, incrustations.

Adaptación y resistencia compresiva de dos materiales en elevación de margen cervical en restauraciones en resina de terceros molares superiores

1. Introducción

La salud bucal es uno de los aspectos más relevantes en la vida de los seres humanos, de hecho, el uso adecuado de pautas para el cuidado bucal permite mantener limpios y en condiciones sanas los dientes, encías y boca en general con el propósito de cumplir su función natural y por supuesto evitar complicaciones que conlleven a la pérdida temprana de las estructuras dentarias (CIMER, 2018).

Por otro lado, no contar con una adecuada salud dental conlleva a presentar enfermedades como la caries dental, ya sea esta leve o moderada, que en algunos casos es necesario establecer tratamientos que involucran la realización de resinas directas dentales. Estas restauraciones permiten reparar el daño ocasionado por la caries, o cavidades creadas por alguna necesidad operatoria cuando involucran amplias superficies dentales o reparar el diente con el fin de cubrir grietas o fracturas (Cambra, 2020).

En casos donde la caries abarque superficies proximales del diente, y se encuentren por debajo del margen gingival, se pueden aplicar varios procedimientos como son, alargamiento de corona clínica y extrusión ortodóntica, lo que genera más tiempo operatorio y sobrecostos elevados a la restauración definitiva, dentro del abanico de opciones se puede hacer un procedimiento diferente conocido como elevación del margen cervical, lo cual implica utilizar un material de relleno diferente al material de la restauración definitiva final. Elevar el margen cervical profundo permite para el clínico observar con más detalle la línea terminal de su restauración así reconstruir de manera más predecible esa cavidad proximal.

Por lo anterior, en la presente investigación, se plantea llevar a cabo un análisis de los materiales utilizados para realizar los rellenos de las cavidades interproximales y su interacción con la resina final, determinando sobre ellos dos características específicas, resistencia a la compresión y la unión entre el material de relleno de la cavidad gingival y el de la restauración final en resina, con el propósito de analizar el uso y efectividad de los materiales indicados para la elevación de margen cervical o relleno de la cajuela gingival profunda.

Para el caso de este proyecto se utilizará la resina 3M Filtek One Bulk Fill para efectuar las resinas de obturación final y en el relleno de la cavidad proximal se utilizarán dos materiales, la resina fluida 3M™ Filtek™ Bulk Fill flowable restorative y un ionómero de vidrio EQUIA® FORTE de la casa comercia GC.

Con respecto a la elevación del margen el proceso implicará la preparación de 60 muestras dentales de terceros molares superiores con cavidades clase 2 involucrando la superficie oclusal en fosas y fisuras y una cajuela distal que va por debajo de la línea cervical 2mm, divididas en 3 grupos. 20 serán sin elevación de margen cervical, 20 con elevación, pero con relleno de la cavidad gingival con resina fluida, 20 con elevación con relleno de la cavidad gingival con ionómero de vidrio. Todas las muestras tendrán la misma aplicación de fuerza que será de 800 newton mediante la maquina Shimadzu de la facultad de mecatrónica de la USTA comprobando así la resistencia y el nivel de adaptación de estos materiales de relleno con la restauración final. Posterior a esto se revisará mediante el Microscopio estereoscópico Greenough Leica S9i el nivel de desadaptación de estos materiales al ser sometidos a carga; y así evidenciar cuál de los dos materiales utilizados para la elevación de margen se comporta mejor ante carga compresiva.

1.1 Planteamiento del problema

La salud dental es constantemente uno de los temas con mayor abordaje y de interés actualmente, ya que existen elementos sobre los cuales se requiere profundizar con el fin de determinar su aplicabilidad, ventajas y desventajas para ser puestos en práctica por los profesionales de esta rama de la salud. De acuerdo con lo expresado por Iriarte (2022), las enfermedades bucodentales están entre las patologías más extendidas entre la población, siendo la caries la dolencia más habitual.

Las lesiones cariosas interproximales que se extienden por debajo de la línea amelo cementaria y exponen los márgenes cervicales por debajo de los tejidos gingivales son un desafío, esto debido a la dificultad de acceder a esta zona para preparar adecuadamente la cavidad, asegurar las impresiones adecuadas y efectuar los procedimientos de unión adhesiva, así como el control de la humedad. Lo anterior, se convierte en un reto muy importante ya que la contaminación del material de relleno con saliva y/o sangre durante esta unión y el relleno de la cavidad gingival, podría debilitar estructuralmente la fuerza de dicha unión, terminando en una falla del procedimiento odontológico aplicado. (Magne y Spreafico, (2012). Lo mencionado no sólo conlleva a la falla de la restauración como un procedimiento no conforme a los estándares, sino que podría manifestarse en signos y síntomas que van desde dolor, infección e inflamación de la zona, hasta dificultad en la ingesta de los alimentos.

Se ha demostrado que, es posible el control de la humedad, así como también estos inconvenientes relacionados con la desadaptación a nivel cervical se pueden superar utilizando materiales nuevos junto con técnicas modificadas incluso en cavidades más profundas. (Kuper, Opdam, Bronkhorst y Huysmans, 2012).

De acuerdo con lo anterior, ¿cuál es el material utilizado en la elevación de margen cervical o margen profundo, que produce las mejores condiciones en cuanto a resistencia a cargas compresivas para una adecuada restauración dental con Resina 3M Bulk fill?

1.2 Justificación

Los márgenes de la cavidad subgingival generan importantes desafíos técnicos y operativos en la odontología restauradora, tanto directos como indirectos. Los tejidos blandos siempre son un obstáculo cuando el clínico se enfrenta a márgenes profundos, por lo tanto, la primera decisión que se debe tomar es cómo acceder a la cavidad gingival, para ello diversos autores han planteado distintos métodos, como por ejemplo, Vennuti (2018) propone algunos como la retracción de tejidos blandos, ablación de tejidos blandos, la ablación ósea, de tejidos blandos y, por último, la elevación del tejido dental por medio de la técnica de extrusión ortodónticas. En consideración de los tantos métodos, es importante definir procesos adecuados que faciliten las actividades para el odontólogo, garantizando buen acceso a la zona, su limpieza y visibilidad con el fin de mantener la duración de la restauración realizada.

Por otro lado, existen muchos materiales que pueden ser utilizados en estos procesos, sin embargo, no todos tienen el mismo nivel de adhesión permitiendo que la unión se mantenga. Por lo tanto, el estudio de los materiales involucrados en el presente proyecto podría determinar un avance en la práctica de las restauraciones, de manera tal que podría llegar a ser una de las recomendaciones importantes para la comunidad científica. La capa de estos compuestos de resina utilizada para elevar el margen gingival en cavidades profundas puede incorporarse en la restauración directa o puede servir como base, sobre la cual una restauración indirecta de composite o cerámica puede ser fabricado (Dietschi y Spreafico, 1998).

Desde la perspectiva de la profundización de la investigación por parte del grupo de estudiantes de la Universidad Santo Tomás, determinar qué tipo de materiales y técnicas a utilizar en la restauración dental, se convierte en una iniciativa de impacto en la comunidad científica y en la práctica del grupo de profesionales de esta rama de la salud, ya que permite establecer puntos de referencia de las buenas prácticas a implementar y la forma como se deben ejecutar los protocolos dentales con el fin de satisfacer las necesidades y expectativas de los pacientes que reciben los tratamientos pero también de los estudiantes que ven en la investigación la oportunidad de innovar en los procesos, garantizando siempre los mejores resultados. A partir de esta consideración la Universidad y sus docentes se convierten en un punto de partida para la extensión y generación de nuevo conocimiento.

1.3 Hipótesis de la investigación

Hipótesis nula: El comportamiento de la resistencia compresiva y la desadaptación del margen cervical realizado con materiales Ionómero de Vidrio y Resina Fluida, no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Hipótesis alterna: Existe una diferencia estadísticamente significativa entre la resistencia compresiva con la interfaz entre el material de elevación, diente y la restauración final después de la aplicación de fuerzas compresivas a 800 Newtons.

2. Marcos Referenciales

2.1 Marco teórico

2.1.1 Causas de la pérdida de estructura dental y sus tratamientos

Para comprender las diferentes causas de la pérdida de la estructura dental, es necesario comprender que el sistema masticatorio hace referencia al conjunto de elementos que participan en el proceso de transformación de los alimentos ingeridos, denominado principalmente como proceso de masticación, sin embargo, también se encarga de la función del habla y la deglución. Otro de los roles fundamentales incluye el gusto y la respiración. Este sistema masticatorio está formado por huesos, articulaciones, ligamentos, músculos y los dientes (Okeson, 2008)

Ahora bien, uno de los principales problemas dentales es el edentulismo, esta es una condición debilitante e irreversible que ha sido descrita como el marcador final de la salud bucal, y se conceptualiza como la falta de dientes en la fórmula dentaria, ya sean por ausencias o por pérdidas. Esta situación está originalmente aducida a la caries dental y las periodontopatías. (Garrigó y colaboradores, 2003 y Fernández y colaboradores, 2008)

De acuerdo con Sánchez y Sáenz (1998) la caries dental es una enfermedad crónica, infecciosa, multifactorial y transmisible, muy prevalente durante la infancia; por su magnitud y trascendencia constituye un problema de salud pública. Esta ha sido la enfermedad dental más frecuente en la actualidad y la que mayor interés presenta para su estudio debido a las múltiples variables que involucra. Cuando esta no se trata con medios preventivos y curativos sigue propagándose, lleva a una destrucción avanzada que afecta el nervio del diente produciendo infecciones. Cuando la destrucción e infección del diente es muy profunda y no puede ser tratado

por los métodos conservadores existentes, se tendrá que realizar la extracción de este, constituyendo un factor importante de la causa de edentulismo total o parcial en las poblaciones. (Manau y Echevarría, 1999).

A continuación, se presentan algunas soluciones que les hacen frente a los daños sobre una pieza dental:

Obturaciones: consta de la aplicación de una sustancia blanda sobre el diente, la cual se moldea bajo la forma deseada y se endurece posteriormente. Este empaste puede ser, generalmente, una amalgama metálica o en una resina compuesta conocida como “Composite”, el cual es un polímero que ofrece un aspecto natural al diente. (Manau et. Al., 2008)

Coronas: esta solución se basa en colocar una cobertura total sobre el diente afectado. Dichas coberturas pueden ser en porcelana, o bien híbridos metal – porcelana. El procedimiento de colocación consiste, en primera estancia, en el tallado o desgaste de la pieza afectada, con el fin de generar un eje dentario de sujeción para la posterior colocación y relleno de cavidad gingival de una corona anteriormente diseñada a la medida del diente a tratar. (Manau et. Al., 2008)

Carillas o frentes laminados: Son, básicamente, unas láminas de resina o porcelana que pueden ser adheridos a la parte labial (frontal) o anterior del diente con el fin de devolverle sus condiciones estéticas. Éstas hechas a medida de la pieza dental del paciente. (Manau et. Al., 2008)

Incrustaciones: Se tratan de pequeños elementos sólidos compuestos de metal, porcelana o Resina, los cuales son prefabricados según el diseño de la parte faltante del diente y, posteriormente, son fijados sobre el tejido dental. Estas incrustaciones, dependiendo de la situación y la extensión, pueden ser inlays, onlays u overlays. (Manau et. Al., 2008).

2.1.2 *Elaboración del relleno y la incrustación*

De acuerdo con Zarza (2019) el proceso para la elaboración del proceso de relleno y la incrustación es el siguiente:

- Tomar una impresión de ambas arcadas con silicona por adición. La impresión de la arcada antagonista puede ser con alginato y está servirá para poder reproducir las relaciones oclusales en el laboratorio, mientras que la finalidad de la impresión de la arcada donde se tallará se utilizará para poder confeccionar la restauración temporal (en el caso de ser indirecta) o retiro del tejido infectado calibrar paredes y colocar un relleno temporal libre de eugenol. (Barbero, 2000).
- Definir el diseño cavitario (Re, Cerutti, Magani y Putigano, 2009). Se talla el diente con una fresa de diamante, de forma cilíndrica o troncocónica, a alta velocidad (Barbero, 2000).
- Una vez preparada la cavidad se toma una impresión con más definición, en la que se necesita obtener gran detalle. Por ello, se utilizan siliconas de condensación, siliconas de adición, polisulfuros, vinil de polisilanos, etc. (Barbero, 2000).
- Una vez finalizada la toma de impresiones, se mandarán al laboratorio, junto con un registro oclusal que sirva para relacionar los dos modelos (Barbero, 2000).
- La primera sesión finalizará con el rellenado del provisional si ha sido preparado con antelación, o con la aplicación de una pasta de medicación provisional sin eugenol (Re, Cerutti, Magani y Putigano, 2009).
- En la segunda sesión se rellenará la restauración al diente con la finalidad de unirlos y sellar la interfase entre ambos. Los rellenos utilizados pueden ser de fosfato de zinc, de policarboxilatos, de ionómero de vidrio, de resina, y los más recientes, rellenos mixtos entre ionómero de vidrio y resina (Barbero, 2000).

El método relacionado en esta investigación fue creado en el año 1998 por Dietschi y Spreafico, quienes plantearon un tratamiento con el fin de presentar una solución para situaciones clínicas que implican márgenes subgingivales y que, por ende, requieren realizar una restauración indirecta. Lo que los autores proponen es la reubicación del margen hacia una posición supragingival, llamando a la técnica reubicación del margen cervical (CMR por sus siglas en inglés).

Como complemento de esta técnica y parte fundamental, surgió la técnica de “sellado inmediato de la dentina” creada por el Dr. Pascal Magne en el 2009. Ella establece que mediante un protocolo adhesivo es posible incrementar la unión del sustrato dentario con la restauración indirecta, y luego Magne y Spreafico (2012) renombraron su técnica agregando el desarrollo realizado por Magne, definiéndola como Elevación del margen profundo. (Magne, 2009)

De acuerdo con Simonsen (1991) el ciclo de vida molar comienza cuando se observa una pequeña caries y se deja avanzar tanto que llega a terminar con un reemplazo de implante. Esta situación es prevenible si el enfoque del tratamiento está en mantener la integridad del sustrato dental, por lo tanto, se utiliza el método de la adhesión, ya que le permite al diente conservar su forma y función.

2.1.3 Principio Biomimético

El principio Biomimético se refiere a la capacidad de analizar un diente que se encuentra intacto y poder emularlo o reproducirlo de manera tan similar que la diferencia no es perceptible a simple vista. Sin embargo, la formación del diente está asociada a factores de tipo biológicos, mecánicos, funcionales y estéticos, y su relación no sólo se evidencia durante la ejecución normal

de su función, sino también cuando está realizando actividades que no tienen ningún propósito funcional. (Calatrava, 2016)

Constantemente se ha tratado de investigar el uso de materiales más rígidos con el fin de reforzar el diente y evitar fracturas en este debido a la ejecución de función normal después de la restauración, sin embargo, no se ha profundizado lo suficiente cuando se trata de eventos para funcionales, lo cual siempre representa un riesgo para el paciente. (Magne y Belser, 2004). Así que, es importante seguir analizando los materiales existentes hasta lograr la composición que cumpla con las expectativas y pueda brindar soluciones efectivas emulando el diente natural a través del diente restaurado.

2.1.4 Características biomecánicas del diente natural

En todos los casos el diente natural es más resistente a los esfuerzos aplicados sobre él comparado con un diente restaurado, incluso aunque se utilicen distintos métodos de restauración. Una de las características principales de un diente natural es la resiliencia, ya que por medio de esta capacidad es capaz de recibir y contrarrestar el efecto de un impacto fuerte, pronunciando una curva elástica dada la carga mecánica recibida. Esta capacidad de prevenir fracturas es inherente a la flexibilidad de la dentina, pero no tendría la misma resistencia sin la rigidez que le brinda el esmalte y la transmisión de cargas que le permite la unión amelo dentinaria (Magne y Belser, 2004).

El estrés biomecánico al que es sometido un diente cuando realiza la función incluye compresión, tensión, cizallamiento y flexión. Si la dentina y el esmalte fueran biomateriales, estos serían muy frágiles y a pesar de ello presentarían una alta resistencia a la compresión y moderada

resistencia a la tensión. Además, los dientes anteriores sometidos con mayor frecuencia a fuerzas flexionales tampoco se ven comprometidos por lesiones. (Magne y Belser, 2004).

Los procedimientos restauradores, en los cuales se ve sacrificado el sustrato dentario, afectan el equilibrio que existe entre estos tejidos disminuyendo su resistencia o poniendo en juego su integridad. Por lo tanto, la selección de los materiales que reemplazarán los tejidos debe ser realizada teniendo en cuenta dos criterios muy importantes, la resistencia al fallo mecánico y el comportamiento frente al estrés provocado, así se encontrará el material que más se ajusta a las características de un diente normal.

2.1.5 Unión entre la dentina y el esmalte

Los autores Gil-Chavarria, García y Reyes (2007) estudiaron la Bioestructura de la unión entre el esmalte y la dentina a través del microscopio electrónico de barrido (BEM) encontrando un material de aspecto poco mineralizado con forma de red que se extendía desde la dentina hacia las zonas intercaladas del esmalte, formando una interfase casi imposible de separar.

La fuerza tensional cohesiva que existe en la Unión Dentina Esmalte (UDE) en dientes humanos es aproximadamente de 51.5 MPa (Urabe, Nakajima, y Tagami, 2000). Mientras que las fuerzas tensionales de la unión adhesiva oscilan entre 38 a 55 MPa (Sano y Shono, 1994), lo cual infiere que, dado que no existe una diferencia representativa entre la unión adhesiva y la UDE, si es posible imitarla a través de técnicas de restauración adhesiva.

2.1.6 Adhesión al sustrato dental

La adhesión de dos materiales hace referencia a la interacción que existe entre sus superficies y cómo éstas pueden entrelazarse más no mezclarse permitiendo que la primera haga parte de la segunda. (Sierra, 2003).

Por lo tanto, la adecuada adhesión al sustrato dental es posible si se cumplen las siguientes condiciones previas:

- Asilamiento total del campo operatorio.
- Superficie limpia.
- Humectación del adhesivo.
- Contacto estrecho entre el adhesivo y el sustrato.
- Adecuada polimerización.

A su vez, es posible identificar algunos factores que afectan la adhesión:

- Manejo inadecuado de fluidos.
- Inoperancia del aislamiento total.
- Angulo pronunciado de contacto con el adhesivo
- Bajo coeficiente de energía superficial del sustrato.

Es importante tener en cuenta que la contaminación de la superficie es una de las causas que más afectan este proceso. (Garg y Garg, 2010).

2.1.7 Adhesión a Esmalte

El esmalte es un tejido duro, compuesto por materia inorgánica (hidroxiapatita) en su 95% y 5% restante de proteínas y agua. Para lograr adherirse al esmalte es muy importante enfocarse en su parte inorgánica. (Flurry, 2012)

Existen tres tipos de grabado del esmalte observables microscópicamente:

- Tipo I: desmineralización del centro de los prismas del esmalte, dejando la periferia intacta.
- Tipo II: desmineralización de esmalte Inter prismático dejando el centro de los prismas intactos.
- Tipo III: Es una combinación de los tipos I y II, con una desmineralización agresiva de los prismas del esmalte.

2.1.8 Elevación del margen cervical

Complicaciones de márgenes subgingivales: los márgenes subgingivales se observan frecuentemente al reemplazar restauraciones Clase II o al remover caries interproximales muy profundas. Los márgenes subgingivales exhiben ciertas complicaciones técnicas y operacionales como el aislamiento absoluto del campo operatorio, toma de impresión definitiva, procedimientos adhesivos y eliminación de excesos post relleno de la cavidad gingival (Magne y Spreafico, 2012).

La sensibilidad postoperatoria es otra complicación frecuente en restauraciones con márgenes subgingivales en dientes vitales, y está estrechamente relacionada con una pobre adaptación marginal. Se han desarrollado estudios comparando tipos de resinas de varias consistencias aplicadas mediante diferentes técnicas, pero ninguna ha demostrado diferencias significativas en la disminución de microfiltración marginal (Chuang, Liu, Chao, Liao, y Chen, 2000).

Según estos parámetros, pueden presentarse tres situaciones clínicas que son diferenciados por Veneziani (2010) según el nivel de importancia:

- Grado 1: colocación correcta del aislamiento absoluto con la debida invaginación del dique dentro del surco que permita observar el margen cervical adecuadamente preparado.
- Grado 2: No es posible aislar el campo operatorio pero el espacio biológico es respetado, la distancia entre el margen y el epitelio de unión es mayor a 2 mm o la distancia del margen a la cresta ósea es mayor a 3 mm. Esto es posible debido que pacientes con un biotipo periodontal grueso presentan una profundidad de surco con una profundidad de al menos 3 mm en interproximal.
- Grado 3: Margen cervical subgingival causado por lesión cariosa o fractura coronaria con violación del espacio biológico (distancia de margen a epitelio de unión menor a 2 mm y a cresta ósea menor a 3 mm).

El tratamiento de márgenes subgingivales según el grado de importancia fue establecido de la siguiente maneja según Veneziani (2010):

- Grado 1: Reubicación del margen cervical utilizando resina fluida de un grosor no mayor a 1.5 mm, seguido de la reconstrucción, preparación e impresión definitiva. Relleno de la cavidad gingival adhesiva después de 7 días.
- Grado 2: exposición quirúrgica del margen y utilizando resina fluida con un grosor no mayor a 0.5 mm, seguido de la reconstrucción, preparación e impresión definitiva. Relleno de la cavidad gingival adhesiva 7 días después de retirar la sutura.
- Grupo 3: Alargamiento de corona clínica del diente usando tres secuencias operacionales dependiendo de la situación clínica:
 - a) Impresión inmediata: alargamiento de corona, colocación del dique, reconstrucción de 0.5 mm con resina fluida, seguido de la reconstrucción, preparación e impresión inmediata postquirúrgica. Relleno de la cavidad gingival adhesiva después de 7 días.

b) Impresión temprana: Alargamiento de corona y reconstrucción pre-endodóntica del margen en la primera cita, seguido de la impresión temprana a las 3 semanas después de la cirugía. Relleno de la cavidad gingival adhesiva 7 días después.

c) Impresión retrasada: Alargamiento de corona, reconstrucción temporaria, impresión a las 8 a 12 semanas, aplicación de resina fluida no mayor a 0.5 mm, reconstrucción y preparación. Relleno de la cavidad gingival adhesiva después de 7 a 10 días.

La dificultad al momento de aislar, tomar impresión y el relleno definitivo de la cavidad gingival, llevó a desarrollar un método mediante el cual se pudiera exponer un margen que estaba subgingival a nivel supragingival. Este concepto de reposicionamiento del margen cervical es aplicable tanto en restauraciones semi directas como en indirectas. Sobre todo, en aquellos casos en los que no es posible aislar antes de rellenar la cavidad y los excesos de relleno son difíciles de limpiar. Además de prevenir tratamientos invasivos como el alargamiento de corona, el cual no siempre es posible por el riesgo de exposición de furca.

El Deep Margin Elevation o Reposicionamiento del margen cervical se consigue de la siguiente manera según lo explican Magne y Spreafico (2012):

- Se realiza el aislamiento absoluto con dique,
- Con la ayuda de una matriz Tofflemire modificada se expone el margen.
- Una vez expuesto se procede a realizar el sellado inmediato de la dentina.
- Una vez realizado se coloca resina compuesta en el margen, quitando los excesos antes de polimerizar.
- Luego se toma una radiografía para confirmar la usencia de espacios o sobre contornos.

- Al confirmar un correcto sellado, se procede a realizar la debida preparación de la cavidad, seguido de una toma radiográfica para confirmar que el sellado no fue modificado por la preparación y por último la toma de impresión digital o analógica.

En una segunda cita, se evalúa clínicamente como se encuentran los tejidos periodontales y si existe algún signo de inflamación. Una vez confirmada la ausencia de inflamación, se coloca el aislamiento absoluto, el cual será más fácil, y se rellena la restauración adhesiva indirecta, según el protocolo de relleno de la cavidad gingival que el clínico prefiera.

Para asegurar la efectividad de la técnica se recomienda utilizar los siguientes elementos:

1. Una matriz precurvada o una matriz tradicional modificada.
2. Suficiente remanente dental en las paredes vestibular y lingual o palatina, para brindar buen soporte a la matriz.
3. Si es necesario la reducción de la matriz de 2 a 3 mm, levemente más arriba de lugar de posición deseada del margen.
4. En el caso de dientes tratados endodóticamente, el clínico debe confirmar un tratamiento de conducto exitoso. Colocación de ionómero de vidrio sobre los accesos a los canales. El DME también puede ser utilizado para estabilizar un correcto aislamiento absoluto.
5. Una vez colocada la matriz el diente debe estar completamente sellado por la matriz y no debe exponerse tejido gingival.
6. Con el fin de favorecer la adhesión el margen debe ser preparado con una fresa diamantada en movimientos oscilatorios. Esto permitirá limpiar el margen y evitar contaminaciones futuras.

7. Se debe realizar el sellado inmediato de la dentina con la matriz colocada, seguido de la colocación de resina hasta el nivel donde se quiera el margen.
8. La resina utilizada para elevar el margen puede ser resina compuesta condensable o fluida. La polimerización final debe ser realizada mediante una capa de glicerina para asegurar la polimerización de la capa inhibida por oxígeno.
9. Una vez reposicionado el margen, se puede seguir con la preparación de la cavidad y remoción cuidadosa de cualquier exceso de resina. Al final debe tomarse una radiografía para asegurar la ausencia de excesos o espacios antes de tomar la impresión definitiva.
10. La técnica matriz en una matriz es la última opción en caso de márgenes demasiado profundos. Esta técnica consiste en colocar un pedazo de matriz entre el margen y la matriz existente. Tomado de Magne y Spreafico (2012).

2.1.7. Restauraciones adhesivas indirectas

La fuerza flexural de los sistemas cerámicos vítreos monolíticos oscila entre los 130 a 160 MPa, por lo cual están limitados a restauraciones de un solo diente. Debido a lo anterior, se desarrollaron cerámicas de disilicato de litio, que a la vez que brindan una alta estética ofrecen una alta resistencia flexural de aproximadamente 360 a 400 MPa (Culp y McLaren, 2010).

Se pueden encontrar porcelanas de alta opacidad (HO), Mediana Opacidad (MO), baja translucidez (LT) y alta translucidez (LO). Las porcelanas de mediana opacidad pueden ser utilizadas en casos que la restauración tiene que ser estratificada por completo. Las porcelanas de baja translucidez pueden ser utilizadas con tintes y glaze al igual que las porcelanas de alta translucidez (Culp y McLaren, 2010).

Debido a la característica de translucidez del disilicato de litio, este puede adherirse al sustrato dental por medio de rellenos auto condicionantes o ácidos dependientes fotopolimerizables o duales.

Estos autores Culp y McLaren (2010) indican el uso de resinas compuestas confeccionadas de forma directa en dientes posteriores está indicado en aquellos casos clínicos en los que se cuenta con una considerable cantidad de estructura dentaria. Representan la opción más conservadora y funcional para la restitución de la estructura dentaria perdida. No obstante, cuando se confeccionan las restauraciones directas de resina compuesta en dientes posteriores con extensa pérdida de estructura dentaria, ciertas dificultades técnicas pueden ejercer una influencia negativa en el resultado final y en la longevidad de las restauraciones.

Las restauraciones indirectas donde se usa una resina compuesta surgen con el propósito de reforzar el desempeño clínico de las resinas directas, disminuyendo las dificultades técnicas que presenta la labor clínica en la cavidad bucal. Se elaboran frecuentemente en el laboratorio por técnicos, sin embargo, también pueden ser realizadas por el odontólogo de forma rápida y sencilla, en este caso se denominan “semidirectas”. De esta manera, es posible reducir los riesgos de la contracción de polimerización, incrementando el grado de conversión de los monómeros resinosos en polímeros. Adicionalmente, mejora el ambiente clínico de trabajo, con lo cual, la reconstrucción del punto de contacto proximal, la adaptación de los márgenes de restauración, la caracterización, y la escultura anatómica y las etapas finales de acabado y pulido, se pueden controlar de forma más eficaz (Cedillo y Cedillo, 2013).

2.1.9 Relleno de la cavidad gingival

Kramer, Lohbauer, y Frankenberger (2000) afirman que:

Los rellenos en base a resina son el material de elección para el relleno de la cavidad gingival. Tanto las propiedades del material como su comportamiento ante el desgaste muestran mejores resultados en comparación con otros materiales. Además, poseen excelentes características tixotrópicas, esparciéndose correctamente sobre la superficie y dejando una capa de un grosor entre 8 a 21 micrones. Para un exitoso control postoperatorio es necesaria una alta radiopacidad del relleno. Los rellenos resinosos muestran la más alta radiopacidad en relación con otros rellenos.

Los materiales cerámicos son susceptibles a fallos por fuerzas tensionales, mientras que son resistentes a fuerzas compresivas. Fallas en la superficie interna o externa, son el origen de pequeñas fisuras que pueden propagarse y terminar en una fractura (Manhart, et ál., 2004).

Los agentes de relleno auto adhesivos son recomendados para restauraciones parciales indirectas de cerámica o composite. En el caso de cerámicas, estos rellenos producen una mejor adaptación marginal (Kaizo, et ál., 2012).

2.1.10 Resina compuesta

Las resinas compuestas o composites son materiales sintéticos bajo una mezcla heterogénea que forma un compuesto utilizado en odontología para reparar piezas dentales afectadas por caries o traumatismos. (Cambra, 2022). Sin embargo, también puede ser utilizado para tratamientos estéticos, corrigiendo algunos defectos dentales gracias a su facilidad de manejo y color.

Las resinas están compuestas en su estructura orgánica de un sistema de monómeros mono, di- o tri-funcionales; un sistema iniciador de la polimerización de los radicales libres, que en las resinas compuestas fotopolimerizables es una alfa-dicetona (canforoquinona), usada en

combinación con una agente reductor, que es una amina alifática terciaria (4-n,n-dimetilaminofetil alcohol, DMAPE), y en las quimiopolimerizables es un per-compuesto, el peróxido de benzoilo, usado en combinación con una amina terciaria aromática (n,n-dihidroxietil-p-toluidina); un sistema acelerador que actúa sobre el iniciador y permite la polimerización en un intervalo clínicamente aceptable (el dimetilamino etilmetacrilato DMAEM, el etil-4-dimetilaminobenzoato EDMAB o el N,N-cianoetil-metilanilina CEMA); un sistema de estabilizadores o inhibidores, como el éter monometílico de hidroquinona, para maximizar la durabilidad del producto durante el almacenamiento antes de la polimerización y su estabilidad química tras la misma; por último, los absorbentes de la luz ultravioleta por debajo de los 350 nm, como la 2- hidroxí-4-metoxibenzofenona, para proveer estabilidad del color y eliminar sus efectos sobre los compuestos amínicos del sistema iniciador capaces de generar decoloraciones a medio o largo plazo. (De la Macorra, 1999, citado por Hervás, et. Al., 2006).

Ahora bien, de acuerdo con su composición, pueden clasificarse según el tamaño de la partícula de relleno propuesto por Lutz y Phipplips (1983) quienes las clasificaron en tres:

- Resinas compuestas en composites de macro relleno (partículas de 0,1 a 100 μ).
- Micro relleno (partículas de 0,04 μ).
- en composites híbridos (con rellenos de diferentes tamaños).

Posteriormente, Willems, et., Al (1992) utilizando parámetros como el módulo de Young, el porcentaje (en volumen) del relleno inorgánico, el tamaño de las partículas principales, la rugosidad superficial y la fuerza de compresión, así como se expresa en la figura 1:

Figura 1. *Composición de la resina según Willems*

Tipo de composite	Relleno
Densificados -De relleno medio Ultrafinos Finos -De relleno compacto >60% en volumen Ultrafinos Finos	< 60% en volumen Partículas < 3 µm Partículas > 3 µm > 60% en volumen Partículas < 3 µm Partículas > 3 µm
Microfinos - Homogéneos - Heterogéneos	Tamaño medio de las partículas = 0,04 µm
Mixtos	Mezcla de composites densificados y microfinos
Tradicionales	Equivalentes a los llamados composites de macorrelleno en otras clasificaciones
Reforzados con fibras	Composites de uso industrial

Tomado de Hervás, et al., (1992).

En la figura se observa que la composición de la resina se hace por compuestos densificados, micro finos, mixtos y tradicionales, variando el tamaño de las partículas del primero al último según su uso.

2.1.11 Resina 3M Filtek One Bulk fill

De acuerdo con el fabricante la resina es confiable en muchos usos, ya que tiene una alta maleabilidad, moldeándose según se necesita, además es de fácil manejo. Sus ventajas son las siguiente:

- Colocación en un solo paso de hasta 4 mm.
- Bajo estrés de contracción.
- De fácil adaptación.
- Excelente resistencia al desgaste.

Dentro de sus aplicaciones más frecuentes se encuentran el uso como base intermedia en restauraciones directas Clase I y II, además, como forro cavitario debajo de materiales restaurativos y en restauración de preparaciones cavitarias mínimamente invasivas (incluyendo restauraciones pequeñas sin estrés oclusal).

Diseñado para restauraciones posteriores, sus propiedades ópticas únicas y opacidad mejorada le brindan la simplicidad de la colocación en un solo paso hasta 5 mm sin comprometer los resultados estéticos. Este producto viene en envase de jeringa de 4 gramos para su fácil aplicación.

2.1.12 Composites fluidos

Son resinas compuestas al igual que las mencionadas anteriormente, sin embargo, poseen baja viscosidad lo que las hace fácilmente maleables. En ellas está disminuido el porcentaje de relleno inorgánico y se han eliminado de su composición algunas sustancias o modificadores reológicos cuyo principal objetivo es mejorar las características de manipulación. (Uppermat, 2021)

Este tipo de resinas presentan alta humectabilidad de la superficie dental, lo que promueve el aseguramiento de penetración en todas las irregularidades de la misma, puede formar espesores de capa mínimos que mejora o elimina el atrapamiento o inclusiones de aire (Olmez, Oztas y Bodur, 2004), poseen alta flexibilidad por lo que tiene menos posibilidad de desalajo en áreas de concentración de estrés (procesos consuntivos cervicales y áreas dentinales socavadas), son radio opacas y se encuentran disponibles en diferentes colores. Sin embargo, poseen algunas desventajas como la alta contracción de polimerización debido a la disminución del relleno y propiedades mecánicas inferiores. En los últimos avances de las resinas fluidas encontramos las de alta carga

que revelan un alto contenido de relleno; de esta manera, se ha logrado aumentar la resistencia y lograr una resina con mejor o equivalente manipulación que las resinas híbridas o microhíbridas. Al inicio tenían una carga de relleno reducida de 20 a 25% más baja que las resinas convencionales (44 a 54% en volumen o 40 a 60% en peso), guardando los tamaños de partículas pequeños (0,4 a 1 μm), En las de alta carga según los agentes modificadores (modificadores reológicos) se puede mejorar la fluidez junto con el mantenimiento de altos contenidos de relleno. (Al-Hiyasat et. Al, 2005).

Estas resinas contienen una mezcla de bisfenol-A diglicidil dimetacrilato, uretano dimetacrilato y bisfenol A dimetacrilato etoxilado, (monómeros de alto peso molecular con alta viscosidad y baja contracción de polimerización) su módulo de elasticidad de (10 GPa)⁵⁸. (Baroudi y Rodriguez, 2015)

Propiedades de la resina fluida: dentro de las características más relevantes de la resina fluida se puede encontrar:

- Resistencia al desgaste
- Fluidez
- Resistencia a la fractura
- Estabilidad del color

Las ventajas de las resinas fluidas son las siguientes:

1. Humectación de las paredes de la cavidad certificando la fluidez en cavidades irregulares.
2. Disminuye la capacidad de crear espacios de aire dentro de su espesor total.
3. Alta flexibilidad, por lo que es menos probable que se desplace en las áreas de concentración de tensiones. (Procesos

de desgaste cervical y área de dentina
cavitaria)

4. Radiopacidad

5. Disponible en diferentes tonos

Las Desventajas de las resinas fluidas son las siguientes:

1. Costo Elevado

2. Exigente en cuanto a la fotopolimerización, dirección de luz y propiedades de la lámpara.

(Baroudi y Rodríguez, 2015).

2.1.13 Ionómero de Vidrio

El relleno de Ionómero de vidrio es el nombre genérico de un grupo de materiales que surge tras la reacción de polvo de vidrio de silicato y ácido polialquenoico. En un primer momento este relleno dental pretendía ser para uso en restauraciones estéticas para dientes anteriores, especialmente para cavidades de clase III y V. Pero al ver su adhesión a la estructura dentaria y su validez para la prevención de caries, se extendió para otros usos como: Agente de relleno, sellador de surcos y fisuras, recubrimiento, reconstrucción de muñones y restauraciones inmediatas entre otras. (Proaño y López, 2014)

El ionómero de vidrio convencional está compuesto por:

Polvo: Sílice, Alúmina, Fluoruros

Líquido: Ácido poliacrílico, ácido itacónico, ácido tartárico.

Cuando ambos componentes se mezclan (debe ser rápida la mezcla, entre 20 y 30 segundos a dosis de polvo /líquido 1, 5:1.) en una pasta, el ácido graba las superficies de las partículas de vidrio por lo que se liberan iones de calcio, sodio, aluminio y flúor al medio acuoso.

Entre sus ventajas existen la liberación de Flúor el cual favorece una actividad bacteriostática, resistencia a la compresión mayor que el fosfato de zinc, siendo la resistencia a la tracción similar, fácil manipulación y translúcido, sin embargo, es un material muy soluble a la humedad, por lo cual requiere aislamiento absoluto.

Para el presente estudio se utilizó un ionómero de vidrio como lo es el EQUIA Forte Coat que incorpora un nuevo monómero multifuncional que produce una matriz de resina más resistente a la humedad y, por lo tanto, funciona como restaurador definitivo. Este material posee una alta capacidad de sellado marginal que ofrece resistencia a la microfiltración y decoloración de este en largos periodos de tiempo. (Valencia et. al, 2023)

2.2 Estado del Arte

A continuación, se presenta la tabla 1 que incluye investigaciones que fortalecen el marco referencial del tema de investigación, profundizando en el uso de distintos materiales para el diseño de las restauraciones finales y someténdolo a múltiples cargas. Cabe mencionar que una de las principales diferencias halladas con el proyecto de investigación en curso, es que varios proyectos utilizan equipos especiales para simular la acción masticatoria y medir la resistencia por medio de ciclos de masticación:

Tabla 1 Estado del Arte

Autor	Descripción
Didier Dieschi - Filipo Del Curto - Enrico Di Bella - Ivo Krejci - Stefano Ardu (2021)	Título: Evaluación in vitro de la adaptación marginal en restauraciones directas de clase II de mediano y gran tamaño utilizando una técnica de relleno en bloque o estratificación

Autor	Descripción
	<p>Objetivo: Probar si las dimensiones de la cavidad y el protocolo de restauración tienen el potencial de influir en la adaptación in vitro de la restauración de clase II después de un estrés termo oclusal simulado.</p> <p>Materiales y Métodos: Se asignó aleatoriamente un total de 32 dientes preparados a uno de los 4 grupos experimentales según el tamaño de la cavidad, el sistema de composite y la técnica de obturación;</p> <p>Grupo 1: cavidad pequeña y composite de restauración convencional multicapa (Tetric Evo-ceram: TEC),</p> <p>Grupo 2: cavidad pequeña y composite de relleno en bloque fluido (SDRFlow: SDR) + una sola capa oclusal de composite de restauración convencional (TEC),</p> <p>Grupo 3: gran cavidad y composite restaurador convencional multicapa (TEC)</p> <p>Grupo 4: gran cavidad y composite fluido de relleno en bloque (SDR) + un composite restaurador convencional (TEC) de una sola capa oclusal.</p> <p>Todos los especímenes fueron sometidos a 500'000 ciclos de carga termo mecánica (50 N, 5 a 55 °C). La interfase diente-restauración proximal fue analizada cuantitativamente por SEM, antes y después de la carga termo mecánica.</p> <p>Conclusiones: El impacto de la técnica de restauración y el tamaño de la cavidad en la adaptación marginal apareció esencialmente después de la fatiga simulada para la adaptación del esmalte. La adaptación continua del esmalte cervical y la dentina de las restauraciones de relleno en bloque pequeñas y grandes se redujo significativamente, mientras que el cambio fue menor en las restauraciones en capas hechas de composite restaurador convencional.</p>
<p>Elisa Aboucauch – Guillermo Schmitt – Jao Paulo Mendes – Renan Vaz – Luiz Felipe Valandro – Nathalia de Carvalho – Eduardo Bresciani – Guillermo de Sigueira (2021)</p>	<p>Título: Comportamiento a la fatiga y distribución de tensiones de molares restaurados con incrustaciones MOD con y sin elevación profunda del margen.</p> <p>Objetivos: Este estudio evaluó el efecto de la elevación del margen profundo (DME) y los materiales de restauración (cerámica de vidrio reforzada con leucita [C] frente a resina compuesta indirecta [R]) sobre el comportamiento de fatiga y la distribución de la tensión de los molares superiores con 2 mm de profundidad proximal. Márgenes restaurados con MOD inlay.</p> <p>Materiales y Métodos: Cincuenta y dos terceros molares humanos extraídos se asignaron al azar en cuatro grupos (n= 13): C; EMD + C; R; y DME + R. Las incrustaciones fueron fabricadas en CAD-CAM y adheridas a todos los dientes. El comportamiento a fatiga se evaluó con la prueba de esfuerzo por pasos (10.000 ciclos/paso; paso = 50 N; 20 Hz; carga inicial = 200 N). Las cargas de falla por fatiga y el número de ciclos se analizaron con ANOVA</p>

Autor	Descripción
<p>Andrea Baldi – Alessandro Scattina – Giorgio Ferrero – Allegra Comba – Mario Alovisi – Damiano Pasqualini – Lorenzo Peroni – Matteo Muggeo – Filippo Germanetti – Nicola Scoti (2022)</p>	<p>de 2 vías y la prueba de Tukey ($p < 0.05$) y gráficas de supervivencia de Kaplan-Meier. La distribución de tensiones se evaluó con análisis de elementos finitos. Los modelos fueron considerados isotrópicos, lineales y homogéneos, y presentaron contactos enlazados. Se aplicó una carga axial de trípode (400 N) a la superficie oclusal. La distribución de tensiones se analizó con el criterio de tensión principal máxima.</p> <p>Conclusiones: DME no fue negativo para la fatiga y los comportamientos biomecánicos. Las incrustaciones de resina compuesta fueron más resistentes a la prueba de fatiga, aunque el modo de falla fue más agresivo.</p> <p>Título: Composite fluido de alto relleno en elevación de margen profundo: estudio FEA obtenido a partir de un modelo real de microCT.</p> <p>Objetivos: Evaluar la tensión de cizallamiento (SS) y la presión normal (NP) en la interfaz de restauración del diente de un compuesto de resina fluida de alto relleno aplicado a la técnica de elevación del margen profundo a través del análisis FEM generado por una exploración microCT.</p> <p>Materiales y Métodos: Se preparó un molar superior de referencia con dos cavidades de clase II de acuerdo con el protocolo de elevación del margen profundo. Se segmentó un modelo geométrico a partir de una tomografía computarizada micro que generó volúmenes separados de esmalte, dentina y materiales de restauración. El modelo 3D de elementos finitos (FE) se construyó posteriormente y se simuló una carga de masticación axial. Los datos relativos a la interfase diente-restauración se analizaron en términos de SS y NP. Se probaron diferentes materiales y técnicas para evaluar los efectos del material de restauración, el uso de un composite fluido de alto relleno como revestimiento y el sustrato del área cervical.</p> <p>Conclusiones: Los compuestos de resina fluida de alto relleno mostraron resultados alentadores cuando se aplicaron a la elevación del margen profundo desde un punto de vista mecánico interfacial. Se necesitan más estudios para validar estos datos y definir mejor el papel del esmalte cervical en la distribución del estrés.</p>
<p>Ubaydah algailani – Lubna O. Alshaikhli – Abdulsalam Al Zahawi – Ahmed Alzbeede – A Samoly Monica</p>	<p>Título: Comparación de la microfiltración oclusal y cervical en restauraciones de clase V utilizando dos resinas compuestas nanohíbridas diferentes con diferentes técnicas de inserción.</p> <p>Objetivo: El estudio evalúa y compara la microfiltración oclusal y cervical en cavidades clase V restauradas con varias técnicas utilizando dos compuestos nanohíbridos diferente.</p> <p>Materiales y Métodos: Sesenta cajas estandarizadas en forma de clase V</p>

Autor	Descripción
Diyaa, - Osman osman (2021)	<p>Se realizaron preparaciones de cavidades de 2 2 3 mm (profundidad, largo, ancho) en 30 dientes; cada cavidad Tiene margen oclusal y cervical para ser evaluado. Se diseñaron doce grupos para ser llenados con un material (compuesto nanohíbrido Filtek™ Z250 XT o Beautifil™ II LS Giomer) y técnica (a granel, vertical, o Técnica de estratificación horizontal dividida SHLT) para comparar la microfiltración oclusal versus cervical. las muestras se sometieron a termociclado 500 veces ($5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ con un tiempo de permanencia de 30 s) antes de ser sub-fusionado en una solución de azul de metileno tamponado al 2% durante 24 h a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. Las restauraciones se seccionaron a lo largo longitudinalmente en dirección bucolingual a través de los centros de la restauración. Luego se evaluó por microfiltración en el margen oclusal y cervical utilizando un microscopio estereoscópico con un aumento de x10 y puntuaron como 0, 1, 2 y 3.</p> <p>Conclusiones: La técnica de estratificación horizontal Split increment en comparación con otras técnicas en restauraciones de clase V reduce significativamente la diferencia de microfiltración entre el margen oclusal y cervical a pesar del material utilizado.</p> <p>Título: Investigación de diseños de incrustaciones de cavidad de clase II con elevación de margen profundo utilizando el método de elementos finitos</p> <p>Objetivo: Comprender los efectos de los parámetros de diseño en la técnica de elevación del margen profundo y proporcionar pautas de diseño desde la perspectiva de la biomecánica.</p> <p>Materiales y Métodos: Se especificaron siete parámetros de diseño geométrico para definir la forma de una incrustación de un premolar, y se investigó la influencia de la forma de la cavidad y la selección del material en la distribución general de la tensión a través de modelos automatizados. La selección de materiales incluyó resina compuesta, cerámica y disilicato de litio. Se realizó un análisis de elementos finitos para evaluar el comportamiento mecánico del diente y la incrustación bajo una carga de compresión. A continuación, se realizó el análisis de varianza para identificar los parámetros con un efecto significativo sobre el estrés producido en los materiales. Finalmente, se utilizó el método de superficie de respuesta para analizar las respuestas de estrés del diente restaurado con diferentes parámetros de diseño.</p> <p>Conclusiones: Un diseño geométrico adecuado de la incrustación mejora el rendimiento mecánico del diente restaurado y podría requerir que se excavara menos volumen de dentina natural. Además, bajo las condiciones de carga evaluadas en este estudio, la capa de elevación del margen profundo no afectó mucho la resistencia de la estructura dental.</p>
Yun-Chung Chen – Chi-Lun Lin – Chun-Hsien Hou	<p>La selección de materiales incluyó resina compuesta, cerámica y disilicato de litio. Se realizó un análisis de elementos finitos para evaluar el comportamiento mecánico del diente y la incrustación bajo una carga de compresión. A continuación, se realizó el análisis de varianza para identificar los parámetros con un efecto significativo sobre el estrés producido en los materiales. Finalmente, se utilizó el método de superficie de respuesta para analizar las respuestas de estrés del diente restaurado con diferentes parámetros de diseño.</p>

Nota: La tabla involucra elementos de cinco proyectos de investigación para elevación del margen cervical por medio de varios materiales y cada uno de ellos es sometido a un tipo específico de estrés para medir siempre su resistencia, nivel de adhesión y durabilidad.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Analizar la adaptación y resistencia compresiva de la resina fluida 3M™ Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative y un ionómero de vidrio EQUIA® FORTE de la casa comercia GC, usados en la elevación de margen cervical profundo de restauraciones directas con Resina 3M Filtek One Bulk Fill.

3.2 Objetivos específicos

- Evidenciar el comportamiento de los materiales sometidos a fuerzas compresivas establecida.
- Identificar la localización y tipo de la falla al momento de la aplicación de fuerzas compresivas.
- Analizar la interfaz entre el material de elevación, diente y la restauración final después de la aplicación de fuerzas compresivas a 800 Newtons.

4 Método

4.1 Diseño y tipo de investigación

Esta investigación está enfocada en el modelo cuantitativo positivista gracias a que requiere descubrir qué sucede con los materiales utilizados en las restauraciones dentales donde el margen cervical está por debajo de la línea gingival. Para ello, experimenta a través de un proceso con muestras de diferentes materiales en las restauraciones, con el fin de elevar el margen cervical establecer la resistencia compresiva de ambos materiales. (Carreño, 2016)

4.2 Tipo de estudio

En la presente investigación se realizará un estudio in vitro que permitirá el análisis de dos tipos de materiales restaurativos en la elevación de margen cervical profundo en preparación de cavidades clase dos que serán restauradas con Resina 3M Filtek One Bulk Fill en técnica directa.

4.3 Población y Muestra

Para realizar el experimento que se plantea en esta investigación se va a utilizar la siguiente muestra:

Se elaborarán 60 muestras en total de dientes terceros molares superiores. El primer grupo consta de 20 muestras sin elevación de margen cervical con restauraciones finales en Resina 3M Bulk. El segundo grupo también de 20 muestras que tienen elevaciones de margen cervical realizadas con el ionómero de vidrio EQUIA FORTE GC y por último el tercer grupo conformado por 20 muestras con elevaciones con resina Bulk Fill Flowable Restorative. Ver apéndice A.

En todos los casos la obturación final será con Resina 3M Filtek One Bulk Fill con cavidades tipo inlay en superficies ocluso-distales, estas restauraciones se harán por técnica directa, la cajuela distal se ubicará en su parte más gingival 2 mm por debajo de la línea cervical.

4.4 Criterios de inclusión y exclusión

4.4.1 Criterios de Inclusión

- Dientes terceros molares superiores
- Dientes Con el formato de donación a la investigación.
- Dientes sin restauraciones tipo 2

4.4.2 Criterios de exclusión

- Dientes con fractura coronaria
- Dientes anomalías visibles en el esmalte
- Dientes terceros molares que este en una formación. Menor a dos tercios de raíz

4.5 Método, Técnicas e instrumentos

- Método. Este proyecto de investigación experimenta con muestras dentales con el fin de determinar la capacidad de adaptación de los materiales utilizados para realizar la elevación del margen cervical. Para lograrlo, hace uso del ensayo de fuerza compresiva llevando la muestra hasta los 800 Newtons donde se registran las características de la fractura o fisura realizada, y también utiliza el microscopio para determinar la incidencia de la unión de los materiales sobre su resistencia a este esfuerzo.

- Variables. las variables que se abordan en esta investigación serán cualitativas, siendo relacionadas con la adaptación después del ensayo de compresión a 800Ntw que se le aplicara a la superficie oclusal donde se encuentra la restauración definitiva, de esta manera se evaluara el comportamiento del material de la elevación, (teniendo en cuenta que puede ser un relleno sin elevación del margen cervical, o con resina Filtek bulk fill Flowable y 3M Equia Forte GC) y el lugar de la fractura el cual se determina con el microscopio. Ver Apéndice B.
- Instrumento de datos. Es un instrumento que sirve para recopilar y registrar la información obtenida a partir de las pruebas realizadas a las muestras y se compone del número de identificación de la Muestra, fractura sí o no, el lugar de Fractura o fallo y verificación de la adaptación. Ver Apéndice C.
- Técnica. Esta investigación utiliza dos técnicas para valorar los resultados obtenidos. En primer lugar, es observacional ya que determina a partir de imágenes tomadas en el microscopio la adaptación de margen que tienen los materiales en términos de tipo y lugar y, en segundo lugar, analiza estadísticamente los resultados de la prueba de compresión.
- Instrumentos. se utilizará el Microscopio estereoscópico Greenough Leica S9i del laboratorio de microbiología de la universidad Santo Tomás y una máquina de pruebas universal de medición de fallas por compresión.

Figura 2. *Microscopio S9i*



Tomada de Comercial hospitalaria Grupo 3 (2016).

4.6 Procedimiento de la investigación

El procedimiento que seguir en la presente investigación es el siguiente:

4.6.1 Preparación de las muestras

- Los investigadores se dividirán de la siguiente manera, Investigador 1J: hará las preparaciones. Investigador 2M: se encargará de las elevaciones con ionómero de vidrio y resina fluida. Investigador 3C: de la ubicación de los dientes en los cubos de acrílico 4K: Se encargará de las restauraciones directas en resina. Todos los investigadores contarán con la respectiva calibración según su rol dentro de la investigación con un Gold estándar que será la directora del trabajo.

- Preparación (cavidad inlay), el investigador 1J, mediante fresa redondeada grano azul ref: 801 016 mediana hará una perforación en cada fosa dental 2mm por debajo del tercio oclusal, después se procederá con una fresa cilíndrica mediana grano azul ref:801 243 a unir las tres fosas generando una sola cavidad oclusal que no abarque más de las fosetas y fisuras (Según cavidad black tipo 1), posterior a esos se revisaran las paredes que están no queden cóncavas, y se medirá con una sonda periodontal la profundidad que será de 2 mm para la cavidad oclusal. Después, se hará una cajuela en el reborde marginal distal; esta cajuela proximal tendrá una profundidad 2 mm por debajo de la línea cervical. Convirtiéndose así en una cavidad black tipo 2.
- El investigador 3C tomara 60 terceros molares superiores de pacientes en distintas consultas que necesitaban de una extracción y que han sido guardados en un ambiente controlado sumergidos con clorhexidina al 12% por 30 seg, estos dientes serán colocados en bloques de acrílico de 2 x 2 cm, los dientes serán ubicados hasta el tercio medio de raíz.
- Cepillado de cada muestra y limpieza de cada una con clorhexidina por 30 seg.
- Investigador 2M procederá a preparar el sustrato dental con el ácido fosfórico al 37% durante 5 segundos y lavado por 40 seg, y desecado por 10 seg; posterior a ello la aplicación del adhesivo por 20 seg, aireado por 20seg y foto curado con Lámpara Blue phase intensidad de luz de 1,200 mW/cm² por 20seg.
- Se hará el relleno de la cajuela con Filtek Bulk Fill Flowable 3M y Equia Forte GC dependiendo según la muestra y se seguirán las instrucciones del fabricante para cada material y su correcta aplicación. (La aplicación de ionómero de vidrio se hace de manera en bloque, el material se dispensa de la capsula dosificadora a la cavidad, en el caso de este estudio se dispensa directamente sobre la cajuela proximal en la profundidad) (La

aplicación de la resina fluida en la cajuela proximal se hará, preparando la cavidad y aplicando un adhesivo universal, este adhesivo sobre la cajuela se aplica por 20seg con un frotado sobre toda la superficie, después se procede airear por 20 seg y fotocurar con Lampara Bluephase por 20 seg. Seguido a esto se aplica la resina fluida de la parte más cervical de la cajuela hacia la parte oclusal de la preparación y se procede a fotocurar por 20 seg) todos los rellenos de las cajuelas no deben superar la línea cervical.

- El investigador 4K se encargará de la resina para el grupo control sin elevación y para la obturación final en los dos grupos con elevación será 3M Filtek one Bulk Fill, se aplicará manteniendo parámetros de agregados no mayores a 2mm y correcta fotopolimerización teniendo en cuenta principios de fotopolimerización adecuados y factores de contracción de los composites. (La calibración por parte del gold standard asegura la correcta aplicación de la resina y sus correctos agregados evitando contracción de la resina por mala aplicación del material la distancia de polimerización será lo más cercano a la resina y la intensidad de la lámpara será de 400Nm a 500 Nm indicado para canforoquinonas fotoactivadores presentes en nuestra resina de restauración final).

4.6.2 Ensayo de compresión

- Realizar ensayo de compresión sin tocar las cúspides de cada diente, la presión se realizará sobre la restauración final en su fosa distal. con objeto de máximo 4 mm de diámetro, con el cual se puede aplicar la respectiva carga.
- Llevar cada muestra hasta los 800 newtons de carga.

4.6.3 Visualización posterior al ensayo de compresión

- Visualización de las 60 muestras mediante el microscopio estereoscópico Greenough Leica S9i del laboratorio de microbiología de la universidad Santo Tomás

- Cada fotografía se etiqueta con un código específico y se observara si existe desadaptación del material de relleno de la cajuela.
- Mediante la función de fotografía con contraste del Microscopio estereoscópio Greenough Leica s9i se observará líneas de fractura en la superficie dental, en el material de restauración en resina o en el material de relleno de la cajuela.

Para ver imágenes sobre el protocolo de compresión y de revisión de pruebas, ver **Apéndice H**.

4.7 Análisis estadístico

4.7.1 Análisis Univariado

Se realizará un análisis univariado o descriptivo para evidenciar el comportamiento de las variables donde se analizarán las variables de naturaleza cualitativa denominada material restaurativo implementado para la elevación del margen cervical mediante frecuencias y/o porcentajes. Apéndice D

4.7.2 Análisis bivariado

Para el análisis bivariado, que permitirá identificar la relación o asociación entre la variable dependiente y las variables independientes, según la naturaleza de las variables (cualitativa-cualitativa) por medio de la prueba Chi 2 / exacto de fisher. Para lo anterior se tendrá en cuenta una significancia estadística con un valor de $P < 0,05$. Apéndice D

4.8 Prueba Piloto

Se realizó la prueba piloto con un tamaño de muestra que obedece al 10%, es decir seis dientes molares superiores, distribuidas en 3 grupos, 2 dientes sin elevación y con restauración directa hasta el margen profundo, 2 dientes con elevación en resina fluida y dos dientes con elevación en

ionómero de vidrio, y llevadas al procedimiento relacionado anteriormente. Como conclusión, se evidenció que es necesario la modificación de los cubos donde se van a colocar los dientes para mejorar el ajuste de la maquina al momento de hacer la compresión, esta modificación consiste en generar un cubo de 2cm por 2 cm con paredes rectas y ángulos de 90° para que de esta manera se encuentren estables en la máquina de compresión, además, se define que se realizaran cargas estandarizadas a 800 Nw. El tamaño de la muestra no se ve necesario modificarlo ya que se observa respuesta para los objetivos inicialmente planteados.

5 Consideraciones éticas

De acuerdo con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki y en la Resolución 008430 de octubre 4 de 1993 no existen participantes de los cuales requerir consentimiento debido a que esta investigación se consideró como Sin riesgo, porque las muestras se obtuvieron de consultorios odontológicos en el Área Metropolitana de la ciudad de Bucaramanga mediante formato de donación. En cumplimiento con los aspectos mencionados con el Artículo 6 de la presente Resolución, este estudio se desarrollará conforme a los siguientes criterios:

- Se cuenta con el registro de donación otorgado por los consultorios que autoricen el uso de las muestras dentro de la investigación y para los fines que se especifican en los objetivos de esta, mediante los análisis de compresión y adhesión indicados.
- Las muestras seleccionadas, serán tratadas y desinfectadas garantizando la inocuidad de la investigación y evitando ocasionar perjuicios o daños en la integridad de los investigadores.
- Los investigadores son profesionales en el área de la odontología con más de 5 años de experiencia en el campo y un desarrollo constante en la aplicación de metodologías

para el análisis de las condiciones de muestras dentales con distintas afecciones o condiciones que afectan el correcto desarrollo normal de los dientes.

- La investigación se llevará a cabo una vez se tenga el visto bueno de la formulación del proyecto por parte de la directora de este, a su vez cuando se cuente con la autorización de la donación para el uso de las muestras; y la aprobación del proyecto por parte del Comité de Ética en Investigación de la institución.

6. Resultados

6.1 Análisis de la fractura

Tomando como referencia la etapa del diseño metodológico, este estudio aplicó un análisis del comportamiento de los materiales en procedimientos de elevación de margen cervical en muestras dentales. Para lograrlo, distribuyó un total de 60 muestras divididas en 3 grupos de 20 muestras cada uno. Los grupos se clasificaron de acuerdo con el método utilizado para la restauración, en el primer grupo se hicieron restauraciones sin elevación de margen aplicando una resina directa condensable Z350 XT de la marca 3M. En el segundo grupo se hizo una elevación de margen cervical utilizando la resina fluida Bulk y posteriormente se obturó la cavidad con la misma resina directa. Por último, se utilizó Equia forte para la elevación de margen cervical y se terminó obturando con resina Z350XT como restaurador definitivo. Con respecto a la aplicación de las pruebas de compresión, a todas las muestras se les aplicó una fuerza compresiva de 800 N de acuerdo con lo indicado por Chen et. al (2021) en su estudio para cavidades clase II tipo inlay.

A su vez, cada muestra se examinó en el microscopio para determinar la condición resultante de la aplicación de la fuerza.

6.1.1. Análisis Univariado

El estudio analiza las variables: fractura, lugar de la fractura, desadaptación y lugar de la desadaptación para determinar cuál es el comportamiento con respecto a la fuerza aplicada en cada diente obturado.

Una vez aplicadas las fuerzas compresivas sobre las 60 restauraciones objeto de estudio se pudo establecer que el 20% (12) de las muestras evidenciaron algún tipo de fractura (Tabla 2).

Tabla 2. *Muestras fracturadas*

¿Se fracturaron las muestras?	Frecuencia	Porcentaje
Si	12	20%
No	48	80%
Total	60	100%

Con el propósito de determinar los lugares más frecuentes por los que ocurre la fractura, se presenta la tabla 3 con la información correspondiente:

Tabla 3. *Lugar de la Fractura*

Lugar Fractura	Frecuencia	Porcentaje
No fracturadas	48	80%
Sust. Dental	3	5%
Resina Fluida Bulk	3	5%
Equia	6	10%
Total	60	100%

De acuerdo con esta tabla, se pudo establecer que el 80% (48) de las muestras no se fracturaron. Sin embargo, es importante mencionar que el 10% (6) de los dientes se fracturaron en la elevación de margen reconstruido con el compuesto de ionómero de vidrio Equia forte.

Sólo tres molares (5%) reconstruidos con resina fluida presentaron fractura, así como también se evidenció la misma frecuencia de fracturas en las muestras sin elevación de margen cervical (sustrato dental). Por lo anterior, es necesario inferir que existió un comportamiento similar, con respecto a la frecuencia de fractura entre la resina aplicada de forma directa hasta el fondo de la cavidad y la resina fluida usada para la elevación de margen.

La otra variable de análisis en este estudio es la desadaptación, comprendiéndose como el proceso de deformación de los compuestos utilizados en la restauración en las uniones de los materiales entre sí y con el diente.

Tabla 4 *Número de muestras con desadaptación*

Desadaptación	Frecuencia	Porcentaje
SI	25	41,7%
NO	35	58,3%
Total	60	100%

De acuerdo con la tabla 4 el 41,7% (25) de las muestras que, al ser analizadas mediante el microscopio electrónico, evidenciaron desadaptación. Este resultado expresa una mayor afectación de las restauraciones, en términos de desadaptación, una vez son sometidas a fuerzas oclusales.

Al observar la variable lugar de la desadaptación, una vez aplicadas las fueras compresivas, se pudo establecer que el 58,3% (35) de las muestras no presenta ningún tipo de desadaptación. Sin embargo, es necesario reconocer que el 18,3% (11) de las muestras presentó desadaptación entre el diente y la respectiva obturación de la cavidad, mientras que el 15% (9) de las desadaptaciones se presentaron entre la elevación de margen y la restauración. Por último, se evidenció que tres (5%) muestras se desadaptaron entre la estructura dental y la elevación de margen. (Tabla 5)

Tabla 5 Lugar de la desadaptación

Lugar Desadaptación	Frecuencia	Porcentaje
No hay desadaptación	35	58,3%
Dte - elevación	3	5,0%
Dte - elevación - Restauración	1	1,7%
Fx coronal	1	1,7%
Dte - Restauración	11	18,3%
Elevación - restauración	9	15,0%
Total	60	100,0%

6.1.2. Análisis Bivariado

La tabla 6 permite evidenciar que el 90% (18) de los molares sin elevación del margen no presentaron fractura, el mismo evento ocurrió en el 80% (16) de las muestras con elevación en resina fluida Bulk y en el 70% (14) los márgenes reconstruidos con Equia Forte. Por lo anterior, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras analizadas (valor P 0.346)

Tabla 6 Relación entre el número de fracturas y el método de restauración

Fractura / Elevación	Sin Elevación del Margen	Elevación en Resina fluida Bulk	Elevación con Equia Forte	Valor de P
SI	10% (2)	20% (4)	30% (6)	0.346 ^α
NO	90% (18)	80% (16)	70% (14)	

^α Exacto de Fisher

La tabla 7 presenta los resultados observados a través del microscopio electrónico, en el cual se confirma que un total de 48(80%) muestras evidentemente no presentaron fractura luego del sometimiento a los 800 N de fuerza compresiva aplicada independientemente del material de reconstrucción del margen. Es necesario mencionar que, seis (30%) de las muestras con elevación de margen en equia forte presentaron pérdida de la continuidad entre el sustrato dental y el margen reconstruido. Por otro lado, tres de los molares reconstruidos con resina fluida presentaron fractura

a nivel sustrato dental y material de elevación, evidenciándose diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (Valor P: <0,001)

Tabla 7 *Análisis del lugar de fractura y su relación con el material*

Lugar Fractura / Elevación	Sin Elevación del Margen	Elevación en Resina fluida Bulk	Elevación con Equia Forte	Valor de P
No fracturadas	90% (18)	80% (16)	70% (14)	
Sustrato Dental	10% (2)	5% (1)	0%	<0.001 ^α
Resina Fluida Bulk	0%	15% (3)	0%	
Equia	0%	0%	30% (6)	

^α Exacto de Fisher

Del total de muestras sin elevación de margen el 70% (14) no presentaron desadaptación posterior a la aplicación de las fuerzas compresivas. Por otro lado, en el grupo que utilizó Equia como material de elevación, se evidenció que el 55% (11) no se des adaptó a nivel de la elevación, situación similar a la observada en las molares con elevación de margen con resina fluida donde el 50% (10) tuvo el mismo comportamiento. Es importante resaltar que no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en dicho análisis. (Valor P: 0.346*) Ver tabla 8.

Tabla 8 *relación entre la desadaptación y el método de restauración*

Desadaptación / Elevación	Sin Elevación del Margen	Elevación en Resina fluida Bulk	Elevación con Equia Forte	Valor de P
SI	30% (6)	50% (10)	45% (9)	
NO	70% (14)	50% (10)	55% (11)	0.346*

*Chi 2

Para determinar específicamente la relación entre el lugar de la desadaptación y el método y materiales utilizados en este estudio, se procede a analizar los datos de la tabla 9:

Tabla 9 *Relación entre el lugar de desadaptación y el método de restauración*

Lugar desadaptación /Elevación	Sin Elevación del Margen	Elevación en Resina fluida Bulk	Elevación con Equia Forte	Valor de P
--------------------------------	--------------------------	---------------------------------	---------------------------	------------

No hay desadaptación	70% (14)	50% (10)	55% (11)	
Dte - elevación	0%	10% (2)	5% (1)	
Dte - elevación - Restauración	0%	0%	5% (1)	0.032 ^a
Fx coronal	0%	5% (1)	0%	
Dte - Restauración	30% (6)	5% (1)	20% (4)	
Elevación - restauración	0%	30% (6)	15% (3)	

^a Exacto de Fisher

De acuerdo con lo anterior, el mayor número de desadaptaciones se dan entre el diente y la restauración, es decir, con el material que se utiliza para relleno de la cavidad de la incrustación. En ese orden de ideas, es importante resaltar que el 30% (6) de las muestras que se rehabilitaron mediante una restauración directa evidenciaron desadaptación entre el diente y la restauración. Con respecto a los molares en los cuales se reconstruyó el margen cervical con resina fluida, el 30% (6) presentó desadaptación entre la elevación y la restauración. En el grupo de las muestras restauradas con Equia se observó que el 20% (4) de estas presentó desadaptación entre el diente y la elevación. Se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos con un valor de P 0.032.

7. Discusión

De acuerdo con los resultados expuestos en la investigación adelantada, existen dos variables analizadas en todo el estudio, la fractura y la desadaptación de los materiales empleados en la restauración de las muestras según el método utilizado para lo mismo. De estas dos variables se desprende el análisis del lugar de la fractura/desadaptación y la relación que existe entre la fractura/desadaptación con el método empleado para estas restauraciones.

Para el caso de las fracturas, sólo el 20% de las muestras sometidas a las fuerzas de compresión llegaron a la fractura. Del total de las muestras que fueron construidas a partir de la

elevación marginal usando Equia forte el 30% se fracturó convirtiéndolo en el material que menos resistencia a estas fuerzas obtuvo, seguido por la elevación con resina fluida con un 20% y sin elevación de margen aplicando únicamente la resina condensable con un 10%. Por otro lado, la mayoría de las fracturas estuvieron concentradas en el ionómero de vidrio, es decir, el Equia Forte, con lo que resulta razonable indicar que el compuesto presenta menor rendimiento que la resina fluida usada en el otro caso de elevación, aunque la aplicación de resina sin elevación de margen asegura una mayor durabilidad de la muestra dental soportando cargas de hasta 800 N en la mordida de un ser humano con lo que representa una mejor opción hasta el momento. Se destaca que el 80% de las muestras no se fracturaron. Aun cuando se relacionan los lugares de fractura con los métodos de restauración, el resultado fue el mismo. Aboucauch et. Al (2021) indicaron en su estudio de Comportamiento a la fatiga y distribución de tensiones de molares restaurados con incrustaciones MOD con y sin elevación profunda del margen que, las incrustaciones de resina compuesta fueron más resistentes a la prueba de fatiga, aunque el modo de falla fue más agresivo, lo cual respalda los resultados de esta investigación, donde se mostró un mejor comportamiento por las muestras sin elevación de margen cervical, rellenadas con resina de forma directa. Lo anterior también es soportado por el estudio de Baldi et. Al (2022) sobre el Composite fluido de alto relleno en elevación de margen profundo, en el cual se evidenció que los compuestos de resina fluida de alto relleno muestran mejores resultados cuando se aplican a la elevación del margen profundo desde un punto de vista mecánico interfacial, es decir, sus resultados son mejores cuando se aplica desde la profundidad cervical y no desde el margen en adaptación con otro tipo de materiales.

Ahora bien, en contraste con lo expuesto anteriormente, Chung et. Al. (2021) indica que un diseño geométrico adecuado de la incrustación mejora el rendimiento mecánico del diente

restaurado y podría requerir que se excavara menos volumen de dentina natural. Además, bajo las condiciones de carga evaluadas en este estudio, la capa de elevación del margen profundo no afectó mucho la resistencia de la estructura dental, lo cual puede indicar que de analizarse un diseño geométrico más adecuado podría, en teoría, obtenerse resultados distintos.

En cuanto a la desadaptación, los resultados de este estudio en comparación con otros como el de Juloski et. al (2018) demuestran que la inclusión de varios materiales en las muestras inciden en el nivel de adaptabilidad marginal de cada muestra, ya que aproximadamente el 42% de las muestras procesadas sufrieron procesos de desadaptación, el 30% de las muestras sin elevación del margen mostraban desadaptación entre el diente y la restauración, el 30% de los que hacían elevación con resina fluida presentaban desadaptación entre la elevación y la restauración, por otro lado, la elevación con equia forte mostró desadaptación entre el diente y la restauración (20%), la elevación y la restauración (15%), entre el diente y la elevación (5%) y entre el diente la elevación y la restauración (5%), es decir, en la mayoría de los lugares de desadaptación evaluados.

Para Dieschi et al. (2021) el impacto de la técnica de restauración y el tamaño de la cavidad son factores importantes a la hora de revisar la adaptación marginal, aunque en el caso de este autor las muestras se llevaron a la fatiga, la adaptación en restauraciones con técnicas EMC perdían su intimidad, mientras que en las restauraciones realizadas sin la técnica de EMC, solo con composite restaurador final evidenciaron un mejor contacto y continuidad de sus bordes, con lo que se reafirman los resultados de la investigación al indicar que entre menos fases existan en una restauración, se evidencia menor desadaptación.

Los estudios de Spreafico (2016) y Ilgstein (2015) que evaluaron la influencia de la reubicación del margen cervical en la calidad marginal de las restauraciones cementadas con adhesivos se observó que, en los márgenes vistos en microscopio electrónico de barrido de 50 y

200 aumentos, las interfaces adhesivas no siempre fueron las mismas en todos los estudios, es decir, siempre hay una desadaptación mayor en los casos en los que existen varias fases para una restauración utilizando cualquier otro material para elevar el margen cervical y luego realizar el relleno de la cavidad.

Dietschi (2015) respalda el hecho de que no existían diferencias en la calidad marginal de las restauraciones colocadas directamente sobre la dentina, siguiendo el procedimiento de cementación convencional, o en las restauraciones compuestas utilizadas para la reubicación del margen cervical.

De acuerdo con estos resultados y el estudio realizado se sugiere en términos de adaptabilidad que podría incluirse un factor térmico para determinar si existe alguna influencia adicional sobre esta variable, sin embargo, puede inferirse que entre más fases existen en una restauración menor es la adaptabilidad de los materiales entre sí.

Las limitaciones del presente estudio involucran el tamaño de la muestra y la no recreación de tejidos blandos en el margen cervical profundo, se hace necesario ambientar factores similares al ambiente dental para lograr una mejor descripción de los resultados de los materiales.

Las principales fortalezas de esta investigación radican en la naturaleza del procedimiento, ya que se pudo establecer un proceso adecuado y con tecnología de punta suministrada por la Universidad Santo Tomás a través de sus distintos laboratorios, con lo cual las actividades propuestas dieron los resultados más precisos en los ensayos y garantizaron la correcta aplicación para el procedimiento.

8. Conclusiones

De acuerdo con el objetivo general de la investigación, se concluye que las restauraciones realizadas sin la técnica de elevación del margen cervical son las que mayor resistencia a la compresión presentan. En la discusión se argumenta que entre más uniones de materiales posea una muestra menos resistente se vuelve. Lo mismo pasa en términos de la variable desadaptación, encontrándose que, las muestras que utilizaron la técnica de elevación del margen cervical presentan mayor desadaptación que las que utilizaron el método directo y, entre los dos componentes utilizados, la resina fluida 3M™ Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative, es el material que mayor resistencia a compresión y menor desadaptación presenta.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la mayoría de las muestras fracturadas son las que presentaban elevación con el ionómero de vidrio, por lo cual se considera como un material duro que puede fracturarse en la medida que se incrementa la fuerza compresiva aplicada. Lo anterior indica que entre menos fases posea una restauración, mejores resultados se obtienen.

En términos de la localización y tipo de falla de la fractura, cabe mencionar que en cuanto a las muestras que sufrieron fracturas, la mayoría de ellas se concentraron en las restauraciones con elevación de margen cervical usando el ionómero de vidrio, mientras que en las que se usó sólo el sustrato dental y la elevación de margen usando la resina, indican mejores resultados.

Por otra parte, la desadaptación se presenta en mayor proporción entre el diente y la restauración seguido por entre la elevación y la restauración, lo cual indica que la segunda fase se adapta mejor tal vez por los materiales utilizados, en comparación con la resina y el sustrato dental.

9. Recomendaciones

Se recomienda continuar con la investigación incluyendo una nueva variable, “la filtración” con ella se puede comprobar si luego de restaurada una muestra dental esta puede llegar a sufrir de filtración con el tiempo mediante la aplicación constante de fuerzas compresivas.

Se recomienda analizar algunas muestras más en el estudio y clasificar por grupos etarios y géneros para estudiar si el uso de algunos materiales estaría relacionado con las condiciones físicas de la persona de la que proviene la muestra.

Referencias

- Al-Hiyasat AS, Darmani H, Milhem MM. Cytotoxicity evaluation of dental resin composites and their flowable derivatives. *Clin Oral Inv.* 2005; 9: 21-25.
- Aydin, B., Pamir, R., Baltaci, A., Orman, M.N., Turk, T., 2015. Effect of storage solutions on microhardness of crown enamel and dentin. *Eur. J. Dermatol.* 9, 262–266. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.156848>.
- Barbero García J. (2000). *Patología y Terapéutica Dental*. Barbero García J, editor. Madrid: Editorial Síntesis. 735 p.
- Baroudi K, Rodrigues J. Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Considerations. *JCDR.* 2015; 6: 18:24.
- Bernal, C. A. (2006). *Metodología de la Investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. (2ª ed.). Pearson.
- Bresser, R., van de Geer, L., Gerdolle, D., Schepke, U., Cune, M., y Gresnigt, M. (2020). Influence of Deep Margin Elevation and preparation design on the fracture strength of indirectly restored molars. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 110, 103950. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2020.103950>
- Calatrava, L. A. (2016, 22 julio). *Biomimética: una vía para romper paradigmas*. *Acta Odontológica Venezolana*. <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2016/1/art-15/>
- Cambra, J. (2020, 28 septiembre). *¿Qué son las incrustaciones dentales? | Términos Odontológicos | BQDC*. Best Quality Dental Centers. <https://bqdcentalcenters.es/estetica-restauracion-dental/incrustaciones/#:%7E:text=Las%20incrustaciones%20dentales%20son%20restauraciones,que%20colocar%20una%20corona%20dental>.

- Carreño, M. (2016). Estudio In Vitro sobre la Resistencia a la Fractura y Tipo de Fallo de Prótesis fijas adhesivas elaboradas con distintos materiales y diseños. Tesis doctoral. UIC Barcelona. Barcelona España.
- Cedillo, J. y Cedillo J. (2013). Restauraciones indirectas de resina en una sola visita. Reporte de un estudio de caso clínico. Revista ADM. Medigraphics. Vol. 70 (6) 329-338.
- Chen, Y. C., Lin, C. L., y Hou, C. H. (2021). Investigating inlay designs of class II cavity with deep margin elevation using finite element method. *BMC Oral Health*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01630-z>
- CIMER. (2018, 8 abril). *La importancia de la prevención bucodental - Clínica Dental CIMER Ibi*. Cimer Ibi. <https://www.clinicacimeribi.com/importancia-prevencion-bucodental/>
- Chuang, S.-F., Liu, J., Chao, C., Liao, F., y Chen, Y. (2000). Effects of flowable composite lining and operator experience on microleakage and internat voids in class II composite restorations. Noteworthy Abstracts of the current Literature, 12-20.
- Culp, L., y McLaren, E. (2010). Lithium Disilicate: The Restorative Material of Multiple Options. Compendium, 716-725.
- Da Silva, D., Ceballos, L., y Fuentes, M. (2021). Influence of the adhesive strategy in the sealing ability of resin composite inlays after deep margin elevation. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, e886-e893. <https://doi.org/10.4317/jced.58689>
- Dietschi D, Spreafico R. (1998). Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent*; 10: 47-54.
- D. Dietschi, R. Spreafico. (2015). Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part I. Historical perspectives and clinical rationale for a biosubstitutive approach *Int J Esthet Dent*, 10 (2015), pp. 210-227

- Fernández González Y, Chico Menoy L, Mariño Curbelo. G, Alonso Herrera. (2008). Prevalencia de caries y factores de riesgo asociados en prerreclutas de la Clínica “Antonio Briones Montoto”. *Revista Universidad Médica Pinareña* [en línea]. [citado junio 03 de 2022]; 4(1): Disponible en: <http://galeno.pri.sld.cu/index.php/galeno/article/view/45/41>
- Flurry, S. (2012). Principios de la Adhesión y de la Técnica adhesiva. *Quintessenz Team-Journal*. 2011;41:595-600
- Garg, N., y Garg, A. (2010). *Textbook of Operative Dentistry*. Jaypee Brothers Medical Publishers.
- Garrigó Andreu MI, Sardiña Alayón S, Gispert Abreu E, Valdés García P, Legón Padilla N, Fuentes Balido J. et al. (2003). Guías Prácticas clínicas de caries dental. En: Colectivo de Autores Guías Prácticas de Estomatología [en línea]. La Habana: Ciencias Médicas. [citado junio 03 de 2022]; p.23-75. Disponible en: http://bvs.sld.cu/libros_texto/guias_practicas_de_estomatologia/completo.pdf
- Gil-Chavarria, I., Garcia, R., y Reyes, J. (2007). Bioestructura de la unión entre esmalte y dentina en dientes humanos. *Acta Microscópica*.
- I. Ilgenstein, N.U. Zitzmann, J. Buhler, F.J. Wegehaupt, T. Attin, R. Weiger, et al. Influence of proximal box elevation on the marginal quality and fracture behavior of root-filled molars restored with CAD/CAM ceramic or composite onlays *Clin Oral Investig*, 19 (2015), pp. 1021-1028
- Iriarte, L. (2022, 7 de abril). Diez enfermedades que una mala higiene bucal puede causar en tu organismo. *Deia*. <https://www.deia.eus/vivir-on/salud/2022/04/10/diez-enfermedades-mala-higiene-bucal/1208495.html>
- Jesús, J. D., Valencia, C., Alejandra, D., Almanza, H., Manuel, V., y Félix, C. (s/f). Caso clínico Equia Forte. Innovación del futuro en obturación de cavidades equia forte. *The future in*

- cavity obturation. Rodyb.com. Recuperado el 19 de abril de 2023, de https://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2017/01/rodyb-enero2017_art1.pdf
- Juloski, J., Köken, S., y Ferrari, M. (2020). No correlation between two methodological approaches applied to evaluate cervical margin relocation. *Dental Materials Journal*, 39(4), 624–632. <https://doi.org/10.4012/dmj.2018-410>
- Kaizo, E., Pavanelli, C., Tomm, A., y Villaça, L. (2012). Cementation of ceramics and indirect composite resin to enamel and dentin using different resin-based cements – Shear bond strength. *RFO*, 261-267
- Kramer, N., Lohbauer, U., y Frankenberger, R. (2000). Adhesive luting of indirect restorations. *Am J Dent*, 60-76
- Kuper NK, Opdam NJ, Bronkhorst EM, Huysmans MC. (2012). The influence of approximal restoration extension on the development of secondary caries *Journal of Dentistry*; 40(3):241-247.
- Manau C, Echevarria JJ. Enfermedades periodontales. En: Cuenca Sala E, Manau Navarro C, Serra Majem Ll. (1999). *Odontología preventiva y comunitaria. Principios, métodos y aplicaciones*. 2 ed. Barcelona: Masson. p.137-152.
- Manau, C., Echeverria, A., Agueda, A., Guerrero, A., y Echeverria, J. J. (2008). Periodontal disease definition may determine the association between periodontitis and pregnancy outcomes. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(5), 385–397. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.2008.01222.x>
- Magne P, Spreafico RC. (2012). Deep margin elevation: a paradigm shift. *Am J Esthet Dent*; 2(2):86–96.

Magne, P., y Belser, U. (2004). Restauraciones de Porcelana Adherida en los dientes Anteriores:

Método Biomimético. Ginebra: Editorial Quintessence

Manhart, J., Chen, H., Hamm, G., y Hickel, R. (2004). Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of permanent dentition. *Operative dentistry*, 481-508

Moaleem, M. M. A., Adawi, H. A., Alahmari, N. M., Alqahtani, F. M., Alshahrani, F. T., y Aldhelai, T. A. (2021). Effects of the Cervical Marginal Relocation Technique on the Marginal Adaptation of Lithium Disilicate CAD/CAM Ceramic Crowns on Premolars. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 22(8), 900–906. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3138>

Okeson JP. (2008). Tratamiento de la oclusión y trastornos temporomandibulares [en línea] 6ta. ed. España: Elsevier. [citado 20 marzo 2017]. Disponible en: https://estomatologia2.files.wordpress.com/2017/10/documents-tips_okeson-6ta-edicion-5606e14078429.pdf

Proaño D, López M. Los cementos ionómeros de vidrio y el mineral trióxido agregado comomateriales biocompatibles usados en la proximidad del periodonto. *Rev Estomatol Herediana*2006; 16(1): 59 – 63

Re-D, Cerutti A, Mangani F, Putignano A. (2009). Restauraciones Estéticas- Adhesivas Indirectas Parciales en Sectores Posteriores. *Amolca*. 230 p.

Sánchez Pérez L, Sáenz Martínez L P. (1998). Actualidad cariogénica y su asociación con la incidencia de caries. *Rev ADM* [en línea]. [citado junio 03 de 2022]; LV (2): 81-85.

Disponible en:

https://books.google.com.cu/books?id=CzuaAAAAIAAJyprintsec=frontcoverydq=revista+ADMyhl=esyei=BiJcTa3aIlyredir_esc=y#v=onep

Sierra, D. (septiembre de 2003). EIA. Obtenido de:
<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/es/conceptosbasicosmfluidos/cohesi%C3%B3n/cohesi%C3%B3n.htm>

Simonsen, R. (1991). New Materials on the Horizon. JADA.

UpperMat. (2021, 9 agosto). *Tipos Composites dentales: ¿para qué sirve cada uno?*
<https://uppermat.com/tipos-composites-dentales/>

Urabe, I., Nakajima, S., y Tagami, J. (2000). Physical properties of dentin-enamel junction region.
Am J Dent

Venuti, P. (2018). Rethinking Deep Marginal Extension. International Journal of cosmetic dentistry. 7(1). 26-32

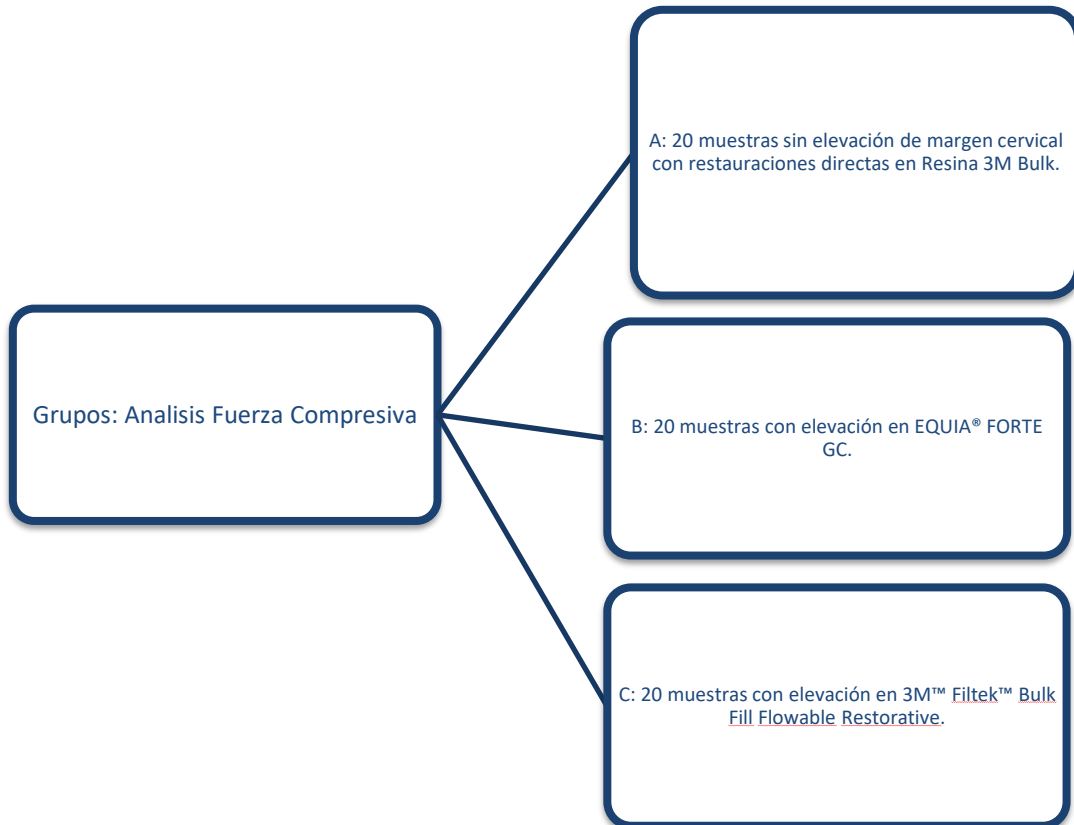
Veneziani, M. (2010). Adhesive restorations in the posterior area with subgingival cervical margins: new classification and different treatments. European journal of esthetic dentistry, 2-28

Zarza, A. (2019). Elevación de la caja proximal y calidad del sellado en Inlays. [Tesis de Grado].
Facultad de odontología, Universidad de Sevilla, España.

Zhang H, Li H, Cong Q, Zhang Z, Du A, Wang Y (2021) Effect of proximal box elevation on fracture resistance and microleakage of premolars restored with ceramic Endo crowns. PLoS ONE 16(5): e0252269. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252269>

Apéndices

Apéndice A. *Definición de las muestras.*



Apéndice B. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Naturaleza	Escala de Medición	Valor
Materiales para elevación	Son elementos que se aplican de forma temporal en las restauraciones para emular la función del diente al masticar. Son temporales porque se deben revisar con el tiempo con el fin de evaluar constantemente su estado y composición.	Materiales por utilizar para la restauración con elevación de margen cervical	Nominal	Cualitativa	1. Sin elevación 2. Resina Filtek bulk fill 3M Equia Forte GC
Fractura	Perdida de la integridad estructural de un material.	Falla en la continuidad de los materiales o estructura dental.	Nominal dicotómica	Cualitativa	1. Si 2. No
Lugar de fractura	Deformación plástica o ruptura de un componente por carga compresiva	Alteración evidenciada posterior al sometimiento de las cargas hasta la fractura y no fractura	Nominal	Cualitativa	1. Sustrato dental 2. material de incrustación 3. Margen Resina fluida 4. margen ionómero de vidrio
Desadaptación	Nivel de Adaptación entre dos materiales que determina la resistencia a la separación y las características de la unión antes del ensayo de compresión.	Determinación de la interfaz entre los materiales usados para rellenar la cavidad gingival y la restauración final.	Nominal dicotómica	Cualitativa	1. Si 2. No

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Naturaleza	Escala de Medición	Valor
Lugar de la desadaptación	Lugar donde el material pierde la unión con sus estructuras circundantes.	Registro exacto donde los materiales pierden la continuidad.	Nominal	Cualitativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sustrato dental y restauración final 2. Restauración final y elemento de relleno de la cajuela 3. Relleno de la cajuela y sustrato dental

Apéndice D *Análisis estadístico*

Análisis Univariado

Variable	Naturaleza	Medida de resumen
Fractura Lugar de la fractura Desadaptación Lugar de la desadaptación	Cualitativa	Frecuencias Porcentajes
Material de elevación	Cualitativa	Frecuencias Porcentajes

Análisis Bivariado

Variable independiente	Variable dependiente	Naturaleza	Medida de resumen
Fractura Lugar de la fractura Desadaptación Lugar de la desadaptación	Material Restaurador: Sin elevación Grupo 1 Elevación con ionómero Grupo 2 Elevación con resina Grupo 3	Cualitativa / Cualitativa	Chi 2 / exacto de fisher

Apéndice E. Consentimiento Informado

Trabajo de investigación: Análisis de la adaptación de la resina fluida y el ionómero de vidrio en la elevación de margen cervical profundo en restauraciones con resina 3M filtek one bulk fil.

fecha: _____

Yo, _____ identificado (a) con cc No _____ de _____, edad _____ domiciliado en _____, acepto donar el (los) dientes _____ extraído (s) en esta fecha por el Dr (Dra) o estudiante _____ destinados a la investigación denominada “Análisis de la adaptación de la resina fluida y el ionómero de vidrio en la elevación de margen cervical profundo en restauraciones con Resina 3M Filtek One Bulk Fill” llevada a cabo por estudiantes de la especialización en Rehabilitación Oral de la Universidad Santo Tomás en la ciudad de Bucaramanga. Aclaro también que la donación es totalmente voluntaria, que no recibiré en ningún momento remuneración económica por parte de los investigadores del proyecto y que en ninguna circunstancia será revelada mi identidad.

Si presenta alguna inquietud con respecto a la donación puede comunicarse a los siguientes números telefónicos 317 3983003- 3017591618.

Después de haber leído y entendido completamente el documento firmo libre y voluntariamente.

Firma del paciente _____ cc _____

Operador _____ Firma _____

Testigos nombre y apellidos _____

Firma y cc _____

Los elementos se entregan en físico en compartimientos seguros para su transporte y evitando cualquier tipo de manipulación de fuentes externas a las partes correspondientes de esta donación.

Apéndice F. Cronograma

Actividad (meses)	1 semestre	2 semestre	3 semest re	4 semestre	5 semestre	6 semestr e
Elaboración de introducción, planteamiento del problema, justificación y objetivos	x	x	x			
Elaboración del marco teórico	x	x	x			
Elaboración de materiales y métodos		x	x			
Realización de la prueba piloto				x		
Recolección de datos				x	x	
Digitación de la base de datos y análisis					x	x
Resultados						x
Discusión						x
Conclusiones						x
Entrega de informe final						x
Entrega de artículo						x
Presentación para la sustentación						x

Apéndice G. Presupuesto*Descripción de los equipos que se planea adquirir*

Adquisición de equipos		
EQUIPO	JUSTIFICACION	TOTAL
Computador portátil	Equipo para la realización del proyecto digitalmente	\$7.500.000
Impresora	Medio por el cual se adquirió toda la información en físico.	480.000
Tinta para impresora	Material para conseguir la impresión de los documentos digitales	50.000
Total		8'030.000

Descripción de los gastos personales (en miles de pesos colombianos con base en salarios 2022)

Gastos personales						
Nombre del Experto	del	Formación Académica	Función en el Proyecto	en el	Tiempo dedicado al proyecto	Total
Dra. Rodríguez Cuellar	Lina	Especialista Rehabilitación Oral	Directora del proyecto	de	148 horas	11'840.000
Dra. Milena González	Sandra Alonso	Mg Odontología	Codirectora		148 horas	11'840.000
Total						23,680.000

Materiales, suministros e instrumental (en miles de pesos colombianos)

Presupuesto del proyecto						
Moneda	Moneda legal colombiana, valores exactos no abreviados					
Ítem	Análisis	Descripción del ítem	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	
Alquiler de laboratorio para las pruebas de compresión	Se utiliza el equipo para realizar la medición de las fuerzas compresivas	Equipo de ensayo de compresión	3 horas	\$120.000	\$360.000	

Presupuesto del proyecto
Moneda Moneda legal colombiana, valores exactos no abreviados

Ítem	Análisis	Descripción del ítem	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
	sobre las muestras elaboradas.				
3M™ Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative, 4861A3, 20 - 0.2g Capsules	Es la resina que se utiliza para la elevación del margen cervical	Brand: Filtek Manufacturer: 3M Manufacturing Code: 4861A3 Quantity: 15/pk Item - Delivery System: Capsule Item - Delivery System: Capsule/Carpule Item - Shade: A3 Item - Weight: 0.2 g Item - Weight: 0.2g	2	\$131.000	\$262.000
EQUIA® FORTE GC	Es el ionómero de vidrio utilizado para las restauraciones	Sistema de restauración de ionómero de vidrio híbrido para la obturación de bloques Restauraciones de clase; I, II (con/sin estrés), intermedias, V y de superficies radiculares Mayor resistencia a la fractura, desgaste y liberación de flúor gracias a su tecnología de vidrio híbrido No necesita unión/acondicionamiento por su incorporación de adhesivos y humectación incluidos Contenido: 20 cápsulas Equia Forte Fil A2 20 monodosis Equia Forte Coat y 25 aplicadores.	1	\$340.000	\$340.000
Resina 3M Filtek one Bulk fill.	Se utilizan como material de restauración final.	restaurador dental para dientes posteriores que permite la inserción de un incremento único de hasta 4 mm, aumentando la rapidez de su trabajo y la satisfacción de sus clientes.	15 jeringas de 4 gramos	\$166.100	\$2.491.500

Presupuesto del proyecto

Moneda Moneda legal colombiana, valores exactos no abreviados

Ítem	Análisis	Descripción del ítem	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Alquiler del microscopio para pruebas	Se utiliza el equipo para escaneo de imágenes de las uniones de los materiales	Microscopio de Barrido	3 horas	\$140.000	\$420.000
Adhesivo Ácido Fosfórico	Elementos utilizados para la adhesión de la resina de restauración final.	Elementos necesarios para la colocación de la resina	2 frascos 5Ml	\$190.000	\$284.000
Aplicador de Adhesivo			2 jeringas de 3 Gramos	\$59.000	
			30 aplicadores	\$35.000	
Total, presupuesto del proyecto					\$4.157.500

Presupuesto global de la propuesta por fuentes de financiación (en miles de pesos colombianos) con base en costos 2022

Presupuesto global	
Rubros	Costos
Equipos	\$ 8'030.000
Personal	\$ 23,680.000
Materiales, insumos	\$ 4.157.500
Total	\$ 35.867.500

Apéndice H. Imágenes de las pruebas de compresión y preparación de las muestras

Preparación de las cavidades



Diseño de los Cubos para las muestras



Prueba de Compresión



Revisión ante el microscopio