



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

SELLADO MARGINAL DE DOS RESINAS BULK FILL CON PROFUNDIDAD DE 4
MM Y 5 MM, FOTOPOLIMERIZADAS CON LAMPARAS LED POLIWAVE IN
VITRO

Línea de investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista

Autor:

Bermejo Arana, Anthony Steven

Asesora:

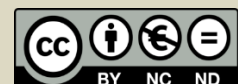
Quispe Tasayco, Lucia Marisela
(ORCID: 0000-0002-0594-5834)

Jurado:

Alvitez Temoche, Daniel Augusto
Medina y Mendoza, Julia Elbia
Vargas García, Dalila Liliana

Lima - Perú

2024



SELLADO MARGINAL DE DOS RESINAS BULK FILL CON PROFUNDIDAD DE 4 MM Y 5 MM, FOTOPOLIMERIZADAS CON LAMPARAS LED POLIWAVE IN VITRO

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uan.edu.co Fuente de Internet	5%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
5	1library.co Fuente de Internet	1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	1%
7	revistas.ucc.edu.co Fuente de Internet	1%
8	qdoc.tips Fuente de Internet	1%



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

SELLADO MARGINAL DE DOS RESINAS BULK FILL CON PROFUNDIDAD DE 4
MM Y 5 MM, FOTOPOLIMERIZADAS CON LAMPARAS LED POLIWAVE IN VITRO

Línea de Investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autor:

Bermejo Arana, Anthony Steven

Asesora:

Quispe Tasayco, Lucia Marisela

(ORCID: 0000 – 0002 – 0594 – 5834)

Jurado:

Alvitez Temoche, Daniel Augusto

Medina y Mendoza, Julia Elbia

Vargas García, Dalila Liliana

Lima – Perú

2024

Agradecimientos

A mis padres y hermanos, por estar siempre conmigo;
por todo el amor, esfuerzo y comprensión.

Un agradecimiento especial a la Dra. Julia Elbia
Medina y Mendoza por sus aportes y conocimientos,
y ser guía en investigación.

A mis maestros por sus enseñanzas y formación
profesional, por sus consejos y aporte en el transcurso
de mi crecimiento como profesional.

A mis amigos que la vida los hizo mis hermanos.

A mi casa de estudios y las personas especiales
que forman mi día a día.

Dedicatoria

A mi madre y Yampier que siempre están conmigo,

a Manuel por su apoyo incondicional.

A mi abuelita María que desde el cielo me guía y nos bendice.

De esta manera finalizó una etapa, para continuar

creciendo como profesional.

Les dedico a ustedes este logro, como una meta cumplida.

INDICE

Indice de figuras.....	vi
Indice de Tablas.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	01
1.1. Descripción y formulación del problema.....	02
1.2. Antecedentes.....	03
1.3. Objetivos.....	08
1.3.1. Objetivo General.....	08
1.3.2. Objetivos Específicos	08
1.4. Justificación.....	09
1.5. Hipótesis.....	09
II. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	10
III. MÉTODO.....	35
3.1. Tipo de investigación.....	35
3.2. Ámbito de trabajo y espacial.....	35
3.3. Variables.....	35
3.4. Población y muestra.....	37
3.5. Instrumento.....	37
3.6. Procedimiento.....	37
3.7. Análisis de datos.....	38
3.8. Consideraciones éticas.....	38
IV. RESULTADOS.....	39

V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	46
VI.	CONCLUSIONES.....	48
VII.	RECOMENDACIONES.....	50
VIII.	REFERENCIAS.....	51
IX.	ANEXOS.....	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sellado marginal de dos resinas Bulk fill con profundidad de 4 mm y 5 mm ...	39
Figura 2: Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología Opus Bulk Fill APS-FGM, con profundidad de 4 mm.....	40
Figura 3: Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología Opus Bulk fill APS-FGM, con profundidad de 5 mm	41
Figura 4: Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill, con profundidad de 4 mm.....	42
Figura 5: Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill, con profundidad de 5 mm.....	43
Figura 6: Comparación del sellado marginal entre la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM, con profundidad de 4 mm.....	44
Figura 7: Comparación en el sellado marginal entre la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM, con profundidad de 5 mm.....	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sellado marginal de dos resinas Bulk fill con profundidad de 4 mm y 5 mm	39
Tabla 2: Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología Opus Bulk Fill APS-FGM, con profundidad de 4 mm.....	40
Tabla 3: Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología Opus Bulk fill APS-FGM, con profundidad de 5 mm	41
Tabla 4: Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill, con profundidad de 4 mm.....	42
Tabla 5: Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill, con profundidad de 5 mm.....	43
Tabla 6: Comparación del sellado marginal entre la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM, con profundidad de 4 mm.....	44
Tabla 7: Comparación en el sellado marginal entre la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM, con profundidad de 5 mm.....	45

RESUMEN

En este estudio se busca evaluar el sellado marginal de dos resinas: 3M Filtek™ Bulk Fill y Opus Bulk fill APS-FGM™ con profundidad de 4 mm y 5 mm, fotopolimerizadas con lámpara led Poliwave®, con el programa High power a 20” y 40”, respectivamente con intensidad de luz de (1200 mW/cm²), in vitro. Esta investigación es de tipo experimental, prospectivo, analítico, transversal, explicativo y observacional. Se realizó en 54 dientes bovinos para la medición del sellado marginal de la unión del sustrato con el material restaurador, de acuerdo a las normas ISO PD ISO / TS 11405: 2015, por lo que se dividió en 9 dientes por grupo. Se demostró la existencia de una diferencia significativa en el sellado marginal de las dos resinas Bulk fill con profundidad de 4 mm y 5 mm, fotopolimerizadas con lámparas led Poliwave, in vitro. Así también, se concluyó que la resina Opus Bulk Fill APS-FGM™, con profundidad de 4 mm y 5 mm, fotopolimerizada con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 40” (1200 mW/cm²), no presentó tanta penetración profunda del tejido dental, a diferencia de la resina compuesta de nanotecnología 3M™ Filtek™ Bulk fill, donde se encontró mayor penetración en la microfiltración. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas (p<0.05).

Palabras clave: microfiltración, fotopolimerizado, sellado marginal, resinas bulk fill.

ABSTRACT

This study seeks to evaluate the marginal sealing of two Bulk Fill resins 3M Filtek™ Bulk fill and Opus Bulk fill APS-FGM™ with a depth of 4 mm and 5 mm, photopolymerized with a Poliwave® LED lamp, with the High power program 20” and 40” (1200 mW/cm²), in vitro. This study is experimental, cross-sectional, prospective, analytical, explanatory and observational. It was carried out on 54 bovine teeth to measure the marginal sealing of the union of the substrate with the restorative material, according to the ISO PD ISO/TS 11405: 2015 standards, so it was divided into 9 teeth per group. It is evident that there is a significant difference in the marginal sealing of the two Bulk fill resins with a depth of 4 mm and 5 mm, photopolymerized with Poliwave LED lamps, in vitro. Likewise, it was concluded that the Opus Bulk fill APS-FGM™ resin, with a depth of 4 mm and 5 mm, photopolymerized with a Poliwave® Led lamp with the High power 40” program (1200 mW/cm²), did not present a lot of penetration of dental tissue, unlike the 3M™ Filtek™ Bulk fill nanotechnology composite resin, where greater penetration in microleakage was found. These differences were statistically significant ($p < 0.05$).

Keywords: microfiltration, photopolymerized, marginal sealing, Bulk Fill resin.

I. INTRODUCCIÓN

Hace algunos años se creía que los materiales que se utilizaban para las restauraciones dentales eran dañinos para la pulpa dental. Sin embargo, a lo largo del tiempo se han realizado varias investigaciones que indican que la disfunción de los agentes patógenos son los responsables de generar diferentes patologías a la pulpa dental y que, asociada con la microfiltración bacteriana producto de una mala adaptación marginal, conlleva al fracaso de las restauraciones. (Sengupta, 2023).

La resina se ha usado ampliamente como material de restauración directa e indirecta con bastante éxito durante muchos años, debido a las características propias de este material y los protocolos de irradiación de luz.

La fotopolimerización depende de la penetración de luz visible a través del material. Está comprobado que la polimerización incompleta de la resina genera deficiencias en las propiedades físico-mecánicas y reacciones biológicas adversas por presencia de alto porcentaje de monómeros residuales. (Sengupta, 2023).

A medida en que los materiales resinosos han evolucionado, las técnicas de obturación también lo han hecho. Es así que se ha desarrollado una nueva categoría de compuestos a base de resina, denominadas "Bulk-Fill", que se desarrollaron para simplificar el procedimiento de la técnica incremental, ya que algunos fabricantes y autores afirman que estas resinas son materiales de restauración altamente poliméricos reforzados con sílice, vidrio y partículas de relleno de resina cristalina, el cual permiten el uso de técnicas incrementales de hasta 4 o 5 mm disminuyendo así los inconvenientes clínicos relacionados con la contracción de polimerización. (Shimokawa et al., 2018).

1.1. Descripción y formulación del problema

Las restauraciones dentales realizadas con materiales resinosos compuesto, adhesivos de última generación, y diferentes técnicas de inserción, genera la interfase entre tejido dentario y la resina compuesta, originando la microfiltración y por ende el fracaso de la restauración dental. (Saralioglu, 2022)

Uno de los componentes de la resina compuesta es el dimetracrilato, que al ser polimerizado origina contracción, en donde se genera estrés entre el diente y la restauración, originando la interfase, debilitando la restauración, provocando desadaptación de los márgenes, flexión de las cúspides, microfiltración, decoloración marginal, sensibilidad posterior a la restauración y caries recurrente (Moradas, Álvarez, 2017)

En la actualidad no se ha logrado eliminar la contracción de las resinas, pero se ha logrado disminuirla debido al aumento de componentes inorgánicos. En las resinas nano híbridas se utiliza una nueva técnica llamada mono incremental o “en bloque”, en la cual se aplican bloques entre 4 a 5 mm para los tratamientos restauradores, muy diferente a la técnica tradicional. (Campos, Et al.; 2015)

A pesar de los avances tecnológicos de las resinas compuestas, el ingreso al mercado de agentes adhesivos de última generación y nuevos protocolos de restauración en operatoria dental, aun no se logra obtener una restauración dental tan efectiva.

Expuesta la problemática del sellado periférico (microfiltración), se permite comparar las técnicas de inserción de las resinas de nanotecnología, fotopolimerizadas con lámparas Led Poliwave con sus diferentes programas (High power 40”) in vitro.

Por todo lo expuesto realizamos la siguiente pregunta ¿Cuál es el sellado marginal de dos resinas Bulk fill con profundidad de 4 mm y 5 mm, fotopolimerizadas con lámparas led Poliwave, in vitro?.

1.2. Antecedentes

1.2.1. Internacionales

Chavez y Navarro (2023), Colombia, evaluaron la profundidad de fotocurado de dos tipos de resina de densidad alta y media, y lámparas a 0 mm y 5 mm, in vitro. Estuvo compuesto por 20 discos de resina de alta densidad (Tetric EvoCeram Bulk Fill® y Filtek™ One Bulk Fill Restorative) y dos de densidad media (Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative 3 y Opus Bulk Fill Flow APS) que fueron polimerizados con dos tipos de lámparas: poli-onda (Bluephase-N de Ivoclar Vivadent) y mono-onda (Elipar Deepcure -3M) para un total de ocho grupos. Se evaluó a 0 mm y 5 mm con un durómetro calibrado con los datos reportados y su proporción utilizada para determinar la profundidad. Los datos fueron analizados con Kruskal Wallis y Prueba post hoc de Dunn ($p > 0,05$). El resultado de este estudio determinó que no hubo diferencias significativas de dureza entre las resinas (0mm = $p > 0,0687$ and 5mm = $p > 0.0656$).

Shadman et al. (2020), Irán. evaluaron y compararon la microfiltración marginal dentinaria de resina Bulk Fill (en dos viscosidades) y la convencional en cavidades de clase II en dientes premolares superiores. En este estudio se realizaron 42 cavidades clase II en las superficies distal y mesial de 21 premolares superiores, que se extienden 1 mm debajo de la unión cemento-esmalte y restaurada con resina Grandio con incrementos de 2 mm, y X-tra fil y X-tra base con incrementos de 4mm. Después de 24 h de almacenamiento a 37°C y 100% de humedad, fueron termociclados (500 ciclos, 5-55oC), almacenados en fucsina básica, seccionada y evaluada bajo microscopio estereoscópico ($\times 40$). Se registraron las puntuaciones de microfiltración del margen gingival. El análisis estadístico se realizó en el programa SPSS 21 a través de las pruebas Kruskal-Wallis y U Mann-Whitney con una significancia de $p \leq 0.05$. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en microfiltración marginal ($P = 0,47$). Tampoco se detectó ninguna diferencia estadísticamente

significativa entre las técnicas de aplicación masiva e incremental a este respecto tampoco ($P = 0,23$).

Rizzante et al. (2019), Estados Unidos, evaluaron la contracción de polimerización, la microdureza Knoop y la profundidad de curado de 9 compuestos de resina: Xtra Fill (SF), Filtek Z350XT Flowable (Z3F), Filtek Bulk Fill Flowable (FBF), Xtra Base (XB), Filtek Bulk Fill Posterior (FBP), Filtek Z350XT (Z3XT), Surefill SDR flow (SDR), Admira Fusion Xtra (ADM) y Tetric Evo Ceram Bulk Fill (TBF). La contracción de polimerización se evaluó con una máquina μ -CT, escaneando 64 mm³ de muestras antes y después de 20 segundos de curado. Se evaluaron microdureza y profundidad de curado con un microdurómetro inmediatamente después de 20 segundos de fotopolimerización, con 3 lecturas por profundidad cada 0,5 mm. La resina de baja viscosidad evidenció valores de microdureza más bajos comparados con las de alta viscosidad. Z3XT mostró la microdureza más alta entre todos los compuestos de resina. Z3XT y Z3F evidenciaron una profundidad de curado más baja comparados con los composites de resina de relleno masivo. Todas las resinas Bulk Fill mostraron una profundidad de polimerización más arriba de los 4,5 mm y una contracción de polimerización similar o inferior a la resina convencional.

Baez et al. (2019), México, realizaron un análisis de comparación del sellado marginal entre Cention N y Bulk Fill de acuerdo a sus propiedades y a la técnica de aplicación (en bloque). Se realizaron cavidades clase II a 4 dientes premolares, y se les dividió en 2 grupos: grupo A restaurados con Tetric NCeram Bulk y el grupo B, con Cention-N. Se sumergieron en azul de Metileno y luego se realizó una sección en sentido mesiodistal. La resina Tetric N-Ceram Bulk evidenció una microfiltración del 50% y con el Cention N (12.5%). Las cavidades que se obturaron con la resina Tetric N-Ceram Bulk mostraron una microfiltración de 2 grados – 2 mm y las de Cention N tuvieron 0 grados- 0 mm.

Guerrero y Chumi (2017), Ecuador, compararon la profundidad de fotocurado de un compuesto de resina nanohíbrido fotoactivado con luz halógena versus luz LED, según la norma ISO 4049. Se utilizaron 46 muestras de resina para esmalte A2 Z350 XT 3M, tanto para la polimerización con luz halógena y 46 muestras para la fotopolimerización con luz LED. Esta investigación fue transversal, descriptiva y comparativa de laboratorio. Se utilizó un formador de probetas de 6mm de diámetro por 4mm de alto. En la base del formador se puso una tira de celuloide, sobre la que se añadió resina. Se sobreobturó la altura del formador de probetas y se colocó otra tira de celuloide en la parte superior. Posteriormente, se polimerizó el compuesto de resina durante 40 segundos con una lámpara convencional Qhl75 Dentsply, y 10 segundos más con la lámpara LED de tercera generación Radi Plus a 0mm de distancia. Se retiró el compuesto de resina del formador y el material sin polimerizar con una espátula. Se midió la altura del composite fotocurado con un micrómetro digital. Se realizaron pruebas estadísticas de normalidad y pruebas no paramétricas, además se aplicó la prueba T de student para determinar si hay una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados que se obtuvieron. El mínimo valor de profundidad de fotocurado se logró con la lámpara halógena (2,23mm) a diferencia de la activación con la lámpara LED cuya profundidad de curado alcanzo hasta 2,32mm. Se concluyó que existen diferencias significativas en la profundidad de fotocurado cuando se utiliza luz halógena versus luz LED.

1.2.2. Nacionales

Hernández (2021), Perú, evaluó el grado de microfiltración de los márgenes in vitro en cavidades clase II, usando dos técnicas de aplicación (monobloque y convencional). Se utilizaron 30 cavidades clase II en 15 terceros molares, que luego fueron agrupados de manera aleatoria en 3 grupos de acuerdo al tipo de resina, y subdivididos de acuerdo al nivel (oclusal y cervical). Se restauraron dos grupos con resinas en monobloque de 4 mm con FiltekTM Bulk

Fill y Tetric® N-Ceram Bulk Fill. En cuanto al tercer grupo, este fue obturado con la técnica incremental de dos capas de 2mm de espesor con la resina Filtek™ Z350XT. Las muestras fueron termocicladas por 10 000 ciclos entre 5-55°C y sumergidas en una solución de nitrato de plata por un periodo de 24 horas. Después se realizó un corte mesiodistalmente y se observó bajo un estereomicroscopio para evaluar el grado de microfiltración marginal a nivel oclusal y cervical. Se emplearon las pruebas estadísticas Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney. Se concluyó que los tres tipos de resina presentaron microfiltración, sin embargo, los compuestos de resina en monobloque presentaron menor microfiltración a nivel oclusal y cervical comparada con la resina convencional. Sin embargo, este resultado no fue estadísticamente significativo ($p=0.149$ y $p=0.180$, respectivamente). No se obtuvieron diferencias significativas de microfiltración entre resinas a nivel oclusal y cervical ($p>0.05$). Además, se determinó que ambos grupos presentaron mayor frecuencia de microfiltración a nivel cervical.

Galarreta (2019), Perú, determinó el grado de microfiltración del sistema de restauración resinoso de base Ormocer en cavidades clase V y comparó con el grado de microfiltración que presentó el sistema de restauración con resina convencional. Ambos sistemas restauradores fueron sometidos a diferentes temperaturas para simular las condiciones intrabucales, luego se observó a través de un estereoscopio, para poder determinar la existencia de los diferentes grados de microfiltración entre los sistemas. Como resultado, el grado de microfiltración que predominó del sistema restaurador a base de Ormocer fue de Grado 1. El grado de microfiltración preponderante del sistema convencional (Z100) también fue de Grado 1. Además, el sistema Ormocer fue el único que presentó obturaciones con microfiltración de Grado 0; esto puede obedecer a que su contracción de fotopolimerización es parecida a la pieza dental. Así también, el margen cervical fue el que presentó mayor microfiltración en ambos grupos.

Sarmiento (2019), Perú, determinó el grado de microfiltración (in vitro) entre composites microhíbridos y nanohíbridos en dientes premolares con cavidad Clase I. Se usó 32 piezas dentarias divididas en 2 grupos (resina microhíbrida y resina nanohíbrida). Los grupos fueron sometidos a termociclado manual (300 ciclos a 5, 37 y 55°C), para después ser sometidos a la solución de azul de metileno al 2% por un periodo de 24 horas. Luego se procedió a lavar, secar, seccionar y observar las muestras en un microscopio estereoscopio. Los datos que se obtuvieron fueron procesados en el programa estadístico SPSS 20 IBM, y se analizó mediante la prueba estadística Chi cuadrado con prueba exacta de Fisher. Se determinó que la resina microhíbrida tuvo valores más altos de microfiltración sobre la nanohíbrida, pero sin diferencia estadísticamente significativa entre ambas ($p= 0.089$).

Castro et al. (2018), Perú, compararon de modo in vitro el grado de microfiltración marginal en obturaciones de compuestos de resina realizadas con dos técnicas: grabado total de tres pasos con el sistema Optibond FL (Kerr) y grabado selectivo del esmalte con autograbante de dos pasos con el sistema Optibond XTR (Kerr). Esta investigación fue prospectiva, transversal, experimental y comparativa. Se utilizaron 28 premolares divididas en dos grupos de 14 muestras cada uno, de acuerdo a las técnicas adhesivas. Posteriormente se restauraron con resina compuesta Filtek Z350 (3M ESPE) y se sometieron al proceso de termociclaje durante 500 ciclos de 5°C y 55°C. Se evaluó la microfiltración a través de un índice de profundidad de microfiltración mediante la penetración de azul de metileno al 2 % y se observó en un microscopio estereoscopio. Se analizaron los resultados mediante la prueba estadística U de Mann-Whitney, encontrando que no existieron diferencias estadísticamente significativas ($p \geq 0,05$) entre las dos técnicas adhesivas. Asimismo, se encontró una mayor cantidad de dientes sin microfiltración en el grupo B (28,6%) en comparación al grupo A (7,1 %). También se concluyó que el grado de microfiltración marginal que se obtuvo de ambas técnicas adhesivas presentaron resultados muy parecidos.

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo general*

Evaluar el sellado marginal de dos resinas Bulk fill. 3M Filtek™ Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM™ con profundidad de 4 mm y 5 mm, fotopolimerizadas con lámpara led Poliwave®, con el programa High power 20” y 40” (1200 mW/cm²), in vitro.

1.3.2. *Objetivos específicos*

- Identificar el sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología Opus Bulk fill APS-FGM™, con profundidad de 4 mm, fotopolimerizadas con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 40” (1200 mW/cm²), in vitro.
- Identificar el sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología Opus Bulk fill APS-FGM™, con profundidad de 5 mm, fotopolimerizadas con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 40” (1200 mW/cm²), in vitro.
- Identificar el sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M™ Filtek™ Bulk fill, con profundidad de 4 mm, fotopolimerizadas con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 20” (1200 mW/cm²), in vitro.
- Identificar el sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M™ Filtek™ Bulk fill, con profundidad de 5 mm, fotopolimerizadas con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 20” (1200 mW/cm²), in vitro.
- Comparar el sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M™ Filtek™ Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM™, con profundidad de 4 mm, fotopolimerizadas con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 20” y 40” (1200 mW/cm²), in vitro.
- Comparar el sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M™ Filtek™ Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM™, con profundidad de 5 mm, fotopolimerizadas con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 20” y 40” (1200 mW/cm²), in vitro.

1.4. Justificación

Las resinas compuestas continúan siendo objeto de estudio para la mejora de su composición, esto se da a través de los distintos avances tecnológicos, dichos procesos le permitirán lograr mayor similitud al tejido dentario y esto sería favorable para tener una mejor calidad de tratamientos y mayor longevidad. Teniendo en cuenta que, durante la práctica clínica aún no se realiza un protocolo o selección de material de manera correcta y que luego del tratamiento aún encontramos que gran cantidad de estos terminan en fracaso.

Teniendo en cuenta la problemática expuesta, la presente investigación aportará conocimientos del manejo y posibles mejoras del protocolo de las resinas de nanotecnología y con esto será posible evaluar las diferencias de los nuevos protocolos restauradores con los ya establecidos desde épocas pasadas.

Los resultados que se obtengan de la presente investigación le permitirán al Cirujano Dentista conocer las deficiencias en los protocolos que usamos durante las restauraciones con resinas y a su vez evaluar los posibles manejos de las mismas, también podríamos ofrecer una mejor calidad en la atención; ya que podremos simplificar algunos pasos, ahorro de tiempo, ahorro de gastos innecesarios y evitar el uso de algunos implementos. De esta manera realizar un mejor trabajo en el menor tiempo, y con mejores resultados.

Finalizada la investigación los resultados serán expuestos a los alumnos, profesionales y/o especialistas para posibles análisis y críticas. Y así puedan conocer algunos detalles de esta problemática entre las técnicas restauradoras de las nuevas resinas de nanotecnología y la microfiltración postoperatoria.

1.5. Hipótesis

Habrá diferencia estadísticamente significativa en el sellado marginal de dos resinas Bulk fill con profundidad de 4 mm y 5 mm, fotopolimerizadas con lámparas led Poliwave, in vitro.

II. MARCO TEORICO

2.1. Bases teóricas sobre el sellado marginal de las resinas compuestas

2.1.1. Resinas Compuestas

Un compuesto de resina es el producto de la aleación de varios componentes químicos, que en conjunto logran tener propiedades elevadas o intermedias (Anusavice, 2004). Si se compara los materiales restauradores fotopolimerizables y autopolimerizables, los primeros tienen una gran ventaja porque le permite al cirujano dentista tener suficiente tiempo de trabajo para poder manipular el material. La resina compuesta tiene una gran aceptación tanto en zonas oclusales amplias que están expuestas a grandes fuerzas como a fosas y fisuras, adhesivos para carillas estéticas y cementar diferentes tipos de prótesis. (Silva, 2023)

Actualmente los compuestos de resina son los materiales más usados para la restauración, por sus excelentes propiedades mecánicas, pero con una gran desventaja: la microfiltración marginal. (Sengupta, 2023)

2.1.1.1. Historia de las resinas. Durante el siglo XX, el silicato era el único material que tenía el color del diente y podía ser empleado para la restauración estética. No se emplearon en las restauraciones de dientes permanentes debido a que sufrían un desgaste sustancial después de ser colocados. A finales de los años 40 y 50, estos silicatos fueron reemplazados por las resinas acrílicas debido a su parecido con el diente, su insolubilidad en los fluidos de la boca, la facilidad al manipular el material y el bajo costo. (Anusavice, 2004)

Pero los acrílicos también presentan una baja resistencia al desgaste y una alta contracción al polimerizarse, que lleva a un fracaso de la restauración. Además, presentan un elevado coeficiente de expansión y contracción térmica, produciéndose una mayor tensión en los márgenes de la cavidad al momento de ingerir comidas/bebidas frías o calientes. Cuando se adicionó el polvo de cuarzo para formar una estructura de material compuesto, este problema de cierta manera se redujo. El hecho de introducir partículas de relleno inertes fue una manera

rápida de disminuir la contracción de fraguado y la expansión térmica. El relleno ocupaba espacio, pero no entraba a formar parte de la reacción. Además, los rellenos que se utilizaban tenían el coeficiente de expansión térmica bastante bajo, por lo que eran similares a la pieza dentaria. Debido a esto se redujo, en gran medida, la tensión que se generaba por la contracción y la expansión térmica. (Anusavice, 2004)

Las primeras resinas compuestas que se basaron en el PMMA no tuvieron mucho éxito, debido a que las partículas de relleno ocupaban y disminuían el volumen del polímero de resina sin estar adheridas al mismo. Las alteraciones que se daban entre las partículas retenidas mecánicamente y la resina alrededor producían filtración, tinción y una menor resistencia al desgaste. El bisfenol A glicidil metacrilato (bis-GMA) fue la principal innovación, una resina dimetacrilato, y un agente de conexión de silano orgánico que daba lugar a la adhesión entre las partículas de relleno y la matriz de resina. (Anusavice, 2004).

2.1.1.2. Componentes estructurales de las resinas compuestas. La base de las resinas son las moléculas de BIS-GMA o UDMA o ambas, también un material orgánico el trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA), además contiene material inorgánico (sílice, bario, hidroxiapatita, circonio, etc), y son recubiertas con un agente acoplador silano órgano-funcional, sumándoles iniciadores, activadores, inhibidores para lograr una correcta fotopolimerización. (Par, 2021)

2.1.1.2.1. Matriz de resina. Las resinas compuestas contienen mezclas de monómeros de dimetacrilato aromáticos y/o alifáticos, tal como el Bis-GMA, siendo este uno de los más empleados, el trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA) y el dimetacrilato de uretano (UDMA). El UDMA, bis-GMA y TEGDMA son parte de la matriz de resina que son más usados para conformar compuestos de polímero entrecruzado en los sellantes y en las resinas compuestas. (Arbildo-Vega, 2020)

Durante la polimerización, de forma indirecta se inicia la contracción, cuando los monómeros en forma de moléculas libres, se unen para conformar cadenas poliméricas, y se entrecruzan y ensamblan volviéndose rígidas. Previo a la polimerización, los monómeros están unidos por las fuerzas de Van Der Waals. Como polímero, las unidades elementales se conectan por medio de uniones covalentes con una energía potencial de mínima separación con un aproximado de 20% más baja que las que se encuentran en los monómeros que no reaccionaron. (Ersen, 2019)

Asimismo, esta contracción durante la polimerización produce tensiones en la resina cuando esta alcanza un punto en el que pasa de estado de “gel” y se empieza a indurar. Estas fuerzas se producen en la interfase del tejido/material compuesto, es por ello que se debilita la adhesión produciéndose fisuras en los márgenes de la obturación. Esto produce en un futuro tinciones, caries secundarias y diferentes problemas clínicos. El Bis-GMA y el UDMA posee por lo menos 5 veces el peso molecular del metil-metacrilato, y la densidad del metacrilato con dobles enlaces es alrededor un quinto de la densidad de estos monómeros, por esto disminuye de manera proporcional la contracción de polimerización. El uso de dimetacrilato también perfecciona el entrecruzamiento, lo que incrementa la fuerza y la rigidez del polímero. (Barracos, 2015)

- Monómeros, en los últimos 30 años el monómero más usado es el Bis-GMA o también llamado matriz de Bowen, que tiene un mayor peso molecular, que conlleva a que la contracción en la polimerización sea menor; también presenta menor volatilidad y difusividad en los tejidos. (Barracos, 2015)

El monómero parte de tres moléculas base: el bisfenol, el alcohol glicídico y el ácido metacrílico. Este monómero bifuncional aventaja al metacrilato ya que tiene un alto peso molecular en composición química, esto le da una baja volatilidad y contracción de polimerización, fraguado rápido, y así se obtiene un material más compacto. Químicamente, la

molécula de Bis-GMA es un compuesto rígido (proviene de la presencia de dos ciclos aromáticos de la parte central de la molécula para la unión de los monómeros) y viscoso (proviene de la existencia de dos radicales hidroxilos por poder establecer puentes de hidrógeno y promover la adsorción de agua). (Par, 2020)

- Iniciadores, el desencadenamiento de los dobles enlaces de los oligómeros se realiza a través de radicales libres creadas en el lugar. El inicio se da por vía fotoquímica, química, térmica y radioquímica. (Par, 2020)

El comienzo de la activación química, que da lugar al fenómeno de la autopolimerización, se debe a la presencia de moléculas capacitadas para generar radicales libres. En los composites autopolimerizables la iniciación se produce de la mezcla de dos pastas, una de ellas tiene un activador químico (amina terciaria aromática como el dihidroxietil-p-toluidina) y la otra un iniciador (peróxido de benzoilo). (Par, 2020)

- Inhibidores, en estadíos largos de almacenaje se desencadenan espontáneamente, reacciones de polimerización. Para evitar esto, los composites contienen sustancias inhibidoras, estas se unen a los radicales activos y los encapsulan para dificultar su polimerización. (Par, 2020)

Los inhibidores más populares son la benzoquinona y la hidroquinona; así como los derivados del fenol, como el P-4 metoxifenol (PMP) y el butil-fenol triterciario (BHT). (Par, 2020).

2.1.1.2.2. Partículas de Relleno. Son las fibras y/o partículas de refuerzo que se esparcen en la matriz. La suma de estas en la matriz de resina perfecciona significativamente las propiedades del material, solo si estas partículas se encuentran correctamente adheridas a la matriz, de lo contrario no ocurrirá; por lo que una adecuada adhesión de las partículas de relleno y usar un agente de conexión es de suma importancia para lograr el éxito de la restauración. (Silva, 2023)

Principalmente las partículas de relleno van a acentuar al compuesto de resina y disminuir la cantidad de material de la matriz. En su mayoría todas las propiedades de las resinas han llegado a ser más eficaces debido al incremento de la “carga” del relleno:

- Refuerzo de la matriz de resina, va a provocar una mayor dureza, resistencia y una disminución del desgaste
- Disminución de la contracción de polimerización
- Disminución de la expansión y contracción térmica
- Incremento de la viscosidad y con esto una mejor manipulación
- Reducción en la absorción de agua, menos reblandecimiento y tinción
- Incremento de la radiopacidad y de la sensibilidad diagnóstica debido a la adición de cristales de Estroncio (Sr), Bario (Ba) y otros metales pesados que absorben los rayos X.

Algunos de estos avances solamente se logran si las partículas de relleno están adheridas adecuadamente a la matriz. (Silva, 2023)

El beneficio adicional de las partículas de relleno es que la contracción de fraguado es directamente proporcional a la fracción volumétrica de relleno. Además, los compuestos de resinas van a presentar menos absorción de agua y reblandecimiento si las comparamos con los composites que no contienen material de relleno. Asimismo, las resinas contienen un bajo coeficiente de expansión térmica, parecido al del tejido dental, por ello ocurre menor tensión en la interfase. (Silva, 2023)

Las partículas de relleno son un resultado del pulverizado o triturado de cuarzo y cristales de los cuales se obtienen partículas que oscilan entre los 0.1 y 100µm. A diferencia de las partículas de sílice, que son menos de una micra, de tamaño coloidal, que se les llama micro relleno o micro partículas, estas se dan por precipitación o pirolisis. En estos procesos, la sílice se quema en una atmósfera de O₂ y H₂ que luego formara cadenas de macromoléculas de SiO₂,

teniendo como resultado moléculas de tamaño coloidal siendo estas las partículas de relleno inorgánico. (Silva, 2023).

2.1.1.2.3. Agente de conexión. Cuando se desarrollaron las resinas compuestas, sus propiedades eran dependientes de la conformación de la unión entre la matriz inorgánica y el relleno inorgánico. Al unirse las partículas de relleno a la matriz de la resina, va a permitir que la matriz del polímero que es más flexible, pueda transferir tensiones a las partículas de relleno que son más rígidas. Este vínculo se da mediante un agente de unión o acoplamiento. Ello generara eficacia en las propiedades mecánicas y físicas, así como a sumarle estabilidad hidrolítica, y de esta manera se previene el ingreso de líquidos o fluidos en la interfase relleno-resina. (Silva, 2023)

Los agentes que son más usados como acoplamiento son orgánicos, silanos tales como (Si-OH) y metacrilatos (C=C), de tal manera que son moléculas con bipolaridad o bifuncionales. Estas reaccionan por enlaces covalentes con la superficie orgánica y también por uniones iónicas a la superficie inorgánica. El relleno reforzado se une químicamente con la matriz de la resina. (Silva, 2023)

En las resinas, el silano más usado es el γ - metacril oxipropiltrimetoxi-silano (MPS), que al unirse con partículas de relleno son hidrolizados mediante los puentes de H. También contiene metacrilatos, estos formaran uniones covalentes con la resina mientras se produce la polimerización; y esto termina generando una correcta interfase de resina con las partículas de relleno. De esta manera el silano ayuda a mejorar propiedades físicas y mecánicas de los composites, porque produce un intercambio de tensiones de la matriz resinosa y las partículas de relleno. Los agentes de acoplamiento evitan el ingreso de líquido a la interfase Partículas de relleno – BisGMA, resultando de todo esto un equilibrio hidrolítico dentro de la resina. (Silva, 2023)

2.1.1.3. Tipos de resina compuesta. Dentro de las clasificaciones está la de Lutz y Phillips, que está basada en el tamaño y la distribución de las partículas de relleno. Así, se encuentran las de macrorelleno o también llamadas convencionales que contienen partículas de 0,1 a 100mm, las de microrelleno que contienen partículas de 0,04mm, y las híbridas que contienen rellenos de distinta medida. (Sengupta, 2023).

A. Tamaño de las partículas de relleno. Según su tamaño se dividen en resinas de macrorelleno, microrelleno, híbridas, nanohíbridas, modernas y nanorelleno.

- Resinas de macrorelleno o convencionales, el tamaño de sus partículas oscila entre 10 y 50 μm . Estas son las de mayor uso, pero en lo clínico no son muy eficientes y la estética final no es tan agradable. Asimismo, la matriz de resina suele desgastarse, dando lugar a la prominencia de las macropartículas que son bastante resistentes.

Otros de los factores que juegan en contra es el poco brillo de la superficie debido a la rugosidad, siendo susceptible a futuras pigmentaciones. Los materiales para este tipo de resinas son el vidrio de estroncio, cuarzo y vidrio de bario. El relleno de cuarzo presenta un buen final estético y dura buen tiempo, pero produce desgaste en la pieza dental antagonista. El vidrio de Bario y de Estroncio son radiopacos, sin embargo, el cuarzo tiene mayor estabilidad. (Anusavice, 2004)

- Resinas de microrelleno, compuestas por relleno de sílice coloidal, las cuales tienen partículas que oscilan entre 0.01 y 0.05 μm . En lo clínico las resinas de microrelleno se manejan mejor en la zona anterior, zona en la cual la onda masticatoria y la tensión son inferiores, en comparación a la zona posterior. Este tipo de resinas nos brindan un buen brillo superficial y al pulido un gran resultado, permitiendo un excelente resultado y gran estética. Sin embargo, en la zona posterior no son tan eficaces debido a sus mínimas propiedades físicas y mecánicas. (Anusavice, 2004)

- Resinas híbridas, al combinar distintos tamaños de partículas, resulta un composite diferente, al cual se le denomina “resinas híbridas”. Se le llama de esta manera por contener refuerzos de materia inorgánica con vidrios de distintos tamaños y distinta composición, si hablamos en porcentajes en su contenido es de 60% hasta más. Estas partículas se encuentran entre 0,6 y 1 μm , adicionándole sílice coloidal de 0,04 μm . Estos composites se pueden encontrar en una mayor cantidad de colores y se mimetizan con gran facilidad con el esmalte y dentina. Otra ventaja es que se contraen menos luego de fotopolimerizarlos, así también produce una baja sorción acuosa, presenta una gran textura y un excelente pulido. Respecto al desgaste y abrasión cuenta con coeficiente de expansión térmica muy similar al del esmalte y dentina; pueden ser utilizadas en la región posterior como en la región anterior, distintos grados de opacidad, así como fluorescencia y translucidez. (Anusavice, 2004)

- Resinas Nanohíbridas, son resinas híbridas, pero se le adicionaron partículas de relleno inorgánico en escala manométrica en tres diferentes medidas; con esto se obtiene una mejor mezcla y un composite con mejores propiedades físicas. (Anusavice, 2004)

- Híbridos Modernos, estos composites contienen en su mayoría rellenos de partículas submicrométricas en un porcentaje mayor al 60% del total volumétrico. Las partículas son reducidas y oscilan entre 0.4 μm a 1.0 μm , esto va junto al relleno que va a proveer mayor resistencia del desgaste distintas. La deficiencia de este tipo de composite es la dificultad para el pulido y el brillo de la superficie se pierde en corto tiempo. (Anusavice, 2004)

- Resinas de Nanorelleno, este tipo de composite fue recientemente ingresado al mercado dental, están compuestas por partículas con menos de 10 nm (0.01 μm), su relleno se agrupa por "nanoclusters" o nanoagregados con un aproximado de 75nm. Con la nanotecnología los composites nos permiten tener, gran translucidez, gran pulido; muy parecido a los composites de microrrelleno, solo que en estas tenemos una mejor resistencia al

desgaste y podemos mantener sus propiedades física. Es por ello que las podemos utilizar en la región anterior y posterior. (Anusavice, 2004).

B. Viscosidad. Los compuestos resinosos se clasifican según el grado de viscosidad o fluidez (Anusavice, 2004)

- Muy baja viscosidad, son resinas que se presentan denotando una alta fluidez: pueden ser para caracterizaciones, sellantes de resinas compuestas, resina fluida, sellantes de fosas y fisuras.

- Baja viscosidad, los composites microparticuladas contienen materia de baja viscosidad. Se encuentran descontinuadas.

- Mediana viscosidad, están dentro de los composites híbridos, microhíbridos, nanohíbridos y de nanopartículas.

- Alta y muy alta viscosidad, los composites son clasificados de dos maneras: baja densidad y alta densidad / alta viscosidad y muy alta viscosidad.

2.1.2. Sistema de activación de la polimerización

Se conoce que los composites inician el proceso de polimerización por medio de una sustancia química la cual se le conoce como iniciador, esta a su vez será activada por otra sustancia química o física que se le conoce como activador. Con estos datos y conocimientos previos se puede seleccionar resinas fotocurables o autocurables. En la actualidad hay un mayor uso de las resinas fotocurables debido al mayor tiempo de trabajo y mejor manejo del composite. Este material se puede manejar sin que se altere su consistencia o viscosidad, siempre y cuando no esté expuesta a una carga de luz muy fuerte ya que esto puede dar inicio al proceso de fotopolimerizado, ya que la luz actúa rápidamente. El iniciador de la resina fotocurable se activan de manera física y el color no cambia de manera significativa. Además, frente al almacenamiento no son tan propensos a sufrir cambios tan drásticos. (Mawlood, 2023)

Asimismo, el odontólogo decide el momento de la fotoactivación, pudiendo tener mayor manejo y logrando integrar el material al diente, asegurando de esta manera mayor éxito.

Sin embargo, los composites autocurables cuentan con menos tiempo de trabajo, porque la cinética de sus componentes comienza al unir y mezclar las pastas. Es por esta razón que si esta resina no se trabaja rápido puede fracasar, ya que durante la manipulación se va iniciando la polimerización del producto y la restauración se verá afectada con un resultando poco homogéneo, generando vacíos en la restauración. Estas fallas o grietas sumado al medio bucal con reacciones químicas y mecánicas, no resultaría en un tratamiento exitoso ya que la restauración no tendría una buena compactación del material, habría una deficiente anatomía e incluso fallas en el color, ya que el matiz de esta resina cambia de color a través del tiempo y por agentes externos. (Mawlood, 2023)

La manera en la que se activa la polimerización en estos composites es a través del óxido reducción que se da entre un peróxido y la amina. El peróxido contiene ciertos componentes que se automodifican con el tiempo y según el almacenamiento y temperatura; aunque estos se modifican por completo por la luz de las lámparas usadas en el consultorio, estos mismos productos por sí solos se tornan de un color amarillento por los agentes externos ya mencionados. (Mawlood, 2023).

2.1.3. Reacción química

La composición del BIS-GMA en cada extremo presenta ligaduras ($C=C$), al romperse estas ligaduras por medio de la iniciación va a dar paso al proceso de polimerización y luego al endurecimiento de la resina. El iniciador de las resinas autopolimerizables que más se utiliza es el peróxido de benzoilo y se activa por medio de la amina terciaria, mientras que en las fotopolimerizables, están compuestos por canforoquinonas o dicetonas que van a proceder a activarse al estar en contacto con la luz azul en intervalos de 430 a 500 nm de longitud de onda.

Al activarse los iniciadores, estos rompen las ligaduras dobles, y dan paso la polimerización y el endurecimiento. (Yu, 2022).

2.1.4. Resina de activación por luz

Cuando se empezó a utilizar las resinas se activaban mediante la luz ultravioleta, teniendo a los radicales libres como iniciadores. En la actualidad, los composites se activan mediante sistemas de emiten luz de color azul visible, este tipo de reacción potencia y genera mayor profundidad y mejora el tiempo de trabajo, proporcionando mayores ventajas al resultado final. (Yu, 2022)

Los composites fotopolimerizables, son comercializados en presentaciones dentro de una jeringa con características en el envase que no da lugar a la penetración de agentes externos como la luz, teniendo en su composición e iniciador a los radicales libres, principalmente a la amina iniciadora y además compuesta por material fotosensible. Sin embargo, si se expone a la luz azul con longitudes de onda de 468 nm, los componentes empezaran a interactuar perdiendo sus características, siendo esto perjudicial para el futuro manejo del material y obteniendo una restauración fallida. (Yu, 2022)

La canforoquinona es un compuesto fotosensible que va a absorber la luz azul a longitud de onda de 400 y 500nm; se encuentra 0,2% o menos dentro del composite. Uno de los iniciadores DMAEMA o el dimetil-aminoetil-metacrilato se utiliza para reaccionar con la canforoquinona, además lo encontramos en un rango de 0.15% del peso. (Yu, 2022).

2.1.5. Propiedades físico-químicas

Uno de los puntos en contra de las resinas es la contracción. Al ser un compuesto plástico que reacciona frente a la polimerización, se crea una masa amorfa, que tiene distintas cargas y está sujeta a diferentes agentes externos como líquidos y cambios de temperaturas. A todo esto, se le conoce como fenómeno de sorción. (Espíndola-Castro, 2020)

El contener material de relleno les permite resistir cargas y los efectos que esto conlleve, además minimiza la contracción durante la polimerización y regula la sorción. (Espíndola-Castro, 2020)

La gran variedad de colores y similitud al esmalte y dentina lo convierte en un gran aliado para fines estéticos y funcionales. Diferenciándolos de los autopolimerizables que cambian de color a través del tiempo ya que contiene peróxido de benzoilo. (Espíndola-Castro, 2020)

Se debe tener en cuenta que la variación de las dimensiones es directamente relacionada al volumen del composite utilizado. En restauraciones pequeñas se verán menos cambios que las de mayor amplitud. (Espíndola-Castro, 2020)

Así también, el oxígeno juega un rol importante, ya que funciona como agente inhibidor de la fotopolimerización. Es por ello que en el estrato se produce una capa fina que no se polimeriza, esto permite adicionar más capas en la restauración. (Espíndola-Castro, 2020).

2.1.6. Adhesión a los tejidos dentarios

Para garantizar un resultado final favorable, se debe lograr un sellado marginal y una adecuada interfase que pueda generar una correcta interrelación, la cual se conoce como adhesión; que comprende la unión del tejido dental y el composite. (Sedky, 2023)

Los componentes de las resinas contienen agentes muy similares, en características, que la de los selladores. Es por ello que se espera que los mecanismos de acción cumplan una correcta adhesión micromecánica. También se conoce que el grabado con ácido suma a la adhesión de la resina en contacto con las piezas dentales. (Zotti, 2021)

El fluido que contienen los composites es activado por la energía de la superficie del esmalte luego del proceso de grabado; estos fluidos ingresan en las grietas microscópicas para luego de la polimerización generar prolongaciones solidas llamadas TAGS, que no son más que adhesiones por trabas mecánicas. (Zotti, 2021)

Por protocolos ya conocidos, luego de haber realizado el proceso de grabado con ácido se aplica una capa fina de monómero líquido, siendo este monómero líquido un composite sin agentes o compuestos cerámicos, a este se le llamo adhesivo o bond, que luego de ser sometido a luz en el caso de los fotocurables, o esperar determinado tiempo para su acción química, en el caso de los autocurables, se le adiciona la resina que se une químicamente y por acción del oxígeno se forma la capa inhibida. (Arbildo-Vega, 2020)

En el caso de la adhesión en superficies como la dentina o el cemento dental, el proceso no es el mismo ya que estas superficies son menos calcificadas. En estas también existen cristales de hidroxiapatita, en menor cantidad. Lo que es más frecuente son las fibras colágenas con mayor porcentaje de humedad debido al líquido de los conductos dentarios. (Arbildo-Vega, 2020)

Si se necesita realizar adhesión micromecánica entre un composite y tejidos con mayor porcentaje de humedad, se requiere un monómero compatible al agua, capaz de ingresar o conectar con los canalículos dentinarios; las moléculas de ambas deben de tener la capacidad de copolimerizar, ya que esto asegura una posterior estabilidad química entre los tejidos dentales y el material. (Gul, 2020)

Para que estas moléculas se adentren en la estructura dentinaria se les debe "abrir camino". Es así que se logra la adhesión, resina - dentina e importante realizar tres pasos; acondicionar la superficie con ácido grabador, luego aplicar el monómero líquido compatible con el agua y un aplique de adhesivo para que tenga elementos afines con la humedad y sin afinidad a la misma. Luego de todos estos pasos, se obtiene una estructura llamada capa híbrida que es la que recibe el composite para dar por terminada la restauración. (Gul, 2020)

De esta manera se une el composite con las estructuras dentales, evitando que el bloque restaurado se desprenda. La correcta integración de las estructuras evita la aparición de brechas y que por ellas penetren distintos factores del medio bucal, conocido como filtración marginal;

que ocurre por el ingreso de iones y microorganismos de la saliva. Esto generaría, a corto, mediano o largo plazo, defectos en la restauración y posibles infecciones; por estas razones se mantiene una línea con correctas técnicas de adhesión y así obtener un buen sellado marginal. (Haugen, 2020)

Es de suma importancia que se integre por completo el composite con el tejido dental, eso va a permitir que todo en conjunto sea una unidad mecánicamente funcional, de esta manera puede absorber de manera efectiva las fuerzas que generen las distintas funciones del sistema estomatognático, y esta unidad se comporte de la manera más cercana a un diente natural y evitar algún tipo de fractura. Toda esta unión nos va a dar un correcto sellado marginal y así proteger la dinámica biológica del diente restaurado, que sumado a una buena estética más una anatomía funcional, determinan el éxito de una restauración. (Haugen, 2020)

Durante el proceso de restauración se debe tener parámetros para no perder o dañar el proceso previo que es la adhesión, ya que tanto el composite como la capa híbrida se fotoactivan por medio de la luz y esto puede generar contracción volumétrica. (Haugen, 2020)

Teniendo en cuenta las características de las moléculas de los composites, se utilizan los diacrilatos que tiene un peso considerablemente elevado. Su contracción al ser polimerizado va a producir una fuerza que luego se va a distribuir en la superficie del diente, generando una tensión (superficie/fuerza) de aproximadamente 15 Mpa. (Haugen, 2020)

Para poder adherir el composite a las estructuras del diente usando cualquiera de las técnicas restauradoras se fundamentan principalmente en la suficiencia que tiene los líquidos orgánicos de penetrar en las desigualdades de la estructura grabada, visto desde el microscopio, el líquido luego de ser polimerizado se vuelve sólido y se adhiere de manera mecánica al sustrato. (Haugen, 2020)

Podemos hablar de Filtración Marginal al realizar una restauración con márgenes de la cavidad ubicados en la dentina o cemento, y algún otro margen ubicado en esmalte, el tejido

expuesto que está previamente preparado con ácido y adhesivo tiende a separarse luego de ser sometido al fotopolimerizado, zona a la cual se le conoce como interfase, siendo esta una zona de potencial riesgo ya que aquí ocurre la filtración marginal y desencadena distintos tipos de patologías como; tinción marginal, caries secundaria, sobre todo en restauraciones clase II y clase V. (Anusavice, 2004).

2.1.6.1. Adhesión de resinas al esmalte. En la actualidad se utiliza un método de adhesión la cual permite unir el bond a las estructuras dentales, para luego adicionar el composite, todo esto luego del grabado con ácido, teniendo en cuenta un protocolo de aislamiento de la zona de trabajo, evitando la contaminación de las superficies y respetando los tiempos operatorios, posterior lavado y retiro de exceso de humedad. (Sarmiento, 2019)

Teniendo en cuenta el adhesivo, se conoce que la composición de este es líquida, es por ello que le permite penetrar a las distintas irregularidades que produce el grabado con ácido sumándole la estructura prismática del esmalte. (Sarmiento, 2019)

En el mercado encontramos distintos sistemas adhesivos, actualmente se puede adquirir algunos que no requieren uso de ácido grabador, ya que en su composición contiene sustancias ácidas tales como los monómeros ácidos, que pueden generar un grabado de ácido y esmalte luego de su aplicación. A estos se los conoce como adhesivos de autograbado o autocondicionantes. Se coloca directo a la estructura dental luego de preparada la cavidad. (Sarmiento, 2019).

2.1.6.2. Adhesión de resinas a la dentina. La dentina es un tejido de la pieza dentaria, que comparado con el esmalte es menos calcificado, también contiene hidroxiapatita pero en menor proporción y estas no se ubican en forma de varillas, sino que vienen a ser fibras colágenas. (Llancari, 2018)

Si se trabaja en una superficie con mayor porcentaje de dentina y se le graba con ácido, se elimina un porcentaje de la hidroxiapatita dejando expuesta las fibras colágenas, en este caso

esta estructura con una buena cantidad de humedad, sobre todo si es un diente vital, no sería considerada una superficie adecuada para recibir al composite. (Llancari, 2018)

Debido a que entre la dentina y el cemento encontramos elementos químicos como la hidroxiapatita y colágeno, se realizó estudios para obtener una mejor adhesión. La solución fue desarrollar líquidos con dos moléculas y con capacidad de tener doble reacción, una a través de los ácidos y otra con el monómero líquido para la resina. En este último se dispuso un grupo de vinílicos o carbonos para que se unan mediante ligaduras, generando una copolimerización con el composite y propiciando una interacción de enlace en el sustrato y el composite, de esta manera funcionaria un vinil-silano, entrando la fase cerámica y orgánica del composite. (Llancari, 2018)

No se obtuvo resultados muy satisfactorios, ya que se dificultó el esquema en lograr una interacción entre la superficie húmeda y el líquido.

Se debe tomar en cuenta el modo en el que se elimina el tejido dental infectado o afectado, ya que se realiza con instrumentos que producen cortes o desprendimiento de las capas, que en conjunto con otros elementos externos se le conoce como barro dentinario o smear layer, y este producto debe ser removido ya que genera una traba entre el diente y el composite. Por ello se viene trabajando para poder disponer moléculas polimerizables que puedan adentrarse en la dentina y quedar atrapadas allí al momento de polimerizar. (Llancari, 2018)

Dentro de las estructuras dentales quien permite generar una mayor traba mecánica son las fibras colágenas de la dentina intertubular, pero ante un posible ingreso de las moléculas de luz en estos conductos no es tan significativa. Por lo tanto, la adhesión que pueden lograr los composites puede ser más efectiva si se utilizan moléculas afines con el agua y que estas penetren al interior de la trama colágena de la dentina intertubular. Luego de la fotopolimerización se forma una capa en la que se encuentran conectados los componentes

del diente más el material ya polimerizado, a esto se denomina capa híbrida. En esta capa se puede unir la resina de la misma manera y con la misma eficacia que lo hace sobre el esmalte grabado. (Chávez, 2023)

Con la capa híbrida se logra el ingreso de las moléculas a la estructura dental de una manera más efectiva, abriéndoles camino; se expone la trama colágena y se disuelven los cristales de hidroxiapatita y a su vez se elimina el barro dentinario por medio de una sustancia acida. (Chávez, 2023)

Es por estas razones que a la superficie dental se impregna con un "primer", que se coloca para preparar la superficie sobre la que se va a producir la adhesión. Este primer está compuesto por el monómero en algunos casos unido con algún vehículo que puede ser agua o algún solvente orgánico, como la acetona o el etanol, o bien la combinación agua-acetona, o alcohol-agua. (Chávez, 2023)

En la gran mayoría de los adhesivos, antes de la aplicación de primer, el tejido dental se graba con ácido fosfórico, respetando los tiempos operatorios; y de esta manera producir la desmineralización, y luego de acondicionar el tejido los monómeros puedan penetrar al tejido. (Chávez, 2023)

Previo a la colocación del adhesivo, se procede a lavar el ácido para después retirar el exceso permitiendo que quede algo de humedad. Esto es necesario para que aquellos monómeros compatibles con la humedad puedan participar en la trama colágena. En una dentina demasiado seca, las fibras colágenas colapsan, por lo que la impregnación y la adhesión no se obtiene eficazmente. (Shadman, 2021)

Al evaporarse el solvente del primer, se activa su polimerización, solo si el producto que se está usando lo necesita (Shadman, 2021)

Algunos productos indican el grabado simultáneo o el grabado total, y después la colocación de un primer adhesivo que está compuesto por monómeros que tienen la capacidad

de interrelacionarse con la matriz de resina que se encuentran en la dentina húmeda. (Llancari, 2018)

Se ha ido trabajando, de manera experimental, para eliminar la trama colágena utilizando soluciones de hipoclorito de sodio previo a la implementación del sistema adhesivo. Algunos de los resultados obtenidos señalan que hay posibilidad de lograr una adhesión micromecánica satisfactoria sobre una superficie libre de colágeno. (Llancari, 2018).

2.1.7. Técnicas de restauración

2.1.7.1. Técnica incremental. Se construye de manera progresiva, es decir se realiza por incrementos con un máximo de 2mm en capas sucesivas, a medida que se realiza cada incremento se procede a foto curar, esto se hace con la finalidad de reducir la magnitud del efecto de polimerización respecto a la contracción, y con esto aminorar la tensión residual de la estructura del diente con el compuesto restaurador, es así que se aumenta el sellado marginal y disminuye una futura filtración marginal. (Saralioglu, 2022)

La técnica por incrementos se puede realizar de diferentes formas.

A. Técnica Horizontal. Se unen aumentos en forma vestíbulo palatino/lingual en toda la cavidad, para completar la anatomía y la función.

B. Técnica Oblicua. Se colocan los aumentos de forma triangular u oblicua en las paredes de la cavidad, los cuales se polimerizan directa a cada incremento si la anatomía lo permite o se fotocura a través de las paredes de la preparación, después se fotocura directo desde el lado oclusal, y de esta manera direccionar el vector de contracción hacia la superficie adhesiva.

C. Técnica por Cúspides. Cada incremento se une y fotocura para ir formando las cúspides hasta lograr una anatomía y función correcta.

A través de los años, una de estas tácticas más usadas es la oblicua, pero ante el ingreso de nuevos materiales y la variación de estos, se utiliza la técnica horizontal, que nos permite

lograr los mismos resultados, respecto al sellado marginal y siendo esta técnica más sencilla, ya que toma menos tiempo y es más fácil para el manejo clínico. (Sedky, 2023)

Para la región posterior se recomienda la técnica por incrementos oblicua (Botto, 2013), pero los estudios no garantizan que se produzca un sellado marginal completo y la desaparición de la brecha marginal. (Liu, et al., 2014)

2.1.8. Resinas Bulk Fill o de nanotecnología

Esta nueva evolución de los composites fue producida en el 2010 con el objeto de poder disminuir los incrementos que se realizan en las restauraciones y de esta forma aminorar el tiempo de trabajo (Rosatto et al., 2015)

Para el comercio dental se puede adquirir por: baja viscosidad o fluidas, que se recomiendan como base para las restauraciones, y las de regular viscosidad o convencionales, para los tratamientos directos.

Estos composites están compuestos de una manera no muy diferente que los composites tradicionales. En su matriz orgánica contiene monómeros tales como, Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, EBPMA, aunque por sus variaciones y para lograr la finalidad de este nuevo composite, se le adicionaron ciertos monómeros diferentes mejorar sus propiedades. (Rosatto et al., 2015)

Para las resinas bulk-fill o también llamadas de nanotecnología se recomendó la técnica monobloque, colocando capas de 4-5 mm para realizar la obturación. (Campos et al., 2014).

2.1.9. Lámpara Poliwave Bluephase

2.1.9.1. Fotopolimerización de los composites. La fotopolimerización se volvió necesaria en la odontología moderna. Los materiales que se polimerizan por la acción de la luz son las resinas, materiales de cementación con base de resinas y adhesivos. (Sarmiento, 2019)

En el manejo de los compuestos fotopolimerizables se debe tomar en consideración sus propiedades, tales como el color y traslucidez óptica, las propiedades de contracción y sistemas de iniciadores. Estas propiedades fijan algunos estándares para las lámparas de polimerización. (Sarmiento, 2019).

2.1.9.2. El efecto del color y traslucidez sobre la profundidad de polimerización. El prototipo de un compuesto fotopolimerizable es transparente para el ojo humano y por consecuencia tiene una gran profundidad de polimerización. Para medir la profundidad de la fotopolimerización, lo primero que se debe hacer es exponer a la luz una muestra de 6 mm de espesor durante un periodo de 40 segundos. Posteriormente, se remueve la parte sin polimerizar que es blanda y se procede a medir el espesor de la parte restante con un calibrador. (Yu, 2022)

La profundidad de polimerización también depende del tiempo de exposición, el color o la cantidad de pigmentos que contiene el compuesto y la intensidad de la luz de la lámpara. Las primeras lámparas de UV que se desarrollaron tenían una profundidad de polimerización baja y perjudicaban la vista y los tejidos blandos. (Yu, 2022)

El rendimiento de las lámparas halógenas, con una emisión de luz casi completamente dentro del espectro visual, aumentaba constantemente la profundidad de polimerización con cada innovación, y los tiempos de exposición disminuyeron de manera significativa. Fracasaron en el mercado las lámparas de arco de plasma y láser, que tienen una alta intensidad de luz debido a que producían demasiado calor y eran muy caras. (Yu, 2022)

En la actualidad, las lámparas de fotopolimerización tienen como fuente de luz a los diodos que emiten luz azul (LEDs). Estas tienen las siguientes ventajas: una potencia de luz a temperatura ambiente, gran estabilidad mecánica, vida útil larga y espectro de emisión estrecho. Las lámparas modernas llegan a alcanzar intensidades de luz de 1000 mW/cm² a más,

dependiendo de la intensidad de corriente; en cambio, la salida espectral de las primeras lámparas LED tendían a ser demasiado bajas (aprox. 400 mW/cm²). (Ivoclar, 2007)

Los primeros productos Bluephase de Ivoclar Vivadent que se lanzó el 2004 cumplían los requisitos necesarios de la tecnología de las lámparas LED. Esta lámpara tenía una intensidad lumínica de 1100 mW/cm² y podía fotopolimerizar muchos compuestos de resina en 10 segundos, también alcanza una correcta fotopolimerización de los compuestos de cementación bajo restauraciones cerámicas. La lámpara destacada de esta familia es la Bluephase 16i con una intensidad de luz de 1600 mW/cm², que se traduce en alcanzar cortos tiempos de fotopolimerización. (Ivoclar, 2007).

2.1.9.3. Efectos del método de polimerización sobre la contracción de polimerización. Un componente fotopolimerizable en los composites y adhesivos son los monómeros con base de metacrilato. Al momento de la polimerización de la matriz de resina, los polímeros organizados van a necesitar menos espacio que los monómeros desorganizados, por esa razón la resina se contrae en volumen. Este cambio de volumen puede ser útil para examinar el procedimiento de fotopolimerización vía dilatometría. Así también, las fuerzas de contracción tienden a causar tensiones y resquebrajamiento dentro de la resina o desprendimiento en las zonas de unión del material con la pieza dental. Esto puede provocar una posible falla de la obturación y caries secundaria. (Par, 2021)

Un método para resolver esta dificultad es la elaboración de resinas, que tengan una menor contracción. También se puede disminuir las tensiones de contracción empleando una técnica de fotopolimerización adecuada. La técnica de estratificación por incrementos, que aplica la resina por capas que se polimerizan individualmente, reaccionan con una menor tensión de contracción ya que se polimeriza en menores cantidades. La probable reducción volumétrica se puede compensar con la siguiente capa que se aplique. Así también, el punto de

gelificación se amplía por una iniciación atrasada de polimerización. Esta medida también ayuda a disminuir las tensiones que tienen relación con la contracción. (Hernández, 2021)

Ivoclar Vivadent AG lanzó la lámpara halógena Astralis 10 de alto rendimiento que incorporaba una función de fotopolimerización, elaborado exclusivamente para reducir esta dificultad. (Ivoclar, 2007) (Anexo 1).

2.1.9.4. Efecto del sistema de iniciadores sobre el método de fotopolimerización. Los compuestos fotopolimerizables fraguan por medio de la fotopolimerización de radicales. Los fotoiniciadores van a absorber los fotones que entran y la energía que se absorbe va a activar las moléculas. Cuando las moléculas se encuentran en un estado activo se pueden formar radicales en presencia de uno o varios de los compuestos que activan. En consecuencia, los radicales libres producen la reacción de fotopolimerización. Las moléculas del iniciador tienen la capacidad de absorber los fotones de una franja espectral específica. La canforquinona se utiliza tradicionalmente como molécula iniciadora. (Lamas, 2023) (Anexo 2)

La cúspide de sensibilidad de la canforquinona es casi de 470 nm en la franja de longitud de onda azul. En odontología se utilizan otros iniciadores por el color amarillo intenso de la canforquinona que tiene, por razón de sus propiedades de absorción. Los iniciadores alternativos se utilizan en la formulación de los colores bleach de resina y barnices protectores sin color, como por ejemplo la fenilpropanodiona. (Piola, 2018) (Anexo 2)

La Lucerina TPO es un óxido de acilfosfina. Este fotoiniciador se blanquea por completo cuando se finaliza la fotoreacción. El punto más alto de sensibilidad se desplaza a una franja de longitud de onda bastante menor. (Piola, 2018) (Anexo 2)

Es posible fotopolimerizar la Lucerina TPO y la fenilpropanodiona con las lámparas LED convencionales de primera y segunda generación, debido a la baja salida espectral que cubre el espectro de absorción de estos iniciadores. La finalidad en la elaboración de innovar

las lámparas LED fue que se pueda emitir luz en franjas de longitud de onda más bajas, que exciten a la Luciferina TPO y a la fenilpropanodiona de manera parecida a las lámparas halógenas. ES por eso, que la Bluephase tiene un segundo pico espectral de aprox. 410 nm, que hace posible con todos los sistemas de fotoiniciadores. (Anexo 3) (Piola, 2018)

La luz que irradia se da desde el conducto de luz y se mide por medio de una esfera integradora para saber de manera confiable la intensidad de la luz en mW. Expertos en el tema aseguran que solo se tiene que medir esta intensidad en una adecuada franja de longitud de onda. La intensidad lumínica en mW/cm² se obtiene sobre la base de la sección transversal del conducto de luz. (Piola, 2018)

A causa del espectro de luz parecido a la luz halógena, no hay limitaciones en la franja de longitud de onda de 400-500 nm. Generalmente, se pueden activar todos los fotoiniciadores dentales, esto significa que los adhesivos fotopolimerizables, selladores de fisuras, materiales de cementación, agentes adhesivos y otros también se pueden fotopolimerizar. (Mawlood, 2023).

2.1.9.5. Conductos de luz. El conducto de luz también tiene un influjo sobre la eficacia de las lámparas de fotopolimerización. Para tener una alta densidad de potencia, algunas lámparas de polimerización poseen un conducto de luz que tiene una boquilla de emisión con un diámetro más pequeño, aunque esto tiene un efecto negativo sobre la dispersión de luz porque el ángulo de dispersión se hace más ancho y la intensidad de la luz se reduce muy rápido, a medida que va creciendo la distancia. Por esa razón, la lámpara Bluephase cuenta con un conducto de luz paralelo para disminuir la pérdida de intensidad de la luz, si la distancia entre el conducto de luz y la superficie que se va a polimerizar se incrementa. No obstante, no es posible evitar distancias mayores cuando se fotopolimerizan cavidades que son profundas o con materiales de cementación por medio de la obturación. (Piola, 2018) (Anexo 4).

2.1.9.6. Radiómetro. La determinación real de la intensidad de la luz de las lámparas de fotopolimerización es importante. (Anexo 5) La Universidad de Mainz realizó pruebas en algunos centros dentales y se demostró que la mayoría de lámparas no logran la intensidad de luz establecidas por la marca comercial. Así también en otros casos, las lámparas no llegan a la mitad de las características que especifican. Así pues, se sugiere a los profesionales de la salud bucal revisar la intensidad de luz de las lámparas cada cierto tiempo. (Ajaj, 2021)

Los radiómetros no son posibles de calibrar, es por esto que no dan resultados certeros. Sin embargo, son adecuados para obtener medidas aproximadas de la intensidad lumínica, siempre que el diámetro de la tapa difusora se corresponda con el conducto de luz. La tendencia de los valores que se miden en conductos de luz pequeños suele ser erróneamente baja, debido a que el aparato calcula la luz que entra acorde con el diámetro de la tapa difusora. Los radiómetros son ventajosos para pruebas rápidas ya que revisa la potencia lumínica de la lámpara. A pesar de tener las restricciones anteriormente mencionadas, los radiómetros son adecuados para comparar la potencia lumínica de las diferentes lámparas entre sí. (Ajaj, 2021).

2.1.9.7. Ventajas y características especiales de la nueva Bluephase® - LED. Bluephase está indicada para cualquier situación clínica, esta lámpara LED de alto rendimiento se utiliza para una fotopolimerización rápida en la franja de longitud de onda de 380 – 515 nm. (Ivoclar, 2007)

La capacidad de fotopolimerizar los materiales dentales va a depender de la luz que se genera. En la actualidad, las lámparas LED convencionales no han podido ser adecuadas para uso universal debido al espectro de emisión estrecho, similar al de la lámpara halógena. Bluephase tiene un amplio espectro lumínico de 380 a 515 nm con la tecnología LED Poliwave. Esta lámpara es apropiada para cualquier iniciador de luz. (Ivoclar, 2007)

Esta lámpara puede ser empleada sin límite, durante procesos extensos de cementación que implican restauraciones de múltiples unidades. Asimismo, esta lámpara se puede emplear en cualquier lugar que sea necesario debido a la veloz función Click Y Cure. (Ivoclar, 2007)

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Experimental, transversal, prospectivo, analítico, explicativo, observacional.

3.2. Ámbito temporal y espacial

El presente trabajo se realizará en el laboratorio de Operatoria Dental de la facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal y en el laboratorio INMELAB.

3.3. Variables

3.3.1. *Variables dependientes*

Sellado marginal

3.3.2. *Variables independientes*

Profundidad de restauración

3.3.3. *Covariable*

Tiempo de Fotocurado.

3.3.4. *Unidad de análisis*

Resinas compuestas 3M™ Filtek™ Z350 XT, 3M™ Filtek™ Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM™.

3.3.5. Operacionalización de variables

Variable	Concepto	Tipo de variable	Escala	Indicador	Valor
Sellado marginal (variable dependiente)	Exactitud con la que encaja una restauración sobre una línea de terminación de la preparación realizada	Cuantitativo	Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> - Microfiltración - Ausente. - Penetración del colorante en esmalte - Penetración del colorante en dentina, pero no el piso pulpar de la cavidad. - Penetración del esmalte incluyendo el piso pulpar de la cavidad. 	Grado 0 Grado 1 Grado 2 Grado 3
Profundidad de restauración (variable independiente)	Distancia entre la superficie irradiada de la pieza dental donde se encuentra la restauración hacia el interior	Cuantitativa	Nominal	Profundidad	-4mm -5mm
Tiempo de fotocurado (covariable)	Periodo mediante el cual una fuente de luz de alta intensidad provoca el endurecimiento de una restauración	Cuantitativa	Razón	fotocurado	20" 40"

3.4. Población y muestra

El presente trabajo de investigación se realizó en 54 dientes bovinos para la medición del sellado marginal de la unión del sustrato con el material restaurador, de acuerdo a las normas ISO PD ISO / TS 11405: 2015 (Anexo 6), la cual nos indica que es 09 especímenes por grupo.

3.5. Instrumentos

- Los especímenes pasaron por un proceso de termociclado de 10000 ciclos; equivalente a un 01 año en la cavidad bucal (Titres, 2004).

3.6. Procedimientos

- Lavar y desinfectar los especímenes post-extracción, luego fueron sumergidos en solución de cloruro de sodio al 0,9% y almacenados en la estufa MLW WS30 a 37 C°.
- Se procedió a limpiar los conductos con limas endodónticas, para luego realizar el sellado del foramen apical con acrílico de curado rápido (Vitacron).
- Realizar cavidades clase V en los especímenes obtenidos.
- Lavar con abundante agua y luego aplicar ácido grabador en la cavidad, 10 segundos en el borde cavo superficial y 5 segundos en dentina, retirar el exceso de agua en la cavidad con gasas absorbentes.
- Luego se aplicó adhesivo según el grupo y la marca seleccionada, dentro de la cavidad y se dejó por 40 segundos, luego con aire comprimido se retiró los excesos y se procedió a fotocurar durante 20 segundos para la resina 3M Filtek Bulk Fill, y 40 segundos para la resina Open Bulk fill APS-FGM, de acuerdo a lo indicado por el fabricante.
- Finalizando el proceso de hibridación, se realizó la obturación de cada grupo de especímenes y se finalizó con el fotocurado de cada espécimen.

- Finalmente se realizó el retiro de excesos del borde marginal con fresa multilaminada.
- Las muestras fueron enviadas a HTL laboratorio para el procesamiento.

3.7. Análisis de datos

El procedimiento de los datos se realizó en un ordenador Core i5 y se elaboraron tablas de frecuencias y graficas de barras. Se utilizó la prueba exacta de Fisher para evaluar la asociación entre las resinas; para evaluar la significancia estadística se utilizó el valor de $P < 0.05$. El procesamiento y análisis estadístico se realizó utilizando el programa estadístico Stata v17.

3.8. Consideraciones éticas

No se tomó en cuentas las consideraciones ya que se utilizaron dientes de bovinos.

IV. RESULTADOS

La resina se ha usado ampliamente como material de restauración directa e indirecta con bastante éxito durante muchos años, debido a las características propias de este material y los protocolos de irradiación de luz.

A pesar de los avances tecnológicos de las resinas compuestas, el ingreso al mercado de agentes adhesivos de última generación y nuevos protocolos de restauración en operatoria dental, aun no se logra obtener una restauración dental tan efectiva.

El presente estudio tiene como prioridad evaluar el sellado marginal de dos resinas Bulk fill con profundidad de 4 mm y 5 mm fotopolimerizadas, in vitro. (Anexo 7).

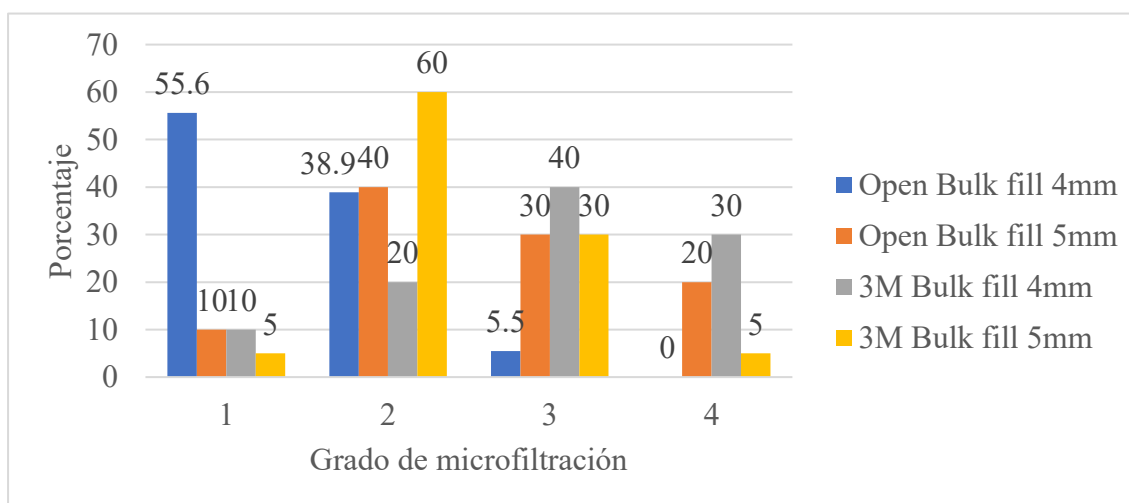
Tabla 1

Sellado marginal de dos resinas Bulk fill con profundidad de 4 mm y 5 mm

Resina	Grado de microfiltración				Total	p
	0	1	2	3		
Opus bulk fill 4mm	10 (55.6%)	7 (38.9%)	1 (5.5%)	0 (0.0%)	18 (100.0%)	0.000
Opus bulk fill 5mm	2 (10.0%)	8 (40.0%)	6 (30.0%)	4 (20.0%)	18 (100.0%)	
3M bulk fill 4mm	2 (10.0%)	4 (20.0%)	8 (40.0%)	6 (30.0%)	20 (100.0%)	
3M bulk fill 5mm	1 (5.0%)	12 (60.0%)	6 (30.0%)	1 (5.0%)	20 (100.0%)	
Total	3 (7.5%)	20 (50.0%)	12 (30.0%)	5 (5.0%)	38 (100.0%)	

Figura 1

Sellado marginal de dos resinas Bulk fill con profundidad de 4 mm y 5 mm



Nota. En la tabla 1 y figura 1 se muestra que la resina que presentó en su mayoría microfiltración sin penetración fue la Opus Bulk Fill con profundidad de 4 mm, mientras que la resina que presentó mayor porcentaje de penetración en pulpa fue la 3M Filtek Bulk Fill con profundidad de 4mm. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p<0.05$).

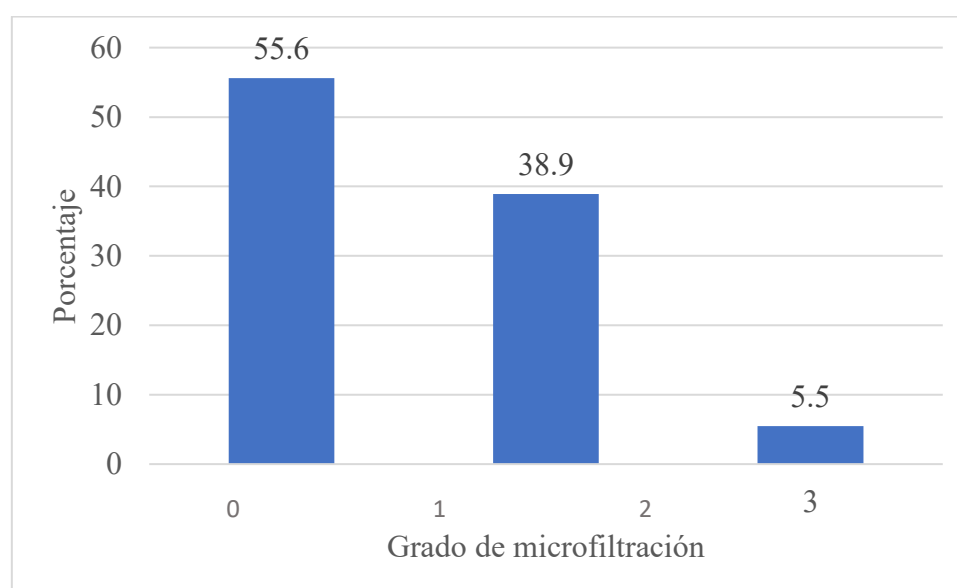
Tabla 2

Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología Opus Bulk Fill APS-FGM, con profundidad de 4 mm

Opus Bulk Fill 4 mm	Grado de microfiltración			Total
	0	1	2	
Total	10 (55.6%)	7 (38.9%)	1 (5.5%)	18 (100.0%)

Figura 2

Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología Opus Bulk Fill APS-FGM, con profundidad de 4 mm



Nota. En la tabla 2 y figura 2 se muestra que de 18 muestras con resina compuesta Opus Bulk fill APS-FGM con profundidad de 4 mm y se encontró que el 55.6% presentó microfiltración sin penetración (Grado 0), 38.9% presentó penetración en el esmalte (Grado 1) y 5.5% penetración en dentina (Grado 2).

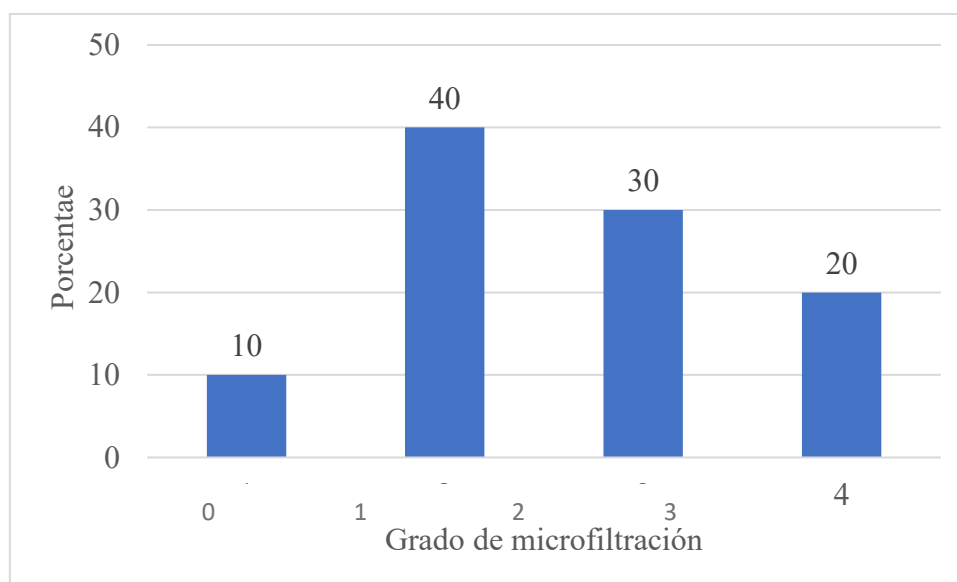
Tabla 3

Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología Opus Bulk fill APS-FGM, con profundidad de 5 mm

Opus Bulk fill 5mm	Grado de microfiltración				Total
	0	1	2	3	
Total	2 (10.0%)	8 (40.0%)	6 (30.0%)	4 (20.0%)	20 (100.0%)

Figura 3

Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología Opus Bulk fill APS-FGM, con profundidad de 5 mm



Nota. En la tabla 3 y figura 3 se muestra que al evaluar las 20 muestras de resina Open Bulk fill APS-FGM con profundidad de 5 mm se observó que el 40% presentó microfiltración con penetración en el esmalte (Grado 1), 30% presentó penetración en dentina (Grado 2), 20% penetración en la pulpa (Grado 3) y 10% sin penetración (Grado 0).

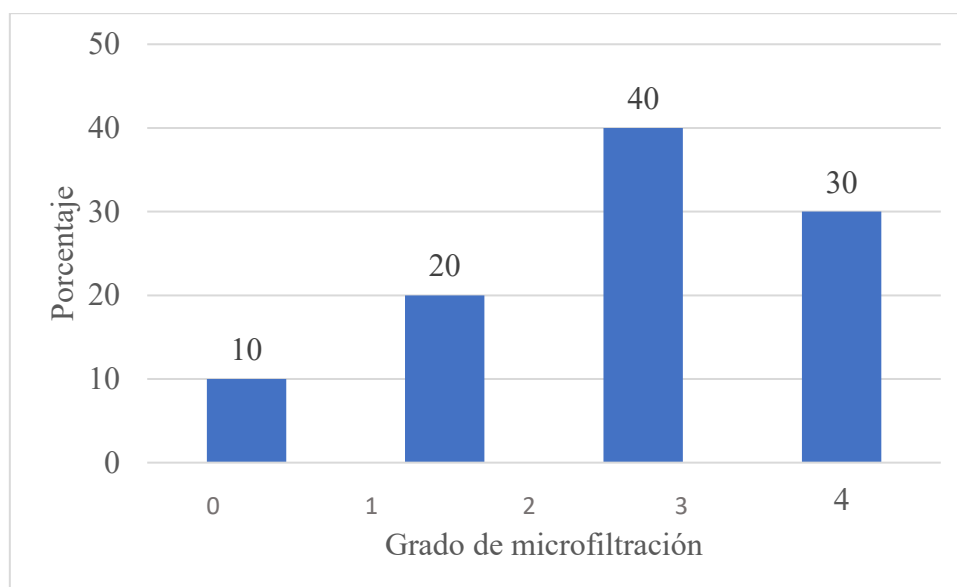
Tabla 4

Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill, con profundidad de 4 mm

3M Bulk Fill 4mm	Grado de microfiltración				Total
	0	1	2	3	
Total	2 (10.0%)	4 (20.0%)	8 (40.0%)	6 (30.0%)	20 (100.0%)

Figura 4

Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill, con profundidad de 4 mm



Nota. En la tabla 4 y figura 4 se muestra que la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill con profundidad de 4 mm, se evaluó 20 muestras y se encontró que el 40% presentó microfiltración con penetración en dentina (Grado 2), 30% presentó penetración en la pulpa (Grado 3), 20% penetración en esmalte (Grado 1) y 10% sin penetración (Grado 0).

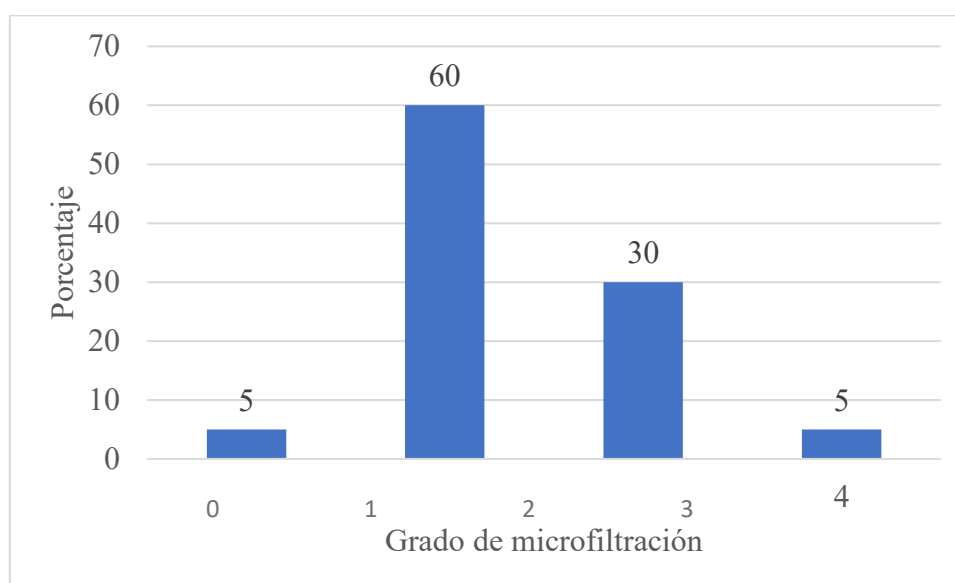
Tabla 5

Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill, con profundidad de 5 mm

3M Bulk Fill 5mm	Grado de microfiltración				Total
	0	1	2	3	
Total	1 (5.0%)	12 (60.0%)	6 (30.0%)	1 (5.0%)	20 (100.0%)

Tabla 5

Sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill, con profundidad de 5 mm



Nota. En la figura 5 y tabla 5 se muestra que al evaluar las 20 muestras de resina 3M Filtek Bulk fill con profundidad de 5 mm se observó que el 60% presentó microfiltración con penetración en el esmalte (Grado 1), 30% presentó penetración en dentina (Grado 2), 5% penetración en la pulpa (Grado 3) y 5% sin penetración (Grado 0).

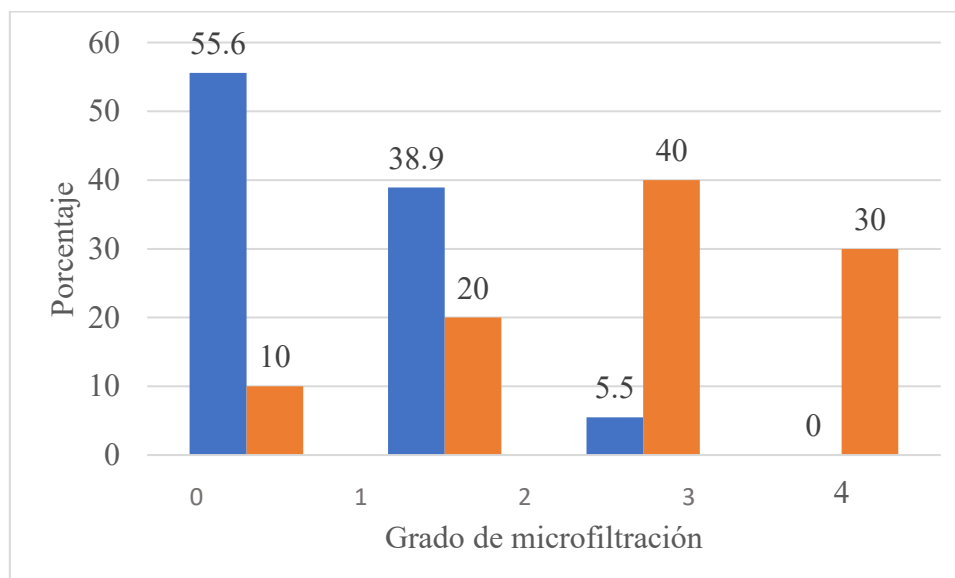
Tabla 6

Comparación del sellado marginal entre la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM, con profundidad de 4 mm

Resina	Grado de microfiltración				Total	p
	0	1	2	3		
Opus Bulk fill	10 (55.6%)	7 (38.9%)	1 (5.5%)	0 (0.0%)	18 (100.0%)	0.001
3M Bulk fill	2 (10.0%)	4 (20.0%)	8 (40.0%)	6 (30.0%)	20 (100.0%)	
Total	12 (31.6%)	11 (28.9%)	9 (23.7%)	6 (15.8%)	38 (100.0%)	

Figura 6

Comparación del sellado marginal entre la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM, con profundidad de 4 mm



Nota. En la tabla 6 y figura 6 se muestra que la resina Opus Bulk fill con profundidad de 4 mm presentó en su mayoría microfiltración sin penetración (55.6%), mientras la resina 3M Filtek Bulk Fill presentó mayor porcentaje en penetración en la dentina o pulpa (40% y 30% respectivamente). Al compararlas, estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

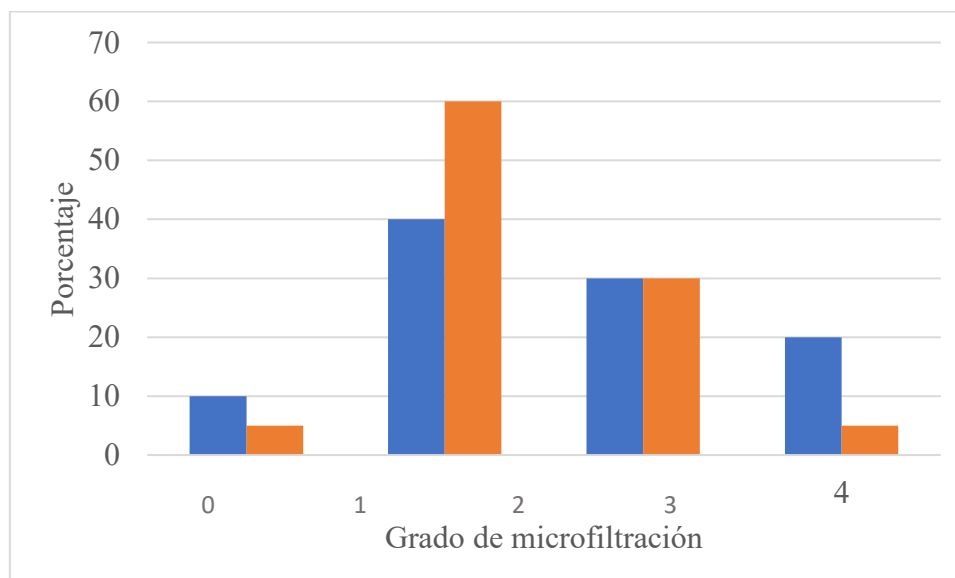
Tabla 7

Comparación en el sellado marginal entre la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM, con profundidad de 5 mm

Resina	Grado de microfiltración				Total	p
	0	1	2	3		
Opus Bulk fill	2 (10.0%)	8 (40.0%)	6 (30.0%)	4 (20.0%)	18 (100.0%)	0.402
3M Bulk fill	1 (5.0%)	12 (60.0%)	6 (30.0%)	1 (5.0%)	20 (100.0%)	
Total	3 (7.5%)	20 (50.0%)	12 (30.0%)	5 (5.0%)	38 (100.0%)	

Figura 7

Comparación en el sellado marginal entre la resina compuesta de nanotecnología 3M Filtek Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM, con profundidad de 5 mm



Nota. En la tabla 7 y figura 7 nos dice que tanto la resina Opus Bulk fill como la resina 3M Fitek Bulk fill con profundidad de 5 mm presentaron en su mayoría microfiltración con penetración en esmalte o dentina. Al compararlas no se encontró diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo de esta investigación fue evaluar el sellado marginal de dos resinas Bulk fill. 3M Filtek™ Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM™ con profundidad de 4 mm y 5 mm, fotopolimerizadas con lámpara led Poliwave®, con el programa High power 20” y 40” (1200 mW/cm²), in vitro, así como también compararlas entre ellas.

Acorde con los resultados obtenidos de esta investigación, la resina que presentó mayor microfiltración sin penetración fue la Opus Bulk Fill con profundidad de 4 mm con un 55.6%. Este resultado es apoyado por Baez (2019) al utilizar una resina Bulk Fill encontró microfiltración de los especímenes del 50% sin penetración. Sin embargo, Shadman (2020) demostró que la microfiltración en la resina Bulk Fill con la que trabajó no fue significativa.

Así también, en esta investigación se evidenció que el 55.6% de especímenes trabajados con Opus Bulk fill APS-FGM con profundidad de 4 mm presentó microfiltración sin penetración (Grado 0), 38.9% presentó penetración en el esmalte (Grado 1) y 5.5% penetración en dentina (Grado 2). Hernández (2021) afirma que el 10% con profundidad de 4 mm presentó microfiltración sin penetración, sin embargo, el 50% obtuvo solo penetración en el esmalte y el 30% profundidad en dentina.

Castro (2018) utilizó 2 técnicas de grabado: grabado total de tres pasos y grabado selectivo del esmalte con autograbante de 2 pasos. A pesar de eso, el resultado de la investigación de Castro fue parecido al de este estudio, donde se encontró que la mayoría de especímenes tuvieron un grado de microfiltración 1 y 2, es decir a nivel de esmalte y dentina.

Sarmiento (2019) evidenció que la mayoría de microfiltración en su estudio fue mayor a nivel de esmalte en la resina nanohíbrida y llegó hasta dentina en resina microhíbrida. Esto evidencia que la resina de nanorelleno es más resistente a la filtración.

En cuanto a Galarreta (2019), se encontró que la microfiltración mayoritaria es a nivel de esmalte (53.3%), y el 46.7% restante no tuvo microfiltraciones con la resina utilizada.

En este estudio la resina Opus Bulk fill con profundidad de 4 mm presentó en su mayoría microfiltración sin penetración (55.6%), mientras que a los 5mm con esta misma resina la microfiltración llega a nivel de esmalte (40%) y dentina (30%). Este resultado evidencia que a mayor grosor de la resina la penetración a los tejidos dentarios es mayor.

Asimismo, con la resina Filtek 3M con profundidad de 4mm se demostró una microfiltración con penetración a nivel de esmalte y dentina, mayoritariamente (60%). No es así a los 5 mm, ya que la microfiltración con penetración a los niveles de esmalte y dentina es mucho mayor, llegando entre los dos niveles al 90% de especímenes.

Para los 4mm, se identificó que la resina Opus Bulk Fill es mucho más resistente a la penetración que la resina Filtek 3M. En ese sentido, se demostró que, con la primera resina, la microfiltración sin penetración fue del 55.6 %, a nivel de esmalte fue de 38.9% y de dentina 5.5%. Por el contrario, con la segunda resina la microfiltración sin penetración fue de 10%, a nivel de esmalte fue del 20%, un 40 % a nivel de dentina y un 30% a nivel de pulpa.

Con relación a los 5mm, la resina Filtek 3M obtuvo un 5% de microfiltración sin penetración, la penetración a esmalte fue del 60%, a nivel de dentina fue del 30%, y un 5% fue a nivel de pulpa. Al utilizar la resina Opus Bulk Fill, se demostró que la microfiltración sin penetración es mayor que la resina anterior con un 10%, mientras que a nivel de esmalte se recogió un 40%, a nivel de dentina el resultado es similar a la resina de 3M, sin embargo, a nivel de pulpa la microfiltración fue del 20%. De esta manera se vuelve a evidenciar una mejor resistencia existente en la resina Opus Bulk Fill, en comparación a la Filtek 3M.

VI. CONCLUSIONES

- Existe diferencia significativa en el sellado marginal de las dos resinas Bulk fill con profundidad de 4 mm y 5 mm, fotopolimerizadas con lámparas led Poliwave, in vitro.
- El sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología Opus Bulk fill APS-FGM™, con profundidad de 4 mm, fotopolimerizada con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 40” (1200 mW/cm²), no presentó una penetración profunda del tejido dental.
- El sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología Opus Bulk fill APS-FGM™, con profundidad de 5 mm, fotopolimerizada con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 40” (1200 mW/cm²) evidenció una microfiltración mayor a nivel de esmalte.
- El sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M™ Filtek™ Bulk fill, con profundidad de 4 mm, fotopolimerizada con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 20” (1200 mW/cm²) probó que la microfiltración fue mayor a nivel de dentina.
- El sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M™ Filtek™ Bulk fill, con profundidad de 5 mm, fotopolimerizada con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 20” (1200 mW/cm²) presentó una mayor microfiltración a nivel de esmalte.
- El sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M™ Filtek™ Bulk fill evidenció mayor microfiltración con penetración que al utilizar la resina Opus Bulk fill APS-FGM™, con profundidad de 4 mm.
- El sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M™ Filtek™ Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM™, con profundidad de 5 mm, evidenció en ambas resinas,

que la microfiltración con penetración fue mayor que a la profundidad de 4mm, siendo la resina 3M Filtek Bulk Fill la menos resistente a la penetración.

VII. RECOMENDACIONES

- Para asegurar una adecuada restauración y disminuir el grado de microfiltración en las restauraciones es importante que la técnica de colocación de la resina compuesta sea de manera incremental.
- Es importante verificar que los materiales que se utilizan para realizar las restauraciones tengan un tiempo considerable de fotopolimerizado.
- Es necesario que se puedan realizar más investigaciones con diferentes tipos de resina para poder encontrar un gold estándar que pueda asegurar mínimas microfiltraciones o nulas en un futuro.
- Los odontólogos deben continuar capacitándose respecto al manejo de resinas compuestas y sus componentes de manera teórica y clínica, ya que la mayoría de tratamientos son realizados con este material.

VIII. REFERENCIAS

- Ajaj, R., Farsi, N. J., Alzain, L., Nuwaylati, N., Ghurab, R., y Nassar, H. M. (2021). Dental Bulk-Fill Resin Composites Polymerization Efficiency: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of composites science*, 5(6), 149. <https://doi.org/10.3390/jcs5060149>
- Anusavice K. J. (2004). PHILLIPS: Ciencia de los materiales dentales. España: S.A. ELSEVIER ESPAÑA.
- Arbildo-Vega HI, Lapinska B, Panda S, Lamas-Lara C, Khan AS, Lukomska-Szymanska M. (2020) Clinical Effectiveness of Bulk-Fill and Conventional Resin Composite Restorations: *Systematic Review and Meta-Analysis. Polymers*. 10;12(8):1786. <https://doi.org/10.3390/polym12081786>
- Baez, G., George, M., Torres, A., Luna, J.J., Ortiz, E., Lucero, A. (2019). Estudio comparativo in vitro sobre el sellado marginal de Cention-n vs Resina Bulk. *Revista Mexicana de Medicina Forense*, 4(2),4-6. <https://revmedforense.uv.mx/index.php/RevINMEFO/article/view/2679/4594>
- Barracos M. (2015). *Operatoria Dental: avances clínicos, restauraciones y estética*. Buenos Aires: Medica Panamericana.
- Campos, E., Ardu, S., Lefever, D., Jassé, F., Bortolotto, T., Krejci, I. (2014). Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *J Dent*, 42(5):575-81.
- Castro Fuentes, Luis Omar, Medina y Mendoza, Julia Elbia, Huertas Mogollón, Gustavo Moscoso Sánchez, María Elena, y García Rupaya, Carmen Rosa. (2018). Grado de microfiltración marginal utilizando adhesivos con técnica grabado total y grabado selectivo del esmalte. *Revista Estomatológica Herediana*, 28(3), 153-159. <https://dx.doi.org/https://doi.org/10.20453/reh.v28i3.3392>

- Chávez, A., Navarro, H. (2019). Evaluación de la profundidad de curado en resinas bulk fill de alta y mediana densidad polimerizadas con lámparas de fotocurado multi-onda y mono-onda. [Archivo PDF] <https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/11272/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20profundidad%20de%20curado%20en%20resinas%20Bulk%20Fill%20de%20alta%20y%20mediana%20densidad%20polimerizadas%20con%201%C3%A1mparas%20de%20fotocurado%20multi-onda%20y%20mono-onda?sequence=1&isAllowed=y>
- Ersen, K. A., Gürbüz, Ö., y Özcan, M. (2019). Evaluation of polymerization shrinkage of bulk-fill resin composites using microcomputed tomography. *Clinical Oral Investigations*, 24(5), 1687-1693. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-03025-5>
- Espíndola-Castro, L., Durão, M. A., Pereira, T. J., Cordeiro, A. B., y Monteiro, G. M. (2020). Evaluation of microhardness, sorption, solubility, and color stability of bulk fill resins: a comparative study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 12(11), e1033-e1038. <https://doi.org/10.4317/jced.57599>
- Galarreta, C. (2019). Grado de microfiltración de un sistema restaurador resinoso (ORMOCER) en la restauración de cavidades clase V. [Tesis de Cirujano Dentista-Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10976>
- Guerrero-Bravo, A. G., y Chumi-Terán, R. E. (2017). Comparación in vitro de la profundidad de curado de una resina nano-híbrida fotoactivada con luz halógena versus luz LED. *Revista nacional de odontología*, 14(26). <https://doi.org/10.16925/od.v13i26.2042>

- Gul, P., Alp, H. H., y Özcan, M. (2020). Monomer release from bulk-fill composite resins in different curing protocols. *Journal of Oral Science*, 62(3), 288-292. <https://doi.org/10.2334/josnusd.19-0221>
- Haugen, H. J., Marovic, D., Par, M., Thieu, M. K. L., Reseland, J. E., y Johnsen, G. F. (2020). Bulk fill composites have similar performance to conventional dental composites. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(14), 5136. <https://doi.org/10.3390/ijms21145136>
- Hernández, K. (2021). Microfiltración en restauraciones clase II con resinas monobloque y convencional. [Tesis de Cirujano Dentista- Universidad Nacional Federico Villarreal]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5253>
- Ivoclar Vivadent AG. (2007). Bluephase® - LED para todos los usos. <https://www.manualslib.es/manual/167345/Ivoclar-Vivadent-Bluephase.html>
- Lamas Lara C, Rojas Barrios J, Honores Solano T. Estado actual de las resinas compuestas bulk fill. (2023) KIRU, 20(1):34-40. <https://doi.org/10.24265/kiru.2023.v20n1.04>
- M Moradas Estrada, B Álvarez López (2017). “Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales.”
- Mawlood, A., y Hamasaeed, N. (2023). The impact of the diode laser 940 Nm photoactivated bleaching on color change of different composite resin restorations. *Journal of advanced pharmaceutical technology y research*, 14(2), 155. https://doi.org/10.4103/japtr.japtr_45_23
- Par, M., Marovic, D., Attin, T., Tarle, Z., y Tauböck, T. T. (2020). The effect of rapid high-intensity light-curing on micromechanical properties of bulk-fill and conventional resin composites. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67641-y>
- Par, M., Spanovic, N., Marovic, D., Attin, T., Tarle, Z., y Tauböck, T. T. (2021). Rapid high-intensity light-curing of bulk-fill composites: A Quantitative analysis of marginal

- integrity. *Journal of Dentistry*, 111, 103708. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103708>
- Piola, F. (2018). Avaliação das propriedades físico-mecânicas de resinas compostas do tipo Bulk Fill [Tese de Doutorado-Universidade de São Paulo]. https://teses.usp.br/teses/disponiveis/25/25148/tde-31082018-181145/publico/FabioAntonioPiolaRizzante_Rev.pdf
- Rizzante, F. A. P., Duque, J. A., Duarte, M. A. H., Mondelli, R., Mendonça, G., y Ishikiriyama, S. K. (2019). Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. *Dental Materials Journal*, 38(3), 403-410. <https://doi.org/10.4012/dmj.2018-063>
- Rosatto, C., Bicalho, A., Veríssimo, C., Bragança, G., Rodrigues, M., Tantbiroj, D., Versluis, A., Soares, C. (2015). Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *Journal*, 43(12): 1519 – 1528.
- Saralioglu, A., Durmus, A., Zengin, B. Z., Koymen, S. S., y Dönmez, N. (2022). Depth of cure, mechanical properties and morphology of Dual-Cure Bulk-Fill composites. *Odontos - International Journal of Dental Sciences*, 25(1), 295-310. <https://doi.org/10.15517/ijds.2022.52970>
- Sarmiento, G. (2019). Evaluación de grado de microfiltración in vitro de resinas microhíbridas y nanohíbridas en preparaciones cavitarias clase I en oclusal de premolares. [Tesis de Cirujano Dentista-Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10688>
- Sengupta, A., Naka, O., Mehta, S. B., y Banerji, S. (2023). The clinical performance of bulk-fill versus the incremental layered application of direct resin composite restorations: a

systematic review. Evidence-based Dentistry. <https://doi.org/10.1038/s41432-023-00905-4>

Shadman, N., Pezeshki, B., y Rostami, S. (2021). Marginal sealing of bulk fill versus conventional composites in Class II composite restorations: an in vitro study. *Frontiers in dentistry*. <https://doi.org/10.18502/fid.v17i40.5313>

Silva, G., Marto, C. M., Amaro, I., Coelho, A., Sousa, J., Ferreira, M. M., Francisco, I., Vale, F., Oliveiros, B., Carrilho, E., y y Paula, A. (2023). Bulk-Fill resins versus Conventional resins: An umbrella review. *Polymers*, 15(12), 2613. <https://doi.org/10.3390/polym15122613>

Yu, P., Xu, Y., y Liu, Y. (2022). Polymerization shrinkage and shrinkage stress of bulk-fill and non-bulk-fill resin-based composites. *Journal of Dental Sciences*, 17(3), 1212-1216. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2021.12.004>

Zotti, F., Falavigna, E., Capocasale, G., De Santis, D., y Aglietta, M. (2021). Microleakage of Direct Restorations-Comparison Between Bulk-Fill and Traditional Composite Resins: Systematic Review and Meta-Analysis. *European Journal of Dentistry*, 15(04), 755-767. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1724155>

IX. ANEXOS

Anexo A: Programas de polimerización de Bluephase

HIGH	Alta potencia	1200 mW/cm ²	Para una polimerización rápida
LOW	Baja potencia	650 mW/cm ²	Para polimerizaciones en zonas profundas
SOFT	Inicio suave	Para un aumento gradual de la intensidad lumínica	Para la polimerización de materiales de polimerización con reducido estrés de contracción

Anexo B: Espectro de absorción de fotoiniciadores

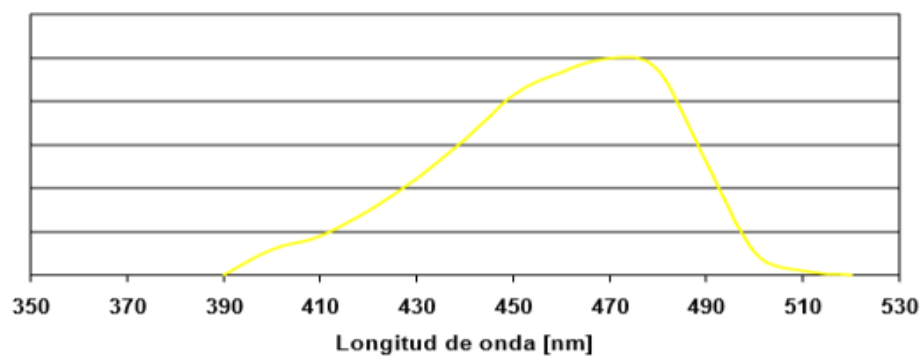


Fig. 1: Espectro de absorción de la canforquinona

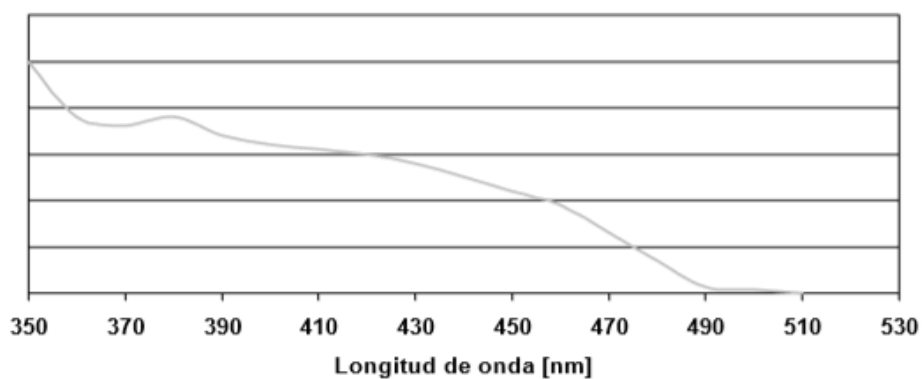


Fig. 2: Espectro de absorción de la fenilpropanodiona (PPD)

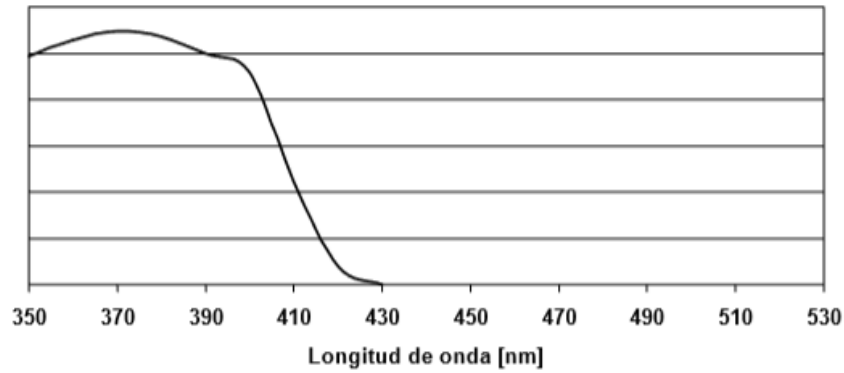
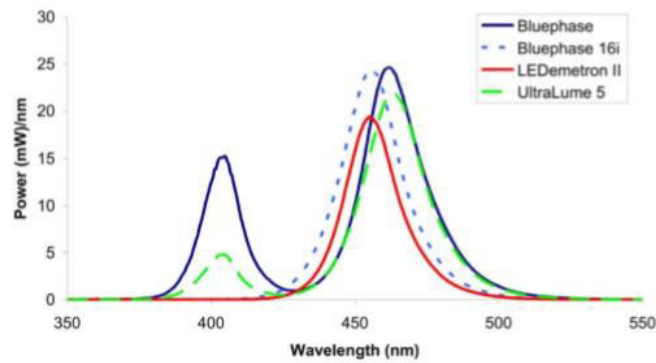


Fig. 3: Espectro de absorción de Lucerina TPO

ANEXO C

Representative Spectral Characteristics from Four Brands of Curing Light
Recorded Using an Integrating Sphere Attached to an Ocean Optics USB
4000 Spectrometer



Título: Características espectrales representativas de cuatro bandas de luz de polimerización registrada utilizando una esfera integradora fijada a un espectrómetro Ocean Optics USB 4000.

Wavelength = Longitud de onda

ANEXO D



Fig. 7: Características de la dispersión de luz de diferentes conductos de luz

ANEXO E. Intensidad lumínica de las lámparas LED

Intensidad lumínica de las lámparas de polimerización LED en clínicas dentales				
Dispositivo	Fabricante	Intensidad lumínica [mW/cm ²]		Cuota de lámparas de polimerización con una intensidad de menos del 70% comparado con las especificaciones del fabricante
Bluephase*	Ivoclar vivadent	1,100 (+/-10%)	1,066	0%
Smartlite PS	Dentsply	950	927	0%
Mini L.E.D.	Satelec	1,250	872	50%
FlashLite 1401	Discus dental	1,400	859	88%
Radii	SDI	1,400	825	86%
L.E.Demetron 1	KerrHawe	1,000	699	67%
Elipar Freelight 2	3M Espe	1,000	602	58%
Translux Power Blue	Heraeus Kulzer	1,000	513	100%
Elipar Freelight 1	3M Espe	400	531	88%


ANEXO F. PD ISO/TS 11405: 2015



PD ISO / TS 11405: 2015

Odontología - Ensayo de adherencia a la estructura dental

ANEXO G. Cuadro de Resultados

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-0537-2023	EDICION N°	3	Fecha de emisión:	22-11-2023
ENSAYO DE GRADO DE MICROFILTRACIÓN POR MÉTODO VISUAL.					
1. DATOS DE LOS TESISTAS					
Nombre de tesis	"SELLADO MARGINAL DE DOS RESINAS BULK FILL CON PROFUNDIDA DE 4 MM Y 5 MM, FOTOPOLIMERIZADAS CON LAMPARAS LED POLI WAVE IN VITRO"				
Nombres y Apellidos	Anthony Bermejo Arana				
Dni	71294853				
Dirección	José Gregorio Paredes 283 Dpto 307 Pueblo libre				
2. EQUIPOS UTILIZADOS					
Instrumento	Marca	Aproximación		Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.	
Máquina de Ensayos Mecánicos	L.G CMT- 5L	0.001N			
Vernier Digital	Mitutoyo - 200 mm	0.01mm			
3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
Muestras de dientes de Bovinos	Cantidad	Cincuenta y seis (56) muestras			HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	Dientes de Bovinos			
	Grupo 1	Opus bulk fill 4 X 3			
	Grupo 2	3M bulk fill 4 X 3			
	Grupo 3	Grupo Control Z350 3M 4 X 3			
	Grupo 4	Grupo Control Z350 3M 5 X 3			
	Grupo 5	Opus bulk fill 5 X 3			
	Grupo 6	3M bulk fill 5 X 3			
4. RECEPCION DE MUESTRAS					
Fecha de recepción de muestras	22 de Setiembre del 2023				
Fecha de Ensayo	25 de Setiembre del 2023 al 06 de Octubre del 2023				
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentás 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho-Lima				El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.
5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO					
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:					
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN			CAPITULO	
El grado de microfiltración se realizó según la tabla indicada por la solicitante	Grado	Descripción			-
	0	Sin penetración			
	1	Penetración en la parte esmalhada de la pared de la cavidad			
	2	Penetración en la parte de la dentina			
	3	Penetración incluyendo el suelo pulpar de la cavidad			
6. CONDICIONES DE ENSAYO					
	Inicial	Final			
Temperatura	19.1 °C	19.0 °C			
Humedad Relativa	60 %RH	60 %RH			
					



HTL

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

Página 3 de 5

INFORME DE ENSAYO N°

IEO-0537-2023

EDICIÓN N° 3

Fecha de emisión:

22-11-2023

Grupo 3: Grupo Control Z350 3M 4 X 3

Muestra	Lado	Grado	Observación
1	A	3	Penetración incluyendo el suelo pulpar de la cavidad
	B	2	Penetración en la parte de la dentina
2	A	2	Penetración en la parte de la dentina
	B	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad
3	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad
	B	2	Penetración en la parte de la dentina
4	A	2	Penetración en la parte de la dentina
	B	2	Penetración en la parte de la dentina
5	A	3	Penetración incluyendo el suelo pulpar de la cavidad
	B	3	Penetración incluyendo el suelo pulpar de la cavidad
6	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad
	B	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad
7	A	2	Penetración en la parte de la dentina
	B	2	Penetración en la parte de la dentina
8	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad
	B	2	Penetración en la parte de la dentina

Grupo 4: Grupo Control Z350 3M 5 X 3

Muestra	Lado	Grado	Observación
1	A	0	Sin penetración
	B	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad
2	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad
	B	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad
3	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad
	B	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad
4	A	2	Penetración en la parte de la dentina
	B	2	Penetración en la parte de la dentina
5	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad
	B	2	Penetración en la parte de la dentina
6	A	2	Penetración en la parte de la dentina
	B	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad
7	A	2	Penetración en la parte de la dentina
	B	2	Penetración en la parte de la dentina
8	A	2	Penetración en la parte de la dentina
	B	2	Penetración en la parte de la dentina
9	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad
	B	2	Penetración en la parte de la dentina





HTL

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 4 de 5

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0537-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	22-11-2023
Grupo 5: Opus bulk fill 5 X 3					
Muestra	Lado	Grado	Observación		
1	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
	B	2	Penetración en la parte de la dentina		
2	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
	B	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
3	A	2	Penetración en la parte de la dentina		
	B	2	Penetración en la parte de la dentina		
4	A	2	Penetración en la parte de la dentina		
	B	2	Penetración en la parte de la dentina		
5	A	0	Sin penetración		
	B	0	Sin penetración		
6	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
	B	2	Penetración en la parte de la dentina		
7	A	3	Penetración incluyendo el suelo pulpar de la cavidad		
	B	3	Penetración incluyendo el suelo pulpar de la cavidad		
8	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
	B	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
9	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
	B	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
10	A	3	Penetración incluyendo el suelo pulpar de la cavidad		
	B	3	Penetración incluyendo el suelo pulpar de la cavidad		
Grupo 6: 3M bulk fill 5 X 3					
Muestra	Lado	Grado	Observación		
1	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
	B	2	Penetración en la parte de la dentina		
2	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
	B	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
3	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
	B	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
4	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
	B	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
5	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
	B	0	Sin penetración		
6	A	2	Penetración en la parte de la dentina		
	B	3	Penetración incluyendo el suelo pulpar de la cavidad		
7	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
	B	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
8	A	2	Penetración en la parte de la dentina		
	B	2	Penetración en la parte de la dentina		
9	A	2	Penetración en la parte de la dentina		
	B	2	Penetración en la parte de la dentina		
10	A	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		
	B	1	Penetración en la parte esmaltada de la pared de la cavidad		





LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

Página 5 de 5

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-0537-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	22-11-2023
<p>* El presente informe reemplaza al IEO507-2023, emitido el día 13/10/2023 por indicación del cliente, modificándolo en la identificación de la muestras:</p>				
<p>Dice: Opus bulk fill 4 X 3 3M bulk fill 4 X 3 Grupo Control Z350 3M 4 X 3 Grupo Control Z350 3M 5 X 3 Opus bulk fill 5 X 3 3M bulk fill 5 X 3</p>		<p>Decía: Opus bulk fill 2 X 3 3M bulk fill 2 X 3 Grupo Control Z350 3M 2 X 3 Grupo Control Z350 3M 2.5 X 3 Opus bulk fill 2.5 X 3 3M bulk fill 2.5 X 3</p>		
  <p>ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio</p>		 <p>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE</p>		
<p>El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.</p>				
<p style="text-align: center;">FIN DEL DOCUMENTO</p>				

ANEXO H. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Variables	Tipo de investigación	Muestra
<p>¿Cuál es el sellado marginal de dos resinas Bulk fill con profundidad de 4 mm y 5 mm, fotopolimerizadas con lámparas led Poliwave, in vitro?</p>	<p style="text-align: center;">Objetivo general</p> <p>Evaluar el sellado marginal de dos resinas Bulk fill. 3M Filtek™ Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM™ con profundidad de 4 mm y 5 mm, fotopolimerizadas con lámpara led Poliwave®, con el programa High power 20" y 40" (1200 mW/cm²), in vitro.</p> <p style="text-align: center;">Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar el sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología Opus Bulk fill APS-FGM™, con profundidad de 4 mm, fotopolimerizadas con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 40" (1200 mW/cm²), in vitro. 	<p>Variable dependiente:</p> <p>Sellado marginal</p> <p>Variable independiente:</p> <p>Profundidad de restauración</p> <p>Covariable:</p> <p>Tiempo de Fotocurado.</p>	<p>-Experimental -Transversal -Prospectivo -Analítico -Explicativo -Observacional</p>	<p>El presente trabajo de investigación se realizó en 54 dientes bovinos para la medición del sellado marginal de la unión del sustrato con el material restaurador, de acuerdo a las normas ISO PD ISO / TS 11405: 2015, con 09 especímenes por grupo.</p>

	<ul style="list-style-type: none">• Identificar el sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología Opus Bulk fill APS-FGM™, con profundidad de 5 mm, fotopolimerizadas con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 40" (1200 mW/cm²), in vitro.• Identificar el sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M™ Filtek™ Bulk fill, con profundidad de 4 mm, fotopolimerizadas con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 20" (1200 mW/cm²), in vitro.• Identificar el sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M™ Filtek™ Bulk fill, con profundidad de 5 mm, fotopolimerizadas con lámpara Led Poliwave®			
--	--	--	--	--

	<p>con el programa High power 20" (1200 mW/cm²), in vitro.</p> <ul style="list-style-type: none">• Comparar el sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M™ Filtek™ Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM™, con profundidad de 4 mm, fotopolimerizadas con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 20" y 40" (1200 mW/cm²), in vitro.• Comparar el sellado marginal de la resina compuesta de nanotecnología 3M™ Filtek™ Bulk fill y Opus Bulk fill APS-FGM™, con profundidad de 5 mm, fotopolimerizadas con lámpara Led Poliwave® con el programa High power 20" y 40" (1200 mW/cm²), in vitro.			
--	---	--	--	--