



**RESISTENCIA COMPRESIVA DE DOS RESINAS UTILIZADAS EN ZONA  
POSTERIOR, NANOHIBRIDA VS BULLFILK.**

**AUTORES**

**CABALLERO ARROYAVE JORLEIDYS NAYETH  
GÓMEZ PEREA CARLOS ANDRES  
SILVERA VALEGA GREYS DAYANA**

**COLEGIO ODONTOLOGICO  
INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC  
REHABILITACIÓN ORAL III**

**SANTAGO DE CALI  
16 DE JUNIO DE 2023**



**RESISTENCIA COMPRESIVA DE DOS RESINAS UTILIZADAS EN ZONA  
POSTERIOR, NANOHIBRIDA VS BULLFILK.**

**AUTORES**

**CABALLERO ARROYAVE JORLEIDYS NAYETH  
GÓMEZ PEREA CARLOS ANDRES  
SILVERA VALEGA GREYS DAYANA**

**DIRECTOR**

**EDGAR MENESES SILVA  
ODONTÓLOGO GENERAL  
REHABILITADOR ORAL**

**ASESOR CIENTÍFICO**

**EDGAR MENESES SILVA  
ODONTÓLOGO GENERAL  
REHABILITADOR ORAL**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**ALEJANDRA ORDOÑEZ MOLINA  
ODONTÓLOGA  
EPIDEMIÓLOGA**

**ASESOR ESTADÍSTICO**

**JULIÁN ANDRESANDRÉS TAMAYO**

**COLEGIO ODONTOLÓGICO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC  
REHABILITACIÓN ORAL**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Santiago de Cali, 18 de junio de 2023

## TABLA DE CONTENIDO

### 1. Contenido

2.	INTRODUCCIÓN .....	7
3.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	9
4.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	10
5.	MARCO TEORICO .....	11
5.1	las resinas compuestas.....	11
5.2	Ubicación de la restauración como factor para selección de la resina....	16
5.3	Propiedades de las resinas compuestas .....	17
5.4	Prueba de compresión .....	20
5.5	Resinas utilizadas en el estudio .....	21
6.	OBJETIVOS.....	23
6.1	OBJETIVO GENERAL .....	23
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
7.	METODOLOGÍA .....	24
7.1	DISEÑO DEL ESTUDIO .....	24
7.2	POBLACIÓN OBJETIVO.....	24
7.2.1	Criterios de selección .....	24
7.3	TAMAÑO DE MUESTRA Y DISEÑO DE MUESTREO .....	24
7.3.1	Cálculo del tamaño de muestra. ....	25
7.3.2	Diseño de muestreo.....	25
7.4	DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	26
7.4.1	Variables.....	26
7.4.2	Cuadro operacional de las variables .....	26
7.5	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACION .....	27

7.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	27
7.7	CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	27
8.	RESULTADOS .....	28
9.	DISCUSIÓN .....	31
10.	Conclusiones .....	32
11.	Recomendaciones .....	33
12.	CONCLUSIONES .....	33
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	34

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 cuadro de variables .....	26
Tabla 2 resultados de resistencia compresiva y deformación.....	28

## LISTA DE GRAFICOS

Ilustración 1 diagrama de caja y bigote que representa resultados de resistencia compresiva .....	28
Ilustración 2 Diagrama de caja y bigote que representa resultados de deformación .....	29

## GLOSARIO

1. **Bis-GMA:** bisfenol-A- Glicidil Metacrilato. Es un componente de la matriz orgánica de las resinas compuestas, tiene un peso molecular elevado, alta viscosidad lo que hace difícil su manipulación, su estructura química tiene dos enlaces reactivos en ambos extremos de la molécula
2. **TEGMA:** dimetacrilato de trietilenglicol. Es un monómero de dimetacrilato de viscosidad reducida que es ideal para utilizar como co-monómero para mejorar la dureza y las propiedades mecánicas de plásticos, poliolefinas, adhesivos y selladores. Se utiliza especialmente para mejorar las propiedades mecánicas de poliésteres insaturados y polímeros acrílicos, como hojas de acrílico y pisos de acrílico.
3. **UDMA:** dimetacrilato de uretano. Es un monómero de bajo peso molecular (diluyente) utilizado para reducir la viscosidad de la resina que no ha pasado por el proceso de polimerización y así hacer más fácil su manipulación clínica.

## **2. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, las resinas son materiales que presentan una gran demanda, cumpliendo con las expectativas del operador, por su alta estética y funcionalidad. Aunque con el tiempo se ha logrado detectar fallas por fractura, lo cual puede llevar a la propagación de grietas preexistentes provenientes de un área de estrés. (1) Es por esto por lo que el profesional debe conocer el material seleccionado para restaurar; respaldado en la evidencia científica; aún más hoy, cuando el mercado ofrece una amplia variedad de técnicas y materiales con diferentes propiedades y comportamientos según el lugar donde sean utilizados, garantizando el éxito a largo plazo.(1)

Por otro lado es importante que se tengan en cuenta las características de las resinas, entre ellas la resistencia a la compresión la cual es una propiedad mecánica de gran importancia, debido a que se refiere a la tensión máxima que puede soportar un material antes de fracturarse en procesos como la masticación o movimientos parafuncionales, resultando absolutamente trascendental porque puede llegar a afectar la durabilidad de los dientes restaurados a largo plazo, especialmente en la región posterior; el problema radica en que no afecta de manera inmediata y lleva a la pérdida de forma anatómica de las restauraciones y de los dientes aun sabiendo que de acuerdo a la disposición y al porcentaje de relleno el cual compone las resinas estas poseen mayor o menor resistencia al desgaste, a la flexión entre otras características. (2,3)

Otra de las fallas detectadas en las resinas y que en los últimos años ha venido en evolución es su forma de aplicación en las cavidades: técnica incremental o técnica monobloque. De acuerdo con lo anterior y en general el proceso de polimerización de una resina convencional con técnica incremental, requiere un tiempo de polimerización de 20 a 60 segundos de fotocurado por incremento que si bien tiene sus ventajas y puede ser importante para una adecuada penetración de la luz, evitando consecuencias clínicas de contracción por polimerización y de la cual se producen desventajas como por ejemplo el hecho de que la técnica es de alta

complejidad y demanda alto tiempo clínico existiendo al mismo tiempo la posibilidad de sufrir riesgos como incorporación de burbujas y contaminación entre capas. En contraste con lo anterior las técnicas de incrementos únicos son más simples, rápidas y prácticas, simplifican el proceso clínico al disminuir la cantidad de pasos operatorios durante la obturación y ahorra tiempo clínico en casos de preparaciones extensa. (2)

Cabe resaltar que las estructuras dentales tienen la capacidad de soportar diferentes fuerzas de compresión, para la dentina es de 297 MPa y para el esmalte es de 384 MPa; mientras que la resistencia a la fractura de los dientes naturales posteriores es de 305 MPa para los molares y 248 MPa para los premolares. (4) Dichas cifras resultan importantes de conocer pues sirven de estándar al momento de seleccionar la resistencia ideal de las resinas compuestas para dientes posteriores, pues son precisamente éstos los que todos los días se someten a grandes fuerzas en un entorno que es considerado complejo. (5)

Con esta investigación se busca evaluar dos resinas de la casa 3M, la resina Filtek™ Bulk Fill y FILTEK™ Z250 XT las cuales son resinas indicadas para el sector posterior. Para esto, se llevará a cabo una prueba de compresión en la que se requiere la elaboración de una serie de cuerpos de prueba con forma cilíndrica que luego serán posicionados en una máquina universal de ensayos que ejercerá una fuerza compresiva que aumenta progresivamente (6). Por lo tanto, se dará respuesta al objetivo general que busca determinar la resistencia compresiva de estos dos tipos de resinas; lo que servirá de herramienta para la toma de futuras decisiones durante las prácticas clínicas, a fin de garantizar la durabilidad de la restauración realizada para una zona tan demandante como lo es la zona posterior.

### **3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Actualmente, los compuestos dentales representan una amplia y compleja variedad de materiales con una gama cada vez mayor de propiedades e indicaciones. Todos estos cambios han introducido brechas importantes entre las diferentes clases de compuestos en términos de propiedades mecánicas, estabilidad química, propiedades biológicas, propiedades de unión y probabilidad de rendimiento a largo plazo (3)

Las propiedades de las resinas compuestas dependen de diferentes aspectos: de la proporción orgánica que poseen, del lugar de aplicación, el grosor del material, la cantidad y calidad de la carga que se les aplica y la técnica de fotopolimerización; las cuales, si se trabajan dentro de los estándares establecidos alcanzan las propiedades fisicoquímicas, mecánicas y estéticas buscadas por el profesional y el paciente (4). Y aunque poseen grandes ventajas, se debe tener presente que el éxito de las restauraciones, todavía están supeditadas a su desempeño, generalmente porque presentan una baja resistencia al desgaste, microfiltración, pigmentación, polimerización incompleta, contracción de polimerización, sensibilidad postoperatoria y estrés en la interfase diente-restauración. Con estas problemáticas percibidas, el resultado llega a ser una corta duración en boca, a causa de fracturas, fallas por fatiga y una baja resistencia a la carga oclusal. (4–6)

Es decir, si no se logran controlar las complicaciones mencionadas anteriormente, se seguirán presentando restauraciones dentales fallidas, las cuales requieren un inmediato reemplazo, lo que se convierte en un problema desde el punto de vista no sólo médico para el paciente, sino además económico y estético, además de generarse mayor pérdida de tejido dentario sano. Sin embargo, la resistencia de estos materiales continúa sin ser la ideal, lo que es un reto para el profesional al momento de elegir el material con las mejores propiedades físicas, que brinden mayor longevidad clínica a la restauración, y que pueda dar respuesta a las necesidades físicas y mecánicas del sistema estomatognático. Es por esto, que el

material restaurador seleccionado debe tener propiedades físicas como, químicas y mecánicas con grandes similitudes a la estructura dental, como son un adecuado módulo de elasticidad, resistencia flexural, resistencia al desgaste y una buena resistencia compresiva.(7,8)

Esta última propiedad mecánica, que hace referencia a la tensión máxima que puede soportar un material antes de fracturarse, es de importancia fundamental pues es la que se produce particularmente durante la masticación o en movimientos parafuncionales, especialmente en la región posterior; cuando esta propiedad no tiene los valores adecuados, las fuerzas verticales pueden llevar al surgimiento de fracturas en las restauraciones y/o en el órgano dentario.(4,7)

Considerar la extensión y localización de la resina de restauración son primordiales para la selección de la misma. Si lo que se busca es hacer una obturación con un alto requerimiento mecánico (cavidades de clase IV con función oclusal, de clase I amplias, de clase II compuestas o complejas, o de clase VI), la resina compuesta más adecuada es la que tenga mayor volumen de carga inorgánica y que, en el caso del sector posterior, sea radiopaca(9)

El diseño biológico estructural de los dientes posteriores es de tal manera que permite soportar altas cargas; se ha establecido que la fuerza máxima masticatoria en dientes posteriores de mujeres es de 380 N, mientras para los hombres es de 600 N; estos valores pueden variar según la edad, oclusión, al número de dientes, raza, entre otros; por su variabilidad, es indispensable considerar al momento de realizar una restauración, para garantizar durabilidad y conservación de características funcionales y más si lo que se va a realizar es, por ejemplo, una restauración en bloque, pues con la polimerización la resina se contrae. (10,11)

#### **4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la resistencia compresiva de dos tipos de resinas utilizadas en el sector posterior?

## 5. MARCO TEORICO

### 5.1 las resinas compuestas

Las resinas compuestas son materiales sintéticos que se componen de diferentes elementos, se definen como combinaciones tridimensionales de al menos dos materiales que químicamente diferentes, con una interfaz distinta; pero que en combinación resulta en propiedades superiores a sus componentes de manera individual.(12)

Los componentes básicos de las resinas compuestas incluyen: una matriz, que es el material de resina plástica que forma una fase continua; un relleno o fase inorgánica que son las partículas de refuerzo que forman una fase dispersa; un agente de conexión o acoplamiento que favorece la unión del relleno con la matriz (Silano); y un sistema activador, que es el iniciador de la polimerización. Las resinas compuestas se pueden modificar para obtener color, translucidez, opacidad y fluorescencia, y de esta forma imitar el diente natural haciéndolo un material más estético(13,14).

**Estructura y composición.** Cada uno de los componentes se describen a continuación.

- **Matriz orgánica.** Es una resina plástica de fase continua que está constituida por monómeros de dimetacrilato alifáticos o aromáticos, entre los más utilizados está el Bis-GMA, es muy viscoso lo que hace difícil su manipulación; esto ocurre gracias a su alto peso molecular que implica que la contracción durante la polimerización sea menor, además de presentar menor volatilidad y baja difusividad en los tejidos, aunque tiene un bajo índice de conversión de monómeros y promueve la degradación hidrolítica debido a su capacidad de absorción de agua afectando a sus propiedades. Otro monómero es el UDMA (dimetacrilato de uretano), es de menor viscosidad, mayor resistencia, alta flexibilidad, tiene un mayor índice de conversión y produce menor contracción por polimerización. También se cuenta con otros como Bis-DMA (Dimetacrilato de bisfenol A); EGDMA (Etilenglicol-

dimetacrilato); TEGDMA (Trietilenglicol-dimetacrilato) y el MMA (Metilmetacrilato)(14)

Dentro de su matriz orgánica la resina posee un sistema activador o iniciador de polimerización de radicales libres denominado en este caso canforoquinona (una alfa – dicetona) que es usada en combinación con un agente reductor: amina alifática terciaria. Para el caso de los quimiopolimerizables está presente el peróxido de benzoilo que se usa en combinación con la amina terciaria aromática en este caso para así actuar como iniciador y permitir tiempos de polimerización clínicamente aceptables entre otros componentes que permiten la supervivencia y mejora de las propiedades características de productos como las resinas compuestas.(15)

- ***Relleño inorgánico.*** Este componente es incorporado a la matriz orgánica con el fin de mejorar las propiedades físicas, mecánicas, químicas y ópticas en el material, y tiene relación directa con la cantidad, composición, forma, tipo y tamaño de las partículas de relleno. Proporciona estabilidad dimensional a la matriz, ayuda a reducir la contracción por polimerización, la capacidad de absorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica. Provee la resistencia a la tracción, compresión, abrasión, aumentando el módulo elástico. Los minerales más utilizados para las partículas de relleno son: silicatos modificados con contenido de bario, estroncio, litio, aluminio, cristales de cuarzo y circonita, materiales vítreos y cerámicos(14).

En la actualidad la nanotecnología ha permitido el desarrollo de nuevas resinas compuestas que poseen la presencia de nanopartículas de aproximadamente 0,05  $\mu\text{m}$  que mejoran significativamente las características de acabado y pulido de estas, mejor textura superficial y disminuyendo la contracción de polimerización principalmente entre otras características que mejoran e inclinan por la utilización de este tipo de resinas de nanorelleno, para ello y como se mencionaba al inicio es muy importante que la

incorporación del relleno inorgánico y la matriz de la resina sea una asociación completa para la optimización de sus propiedades. (16,17)

- **Agente de unión.** Proporciona unión química y cubre a la matriz de resina y a las partículas de relleno, es decir, posee características de ambos. Tiene una composición bifuncional que se describe con un extremo de grupo silano y otro de metacrilato. Actúa como protector de degradación de las partículas ya que se encuentra cubriéndolas debido a un proceso de silanización uniforme antes de la incorporación a la matriz orgánica. La formación de un fuerte enlace covalente entre los rellenos inorgánicos mejora las propiedades físicas y mecánicas al distribuir las tensiones desde la matriz orgánica a las partículas. Los más utilizados son en primer lugar el silano, los epoxis, vinil y metil silanos. El silano va a permitir el mejoramiento de las propiedades estableciendo una transferencia de tensiones de la fase que se deforma fácilmente (matriz resinosa) para la fase más rígida (partículas de relleno). Además, estos agentes pretenden prevenir la penetración de agua en la interfase bisGMA / partículas de relleno promoviendo la estabilidad hidrolítica en el interior de la resina.(14,16)
- **Partículas de relleno.** Son utilizadas para mejorar las propiedades mecánicas de la resina compuesta; por lo general se utilizan partículas de cuarzo y de vidrio, pero también están de aluminio, silicatos de litio, cristales de bario, sílice. Cuanto mayor sea el relleno, mejores serán las propiedades y se disminuye la contracción de polimerización (13).

## Clasificación de las resinas

Las resinas compuestas se clasifican según forma y tamaño de las partículas de rellenos, lo que genera una amplia gama de posibilidades para poder escoger. No obstante, cada tipo de resina tiene características únicas mecánicas y estéticas, el tipo de restauración y la localización son determinantes para escoger el tipo de resina compuesta a utilizar(13) .

Aunque existen varias clasificaciones que se han ido desarrollando a lo largo de la historia de las resinas, hoy en día la clasificación más popular es la basada en el tamaño de la partícula de relleno, realizada por Lutz y Phillips; que las dividieron en composites de macro relleno (partículas de 0,1 a 100 $\mu$ ), micro relleno (partículas de 0,04  $\mu$ ) y en composites híbridos (con rellenos de diferentes tamaños). Resulta ventajoso tener una distribución de los diámetros de los rellenos para que las partículas más pequeñas encajen en los espacios entre las partículas más grandes.(15)

- **Macrorelleno:** son las resinas de primera generación o convencionales, las partículas de relleno inorgánico más empleadas son el cuarzo y el vidrio siendo entre el 70 y 80% del volumen, tienen de 10 a 50 $\mu$ m. Otros rellenos utilizados son el estroncio y bario. En su momento fue una resina de gran utilidad, pero presentaba propiedades clínicas poco eficientes como un deficiente acabado superficial debido a la existencia de un desgaste preferencial en la matriz resinosa. Sus desventajas incluyen la porosidad y rugosidad superficial, la cual lleva a una pigmentación, tienen poca capacidad de pulido y brillo, por tanto, no pueden ser utilizados para zonas estéticas. (13–15,18)
- **Microrelleno:** tienen un acabado fino, el contener partículas de sílice coloidal pirogénico con un tamaño entre 0,01 y 0,4 micrones de diámetro permite realizar más fácilmente el pulido, brillo superficial y estética a la restauración; A pesar de que pueden pulirse, son débiles debido al bajo contenido de relleno que poseen. Se recomiendan para el sector anterior, por tener en esta

ser una zona de menor tensiones masticatorias más pequeñas, poseen alto pulimiento y brillo superficial, aunque una dureza reducida. Están contraindicadas para el sector posterior ya que presentan alto coeficiente de expansión térmica, menor módulo de elasticidad y propiedades mecánicas y físicas inferiores. Existen microrrellenos homogéneos (con partículas de dióxido de sílice al 30-40%) y heterogéneos que están compuestos por micropartículas y partículas aglomeradas mediante sinterización con una carga de 60% y prepolimerizadas, se obtienen a través de trituración logrando un 80% en peso y aumentando las propiedades mecánicas, la capacidad de pulido y la translucidez. (13,14,19,20)

- **Híbridas.** Poseen características mecánicas del macrorrelleno y propiedades estéticas del microrrelleno. Reforzada por una fase inorgánica de vidrio de tamaño de partículas entre 0.06 y 5 $\mu$ m, y relleno microfino de sílice coloidal con tamaño de 0.04 $\mu$ m; posteriormente las partículas de sílice se mezclan con partículas de bario, litio o zirconio inferiores a 1 $\mu$ m. Es una resina compuesta con mayor resistencia al desgaste y con buenas propiedades físicas, como excelentes características de pulido, texturización, menor contracción de polimerización, variedad de colores y opacidades, translucidez, baja sorción acuosa, abrasión y desgaste. Está indicado para el sector anterior y posterior (13,14)
- **Microhíbridas.** Estas resinas están compuestas por dos tipos de rellenos, es decir, un contenido alto de partículas de formas irregulares submicrónicas. La manera en que se distribuyen las partículas facilita un mejor empaquetamiento, permitiendo tener un buen manejo clínico. Presentan partículas de relleno <1 $\mu$ m con partículas de 0,04  $\mu$ m. Presenta de 60 a 70% de relleno, poseen excelentes propiedades estéticas, menor contracción a la polimerización, son utilizadas en el sector anterior y posterior.(13,14)
- **Nanorelleno.** Presentan partículas de dimensiones entre 0,01 y 10 nm, misma que se dispone en forma de nanopartículas y en nanoclusters de 4-20nm, los nanoclusters son formados por partículas de zirconia/sílice pero también de nano sílice solamente y los clusters son abordados como silanos;

por la acomodación de sus partículas aumentan la carga, mejoran la viscosidad, presentan alta traslucidez, resistencia al desgaste, pulido de alta duración, buenas propiedades ópticas, manteniendo así las propiedades de resistencia mecánica; al ser muy parecidas a las resinas híbridas en sus propiedades físicas, pueden ser utilizadas en dientes anteriores y posteriores.(13,14)

- **Nanohíbridas.** Contienen partículas nanométricas dentro de la estructura inorgánica, oscilando entre los 20 y 60 nm, poseen un microrrelleno promedio de 0,7 micrones que actúa como una especie de soporte para las nanométricas, otorgando viscosidad al material, regulando la consistencia, color y la radiopacidad. El tener un menor tamaño de partículas lleva a una menor contracción de polimerización, generando sobre las paredes del diente una menor flexión cuspídea además de disminuir la presencia de microfisuras en los bordes adamantinos, los cuales son responsables de la filtración marginal, cambios de color, penetración bacteriana y posible sensibilidad postoperatoria (15,19)

Se cuenta también con otra clasificación de las resinas, que tiene un carácter más exhaustivo, fundamentada en diversos parámetros como el módulo de Young, el porcentaje (en volumen) del relleno inorgánico, el tamaño de las partículas principales, la rugosidad superficial y la fuerza de compresión; dicha clasificación se puede observar en la siguiente tabla. (15)

## **5.2 Ubicación de la restauración como factor para selección de la resina**

Considerar la extensión y localización de la resina de restauración son primordiales para la selección de la misma. Si lo que se busca es hacer una obturación con un alto requerimiento mecánico (cavidades de clase IV con función oclusal, de clase I amplias, de clase II compuestas o complejas, o de clase VI), la resina compuesta más adecuada es la que tenga mayor volumen de carga inorgánica y que, en el caso del sector posterior, sea radiopaca.(9) Las restauraciones en los dientes anteriores, demandan un mayor grado de estética, por eso en estos casos se deben

buscar resinas con: buen pulido, opacidad adecuada para pasar inadvertido o fluorescencia. La capacidad de pulido depende del tamaño de la partícula; los composites con rellenos submicrónicos o con nanopartículas son los ideales (15,19,21)

No se puede pasar por alto la opción de combinar materiales como, por ejemplo, en el caso de una restauración de clase IV extensa, en la que se indicaría una resina densificada (generalmente, un híbrido) de alta carga recubierto en la zona vestibular por un composite microfino (de microrrelleno). El tratamiento de lesiones cervicales, tanto en el sector posterior como en el anterior requieren ser obturadas óptimamente con materiales de alta capacidad de pulido, con el fin de evitar el acúmulo de placa sobre ellos, así como un material que tenga buena respuesta a la flexión.(15)

Entonces, de manera general se puede indicar, para dientes anteriores: resinas compuestas microparticuladas, resinas compuestas híbridas, resinas compuestas microhíbridas o híbridos modernos, resinas compuestas nanohíbridas. para dientes posteriores, se pueden utilizar las mismas con excepción de las microparticuladas que no se deben utilizar porque no son tan resistentes a los impactos masticatorios(22)

### **5.3 Propiedades de las resinas compuestas**

**Resistencia al desgaste.** Se define como resistencia al desgaste a esa propiedad neta que deben tener todos los materiales utilizados para restauraciones dentales los cuales deben evitar el desgaste de estas y entendido como el resultado de una serie de procesos abrasivos, adhesivos, fatigas y efectos corrosivos que pueden actuar en diferentes combinaciones dependiendo de las características del material(12).

(conector) Existen factores que llevan a la pérdida de estructura superficial, entre ellos están el bolo alimenticio, la fricción entre piezas dentales, el cepillado, palillos dentales, entre otros; la habilidad que tiene la resina compuesta de oponerse a esa pérdida superficial se denomina resistencia al desgaste. La pérdida de estructura

no ocurre de manera inmediata, es un proceso que ocurre de manera gradual y sus efectos pueden observarse a largo plazo, provocando pérdida de anatomía y acortando el tiempo en boca de las resinas. Esta propiedad va a ser dependiente de la forma, tamaño y el contenido de las partículas de relleno, también si se ubica en anterior o posterior y de las relaciones de contacto oclusal. A mayor cantidad de relleno, menor tamaño y mayor dureza que posea la resina compuesta, menos abrasiva será. (13,19)

**Contracción de polimerización.** Previo a polimerizar, las moléculas de la matriz de las resinas compuestas poseen una medida promedio de separación de 4 nm. Luego al realizar la polimerización hay una reducción en la distancia entre las partículas cercana a 1.5 nm (reordenamiento espacial), lo que produce un acercamiento entre ellas, lo que lleva a que el volumen del material se reduzca. Esta contracción hace que se produzcan fuerzas internas en la conformación de la resina. La transformación de todas esas fuerzas es el resultado de tensiones en el momento que la resina se adhiere en la superficie del diente. (13,19)

**Coefficiente de expansión térmica.** Es definido como la capacidad de la resina compuesta de cambiar de tamaño al reaccionar a la temperatura que se le aplica. Mientras más parecido sea el coeficiente de expansión térmica de la resina al del diente en el que se está realizando la restauración, será menos probable la aparición de grietas entre la restauración y el diente cuando haya una variación en la temperatura. Se considera que en una resina compuesta donde el coeficiente de expansión térmico sea bajo va a conducir a una mejoría en la adaptación de los márgenes. Las resinas compuestas están hasta 3 veces por encima del coeficiente de expansión térmica de los tejidos dentarios, lo que es altamente significativo debido a que las restauraciones en boca suelen estar a temperaturas que varían entre los 0 y 60°C.(13,19)

**Resistencia Compresiva.** También conocida como fuerza compresiva, estas fuerzas son generadas por los músculos de la masticación, las cuales son expresadas en sentido vertical, estas fuerzas son soportadas por las piezas dentarias y los tejidos de soporte. Una carga compresiva aplicada a un cuerpo le

provocará tensiones de reacción que, cuando son superadas, harán que este comience primero a deformarse elásticamente, para luego cuando la carga aumente se hace permanente hasta que finalmente si la carga vence a la resistencia que el cuerpo le opone como reacción, se fracturará o romperá, dado que la tensión que el cuerpo le opuso ha sido superada.(23) En un material de restauración, las resistencias, tanto de compresión como de tracción son muy parecidas a las de la dentina, y éstas van a estar relacionadas con la dimensión y proporción de las partículas de relleno: mientras mayor sea el tamaño y proporción de las partículas de relleno, la resistencia a la compresión y tracción serán mayores (13,19)

Así, las resinas compuestas híbridas tienen una mayor resistencia a la compresión que las convencionales, pues para un mismo porcentaje de relleno, la disminución del tamaño de partícula se traduce en un incremento de la resistencia a la compresión.(24)

Entonces, hablar de resistencia a la compresión es indicar el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento y que genera el acortamiento de la longitud del cuerpo. La resistencia a la compresión de un material indica la fuerza necesaria para lograr su ruptura, mientras que el valor de la fuerza necesaria para fracturar el cuerpo se define como carga máxima de ruptura compresiva en las resinas compuestas.(25)

**Estabilidad de color.** La resina compuesta es un material con capacidad de tener cambios de coloración ya sea por manchas en la superficie o decoloraciones producidas internamente. Las manchas que están en la superficie se producen por agentes como el tabaco y alimentos con colorante; mientras que las internas son a causa de un proceso en algunos componentes de las resinas compuestas denominado fotooxidación. (13)

**Módulo de elasticidad.** El módulo de elasticidad determina la rigidez o dureza del material. A mayor rigidez del material, mayor módulo de elasticidad; entonces, mientras más flexible sea el material, menor será su módulo de elasticidad. Al igual que en la resistencia a la tracción y compresión, el porcentaje y la dimensión de las

partículas de relleno son significativas en el módulo de elasticidad, ya que, mientras mayor sea el tamaño de las partículas y más contenido haya de estas, mayor será el módulo de elasticidad de la resina.(13,19)

#### **5.4 Prueba de compresión**

Cuando se aplica una carga compresiva a un cuerpo le provocará tensiones de reacción que, al ser superadas, harán que el cuerpo inicie deformándose dentro del rango elástico y luego, tras aumentar la carga se tendrá una deformación permanente (que hace parte del rango plástico), hasta que finalmente si la carga es de tal magnitud que vence a la resistencia que el cuerpo le opone como reacción, se fracturara o romperá.(12)

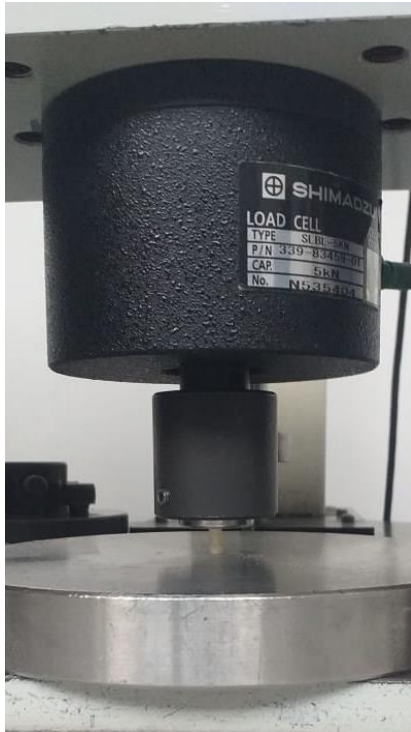
Con base en la norma D695, la cual estandariza el estudio de la resistencia compresiva, el cuerpo de prueba debe ser cilíndrico y su altura, debe ser dos veces su diámetro. Esto porque cuando se somete un cuerpo a la compresión, su ruptura es consecuencia de una serie de tensiones complejas, que se generan en el seno del cuerpo. Las cargas compresivas actúan en la ruptura de un cuerpo cilíndrico generando dos tipos de tensiones: las de cizallamiento y las traccionales. Las primeras adoptan forma de cono en ambas superficies del cuerpo, y las segundas, se generan desde la parte central del cilindro hacia las paredes laterales(12)

Por otra parte, para calcular la resistencia compresiva de un material como una resina compuesta, se puede seguir el siguiente procedimiento, por ejemplo, para un cilindro/probeta/muestra de 6 mm de diámetro y 12 mm de altura:

- Colocar el cilindro en la máquina de ensayo universal y aplicar la fuerza compresiva que aumentará progresivamente (figura 1).
- Se calcula la superficie del cuerpo donde actuará la carga; para este caso, la superficie de la cara del cilindro es  $S = \pi * r^2$ ,  $\rightarrow S = 3,1415 * 3^2 = 28,27 \text{ mm}^2 = 0,283 \text{ cm}^2$
- Si, por ejemplo, en la prueba el cuerpo se rompe ante una fuerza de 250 kg, la resistencia compresiva se calcula así:

$$\text{Resistencia compresiva} = \frac{250 \text{ kg}}{0,283 \text{ cm}^2} = 883,39 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = \mathbf{88,3 \text{ MPa}}$$

Figura 1. Prueba de compresión en máquina universal (26)



## 5.5 Resinas utilizadas en el estudio

La resina Filtek™ Bulk Fill – 3M, es un material de baja viscosidad, para ser aplicado con técnica de llenado en bloque, diseñado para restauraciones en el sector posterior, la fotopolimerización es por luz visible (fotocurado), a un incremento en capas de 4 a 5 mm de acuerdo con las normas internacionales ISO, simplificando el proceso de restauración, tiene tecnología de nanorelleno ya probada y demostrada, de fácil manipulación, además de brindar obturaciones estéticas. Además, este tipo de resina contiene dos monómeros de metacrilato, que mezclados actúan para disminuir el estrés de polimerización, sin comprometer la

resistencia, se fabrica en cuatro tonos y están disponible en dos tipos de envases: cápsulas y jeringas(27)

La resina FILTEK™ Z250 XT Restaurador Universal Nanohíbrido, es una resina activada por fotocurado, indicada para los sectores anterior y posterior. Se caracteriza por su fácil manipulación y pulido y tiene la menor contracción volumétrica entre las resinas nanohíbridadas. Además, ofrece gran fuerza y resistencia al desgaste. Esta resina se encuentra disponible en 12 colores radiopacos y fluorescente.(28)

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1 OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la resistencia compresiva de dos tipos de resinas Filtek Z250 XT y Filtek BulkFill utilizadas en el sector posterior

### **6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estimar la resistencia compresiva promedio de las resinas evaluadas.
- Caracterizar los cambios visibles en la superficie de los materiales restauradores evaluados tras la aplicación de las cargas.

## **7. METODOLOGÍA**

### **7.1 DISEÑO DEL ESTUDIO**

Estudio de tipo experimental analítico *in vitro*

### **7.2 POBLACIÓN OBJETIVO**

Resinas Filtek™ Bulk Fill y FILTEK™ Z250 XT utilizadas para restauraciones en dientes posteriores.

#### **7.2.1 Criterios de selección**

##### **7.2.1.1 Criterios de inclusión.**

Resina nanohíbrida que esté dentro de su fecha vigente y probetas cilíndricas con mediciones adecuadas (4 mm de diámetro y 8 mm de altura) de acuerdo con la norma ASTM D695

- Resina Bulk Fill que esté dentro de su fecha vigente y probetas cilíndricas con mediciones adecuadas (4 mm de diámetro y 8 mm de altura) de acuerdo con la norma ASTM D695

##### **7.2.1.2 Criterios de exclusión.**

- Probetas cilíndricas con abertura
- Probetas cilíndricas con fractura
- Probetas cilíndricas con presencia de burbujas

### **7.3 TAMAÑO DE MUESTRA Y DISEÑO DE MUESTREO**

De cada material, se realizaron 20 muestras cilíndricas utilizando moldes de teflón, de 8 mm de altura x 4 mm de diámetro, de acuerdo con las normas ISO 4049 y ANSI / ADA No. 27. El material Filtek Z-250 (3M) se colocó en moldes mediante técnica de estratificación, en capas no mayores a 2 mm y cada capa se fotopolimerizó durante 20 segundos. El material Filtek Bulk Fill (3M) se condensó una primera capa de 4 mm se polimerizó y, posteriormente, se colocó otra capa de 4 mm. Para proporcionar una superficie perfectamente plana de la primera y última capa, se

procedió a la polimerización a través de una tira de Mylar transparente colocada sobre una placa de vidrio. Para asegurar la polimerización completa del material se utilizó una lámpara de fotocurado Bluephase (Ivoclar Vivadent, AG Schaan, Liechtenstein) con una potencia de  $1200 \text{ mW/cm}^2$ , durante 20 s para la Filtek Z-250 (3M) y de 10 s para la Filtek Bulk Fill (3M).

Para el análisis cuantitativo del comportamiento de compresión de los materiales compuestos, las muestras se sometieron a la prueba 24 horas después de su confección, tiempo en el que fueron almacenadas en el HygroBath (Whip Mix, Louisville, KY, EE. UU.) al 100% de humedad a  $37^\circ\text{C}$

Usando la máquina de prueba universal Shimadzu AG-IS 5kN (Shimadzu, Tokio, Japón) cada muestra se sometió a una fuerza de compresión en dirección axial al eje mayor de la muestra a una velocidad de desplazamiento de  $0,5 \text{ mm/min}$ . Se registraron las curvas de fuerza aplicada (N) - deformación absoluta (mm) para las 15 muestras de cada material y se calculó la resistencia máxima a la compresión y la deformación. Los resultados fueron registrados con el software Trapezium2® (Microsoft Corp. Redmond, WA. EE. UU.).

### **7.3.1 Cálculo del tamaño de muestra.**

Aceptando un riesgo alfa de 0.2 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan 49 cuerpos de prueba en el primer grupo y 49 en el segundo para detectar una diferencia igual o superior al 28 MPa. Se asume que la desviación estándar común es de 65MPa. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 0%. Para la presente investigación no fue posible utilizar la totalidad de la muestra mencionada anteriormente debido a que los costos para su realización superaban el presupuesto establecido por el grupo de trabajo. Por lo anterior se establecieron 2 grupos de estudio cada uno de 20 cuerpos de prueba obteniendo un total de 40 muestras.

### **7.3.2 Diseño de muestreo.**

La presente investigación fue diseñada para una muestra de (20) cilindros/probetas/muestras de 4 mm de diámetro y 8 mm de altura

## 7.4 DEFINICIÓN DE VARIABLES

### 7.4.1 Variables.

Variable dependiente: compresión máxima

Variables independientes: tipo de material

### 7.4.2 Cuadro operacional de las variables

*Tabla 1 cuadro de variables*

Nombre	Definición	Tipo de variable / escala de medición	Valores posibles	Fuente
Tipo de material	Resinas utilizadas para restauraciones en zona posterior incluidas en la investigación	Cualitativa nominal	Bulk fill Nanohibrida	Experimento
Compresión máxima (Strain Peak)	Es el valor máximo de compresión del material para poder deformarlo o fracturarlo	Cuantitativa de razón	Valor numérico expresado en Mpa	Experimento
Pico de resistencia	Es el mayor valor registrado de resistencia a la compresión.	Cuantitativa de razón	Valor numérico expresado en Mpa	Experimento
Pico de carga	Indica la máxima fuerza aplicada en una acción estática, pero también al valor de fuerza aplicada que se alcanza ante cada carga que se desplaza.	Cuantitativa de razón	Valor numérico expresado en Mpa	Experimento
Deformación en el punto rotura	A	Cuantitativa de razón	Valor numérico expresado en mm	Experimento

## **7.5 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACION**

### **7.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos obtenidos y diligenciados en la base de datos en Excel se exportaron al programa estadístico SPSS v.20. En la evaluación de los resultados se aplicó una estadística no paramétrica para comparar los promedios obtenidos (prueba de Mann-Whitney). En el análisis univariado, se emplearon medidas de tendencia central (promedio, mediana, desviación estándar), y gráficas para la presentación de los resultados; además, al hacer la comparación entre resinas mediante el análisis bivariado, se considera una significancia estadística de  $p < 0.05$ .

### **7.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Las consideraciones éticas del presente estudio se basan en las disposiciones éticas conforme a la resolución 8430 de 1993 expedida por el Ministerio de Salud de Colombia y por la declaración de Helsinki, en los cuales se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

De acuerdo con la Resolución 8430 de 1993, según el artículo 11, la presente investigación se encuentra clasificada como *investigación sin riesgo*, ya que en esta se emplean técnicas y métodos de investigación experimentales in vitro.

A su vez, se señala que este estudio no implicará riesgos inmediatos ni tardíos para ningún sujeto dado que la unidad de análisis serán probetas que contengan muestras de materiales odontológicos inertes de investigación.

Este estudio, será realizado directamente por un técnico apto en sus capacidades físicas, psicológicas, académicas y certificado ante la norma vigente, quien será contactado por sus investigadores, al contar con conocimiento y experiencia para llevar a cabo un protocolo estandarizado para el procesamiento y análisis de la muestra.

## 8. RESULTADOS

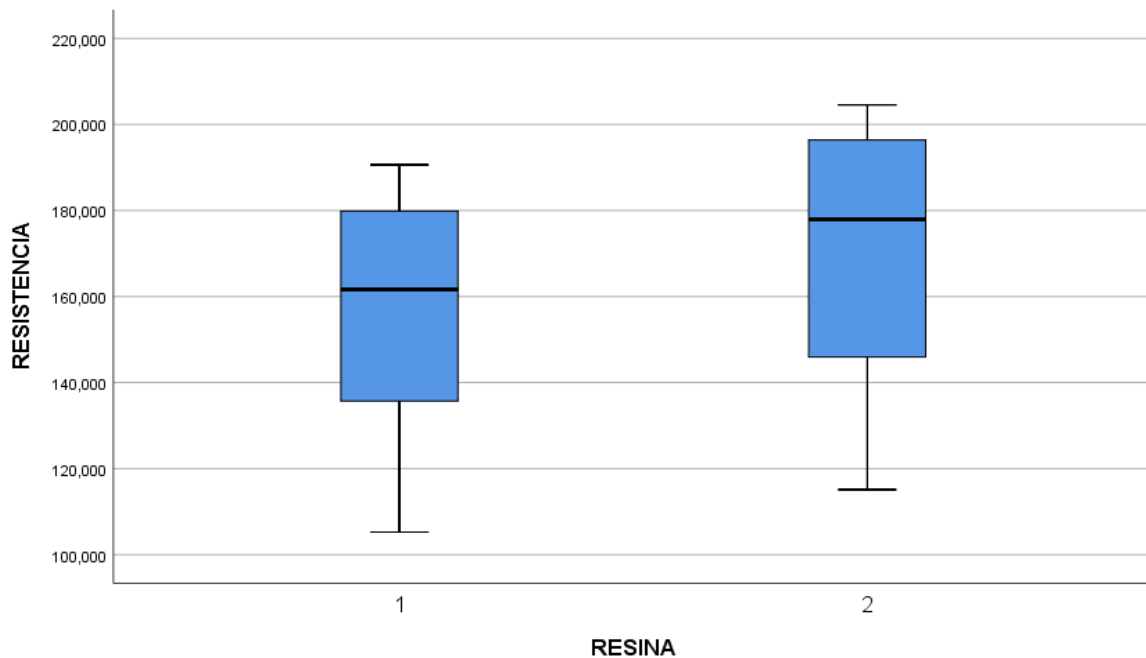
*Tabla 2 resultados de resistencia compresiva y deformación*

	Filtek Z250 XT				Filtek™ Bulk Fill				Signficancia
	Mínimo	Màximo	Media	Desviación estandar	mínimo	màximo	Media	Desviación estandar	
Resistencia	105,254	190,625	157,038	26,908	115,114	204,548	170,071	170,071	<b>0,156</b>
Deformacion	5,9000	10,3375	7,9088	1,1427	6,1375	12,5500	9,2306	9,2306	<b>0,006</b>

Tabla 2.

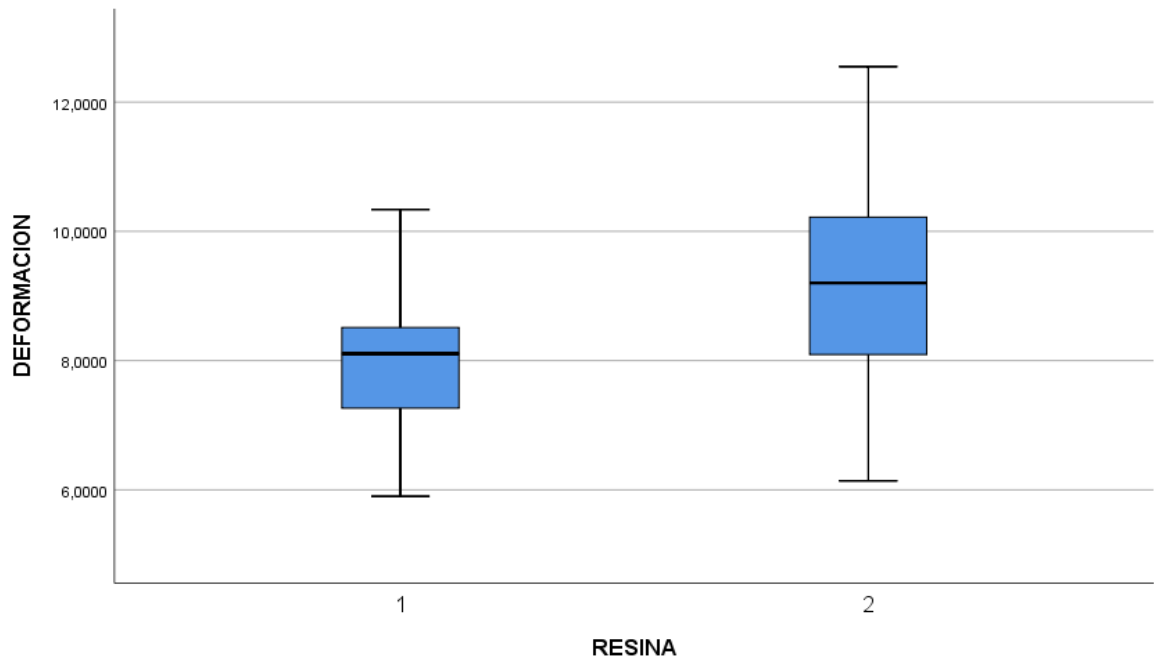
Resultados en valores mínimo, máximo en Mpa, media y desviación estándar para ambos grupos de resinas (1. Filtek Z250 XT) y (2. Filtek™ Bulk Fill)

### RESISTENCIA



*Ilustración 1 diagrama de caja y bigote que representa resultados de resistencia compresiva*

## DEFORMACION



*Ilustración 2 Diagrama de caja y bigote que representa resultados de deformación*

Con un total de 40 muestras de resinas, 20 para resina Filtek™ Bulk Fill y 20 para resina Filtek Z250 XT los valores registrados en cuanto a resistencia y deformación para cada una las resinas después de ser sometidos a pruebas de resistencia se encuentran registrados en la tabla (1).

### **Prueba de resistencia a la compresión:**

En la gráfica número 1 se ve representada la variabilidad en cuanto a la resistencia donde se observa mayor variabilidad de la resina Filtek™ Bulk Fill (1) que en la resina Filtek Z250 XT (2). Luego de realizar prueba de normalidad shapiro wilk y kolmogorov / smirnov con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ , donde se obtuvo que la significancia es mayor a 0.05 en ambos grupos, por lo que si existe una

distribución normal. De acuerdo con lo anterior se decide utilizar la prueba t-student no tuvieron diferencia significativa ( $p= 0.156$ ), es decir, que la resina Filtek™ Bulk Fill señalada como 1 y Filtek Z250 XT señalada como 2 producen resistencias similares, aunque se observa que la resina tipo 2 tiende a tener mayor resistencia que el tipo 1 (tabla 1)

**Deformación en punto de ruptura:**

En la gráfica 2, la cual evalúa deformación, se observa mayor variabilidad en la resina número 2 (Filtek™ Bulk Fill) en comparación a la numero 1 (Z250 XT).

En cuando a la deformación las resinas producen resultados distintos, existe diferencia significativa 0,006 y la diferencia es que la resina tipo 2 produce mayor porcentaje de deformación (tabla 1).

## 9. DISCUSIÓN

En el presente estudio tuvo como finalidad determinar la resistencia compresiva de dos resinas utilizadas en el sector posterior resina tipo (Filtek Bulk Fill) y convencional (Filtek z250 XT). La resina Z250 XT se realizó con técnica de estratificación, en capas no mayores a 2mm y la resina Filtek Bulk Fill se realizó con capas no mayores de 4mm, se fotopolimerizó por 10 segundos y se colocó otra capa de 4mm.

Los resultados del presente estudio mostraron que las resinas evaluadas no presentaron diferencias significativas en cuanto a los valores de resistencia a la compresión (Tabla 1) pero se observó que presentaba mayor deformación la resina Filtek Bull fill. (Grafico 2).

De acuerdo con otros autores como Peñafiel el cuál utilizo 30 probetas de 4x4, en tres grupos, resina Z250XT, Z350 XT y Bulk Fill, observo que existe una diferencia significativa, donde el valor más bajo fue para la resina Filtek Bulk Fill de 3M que obtuvo una medida de 190.86 MPa, resultado que se asemeja a nuestra investigación la cual también mostro valores similares en cuanto a la resistencia. (4)

Por otra parte, hay artículos que difieren con los resultados obtenidos, los cuales muestra que existe diferencias significativas como Borja Farfán, Norma Elizabeth, el cual utilizo 14 probetas 3x5, divididas en 4 grupos, se puede observar la comparación de la resistencia a la compresión de las resinas evaluadas, donde se encontró que, Opus Bulk Fill 141.68 Mpa, Bulk Tetric® N-Ceram 139.03 Mpa, Filtek Bulk Fill 225.59 Mpa, la resina convencional, Filtek Z320 XT dio valores de 99.28 Mpa. Se pudo observar que la resina convencional utilizada en este estudio tuvo valores más bajos, en comparación con las resinas Bulk. (29)

Acurio, P; Falcón, G; Casas, L. nos da una resistencia compresiva de la resina tipo Bulk Tetric® N-Ceram con profundidades de 4x2mm y 4x4mm ( $310,06 \pm 35,84$ ), ( $303,87 \pm 27,53$ ) respectivamente, esto nos demuestra que las resinas compuestas

Bulk Fill, tienen comportamientos muy variado independientemente de las marcas comerciales.(7)

Según Gordillo en el 2020, el cual realizo un estudio donde evaluaron la resistencia a compresión de resinas compuestas Bulk fill, se utilizarón 3 resinas Bulk Fill: Tetric evoceram, Filtek Bull Fill, Admira Fusion xtra Bulk Fill (voco), en este articulo utilizaron 30 probetas divididos en 3 grupos, en donde encontraron que no existieron diferencias significativas entre las resinas Tetric evoceram y admira fusión, pero la resina Filtek Bulk fill se encontraba por debajo con un valor de 51,964 siendo estadísticamente inferior a las otras muestras.(25)

Carlos Alberto Albán, Galo Sánchez Varela, compararon la resistencia a la fractura de la resina Nanohíbrida y Bulk-Fill utilizando técnicas incremental y monoincremental. Estudio de tipo comparativo in-vitro, Probetas de 5mm x 6 mm Se obtuvieron valores más altos de resistencia a la fractura de la resina Bulk-Fill aplicada con la técnica incremental con una media de 219,998 Mpa, comparado con la resina convencional (nanohíbrida) con técnica monoincremental con una media de 122,771 MPa.(30)

La resistencia compresiva de una resina está dada por la cantidad de material inorgánico y el tamaño de las partículas de relleno. Los resultados del estudio mostraron que las resinas evaluadas no presentaron diferencias significativas en cuanto a los valores de resistencia a la compresión, lo cual puede atribuirse a la similitud en la composición de ambas resinas. Por otro lado, los compuestos de resinas con altas cargas de relleno muestran una menor deformación, lo que sustenta los resultados obtenidos. La resina Z250XT con mayor carga de relleno mostró menor variabilidad de deformación que la resina Filtek BulkFill de 3M.

## **10. Conclusiones**

1, Entre los dos tipos de resinas: Filtek™ BulkFill y Filtek Z250 XT no se encontró diferencia significativa cuando se midió resistencia compresiva.

2. Hubo diferencia significativa en cuanto a la variable deformación entre ambos tipos de resina Filtek™ Bulk Fill y Filtek Z250 XT, siendo esta última la que presentó menor porcentaje de deformación.

3. De acuerdo con los resultados las resinas Filtek™ Bulk Fill y Filtek Z250 XT son resinas que podemos utilizar en el sector posterior sin ningún riesgo de fractura frente a tratamientos restauradores.

## **11. Recomendaciones**

Los resultados de esta investigación *In-vitro* permitirán guiar la elección del material adecuado para realizar restauraciones en el sector posterior, disminuir fracturas y garantizar una mayor longevidad del tratamiento. De la misma forma servir de base para futuras investigaciones que deseen medir la resistencia compresiva ya sea con materiales exclusivos para sector posterior o para casos donde se desee evaluar y profundizar de la relevancia clínica de la deformación de las resinas.

Con respecto a la variable deformación fue un dato arrojado por la máquina al momento de realizar el estudio, sin embargo, no se tuvo en cuenta al momento de realizar la discusión porque esta tiene formas de medición diferentes y no se encontró relevancia de esta variable en la práctica clínica con soporte en la literatura.

## **12. CONCLUSIONES**

1. Entre los dos tipos de resinas: Filtek™ BulkFill y Filtek Z250 XT no se encontró diferencia significativa cuando se midió resistencia compresiva.

2. Hubo diferencia significativa en cuanto a la variable deformación entre ambos tipos de resina Filtek™ Bulk Fill y Filtek Z250 XT, siendo esta última la que presentó menor porcentaje de deformación.

3. De acuerdo con los resultados las resinas Filtek™ Bulk Fill y Filtek Z250 XT son resinas que se pueden utilizar en el sector posterior sin ningún riesgo de fractura frente a tratamientos restauradores.

### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Albán Hurtado CA, Sánchez Varela G, Vélez Cuenca TM, Merino Segovia AC. Comparación de la resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida y bulk-fill utilizando técnicas incremental y monoincremental de la investigación. SATHIRI. el 30 de junio de 2019;14(1):196.
2. Angelina Maria del Valle Rodríguez, Juan José Christiani, Nilda Álvarez, Maria Eugenia Zamudio. revisión de resinas bulk fill: estado actual. 2014. p. 1–6.
3. Blatz MB, Conejo J. The Current State of Chairside Digital Dentistry and Materials. Dental Clinics of NA [Internet]. 2019;63(2):175–97. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cden.2018.11.002>
4. Peñafiel Rodríguez MV, Quisiguiña Guevara SM, Alban Hurtado CA, Robalino Campos HR. Comparación de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas híbrida, nanohíbrida y bulk fill. Recimundo. 2019;3(3):585–95.
5. Blanco Lerech S, Frías Tarón S, Tarón Dunoyer A, Bustillo Arrieta JM, Díaz Caballero A. Compressive strength of glass ionomer and composite resin. In vitro study. Revista Odontológica Mexicana. 2017;21(2):e107–11.
6. Mainjot AK, Dupont NM, Oudkerk JC, Dewael TY, Sadoun MJ. From Artisanal to CAD-CAM Blocks: State of the Art of Indirect Composites. J Dent Res. 2016;95(5):487–95.
7. Acurio-Benavente P, Falcón-Cabrera G, Casas-Apayco L, Montoya Caferatta P. Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. Odontología Vital. 2017;(27):69–77.
8. Garcés Vasquez G, Vidal Fernández J, Gajardo Guineo MG. Alteraciones en las propiedades de las resinas compuestas en el tiempo: Scoping review. 2020;1–36.
9. Chaple Gil Alain Manuel, Gispert Abreu E de los Á. Recomendaciones para el empleo práctico de resinas compuestas en restauraciones estéticas. Rev Cubana Estomatol [Internet]. 2015;52(3). Disponible en: <http://www.revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/804>
10. Demarco Flavio, Correa Marxos, Cenci Maximiliano. Longevity of posterior composite restorations: Not only a matter of materials. Dental Materials

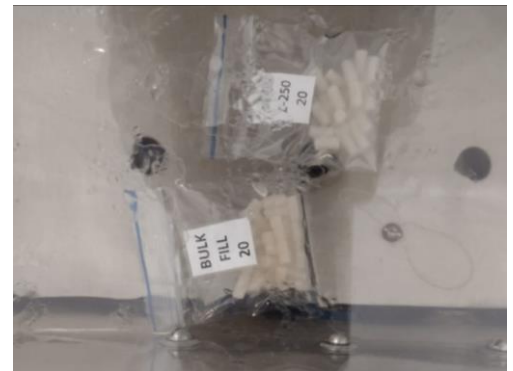
[Internet]. 2011;28(1):87–101. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2011.09.003>

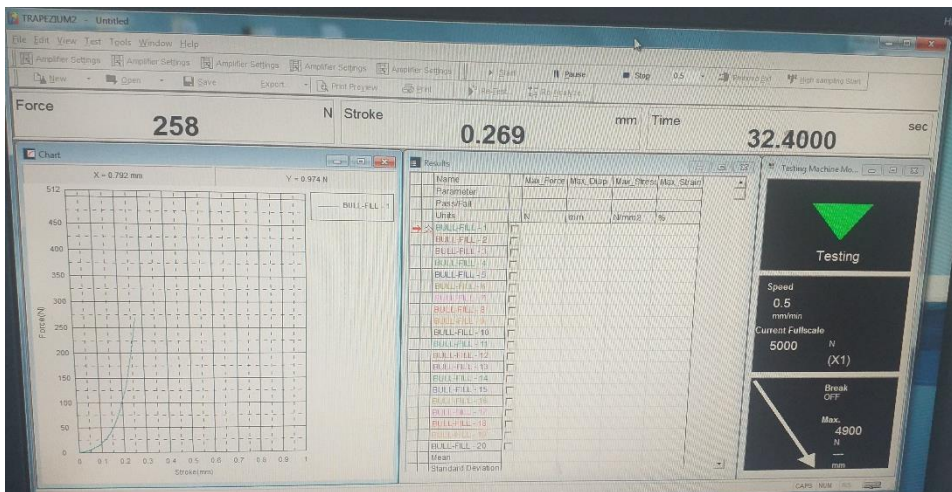
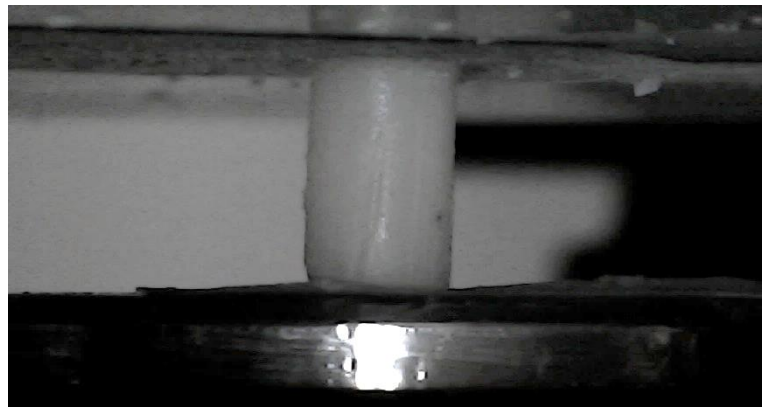
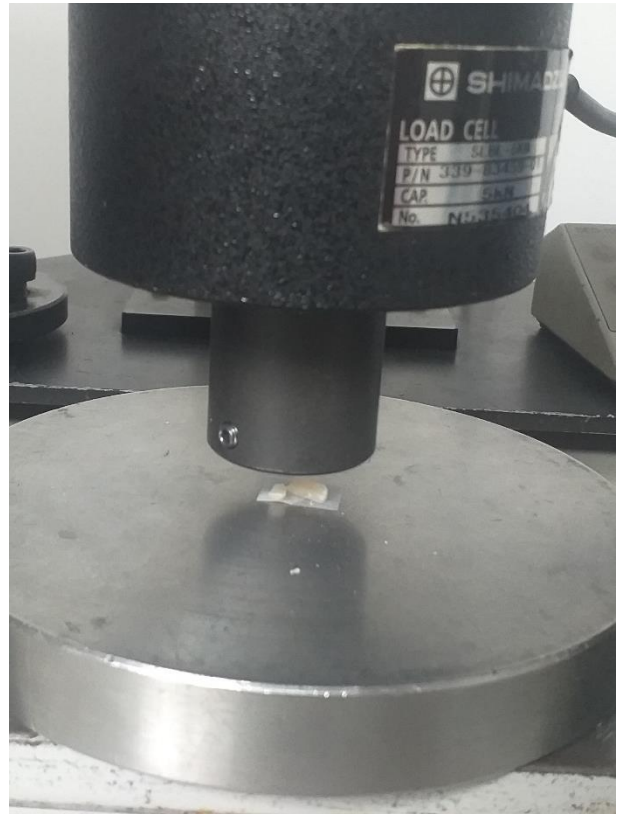
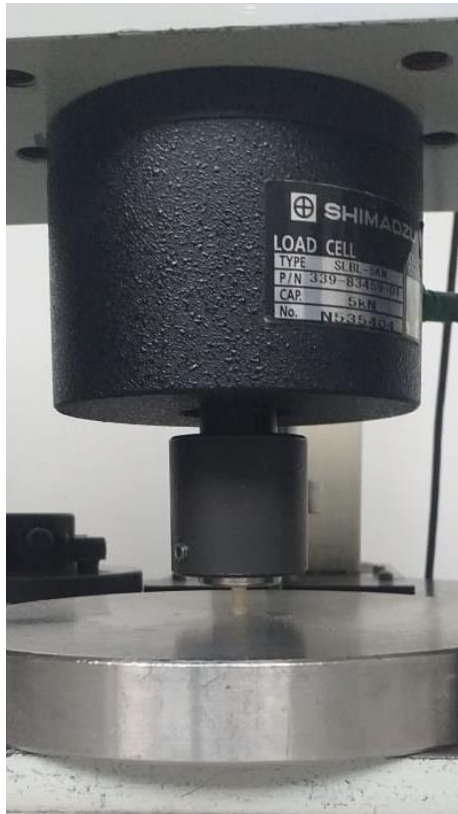
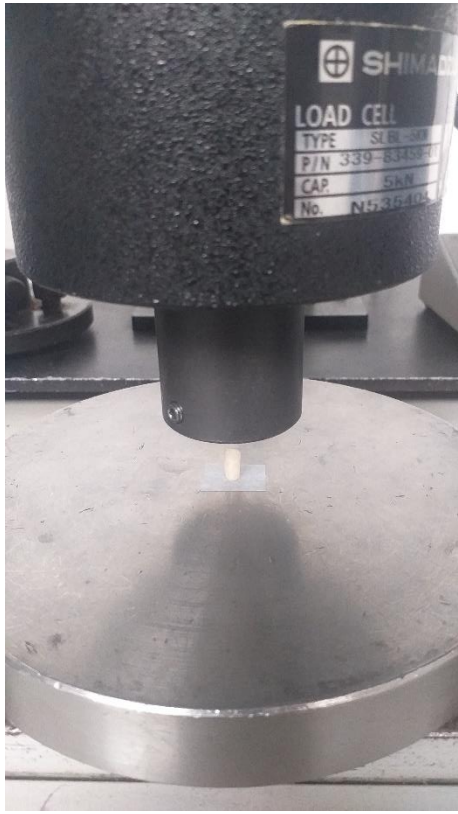
11. Naranjo-Pizano RM, Lince-Jaramillo JF, Vivas-Idarraga J, Ruiz-Ceballos D, Ortiz-Pérez P. Diferencia en la dureza de resinas utilizadas convencionalmente al polimerizarse con diferentes tipos de luz. *CES Odontol.* 2017;30(1):3–16.
12. Hyun-Sunk Cha, Yong-Keun Lee, Bum-Soon Lim, Sang-Hoon Rhee. Evaluation of wear resistance of dental resin composites with a 3D profilometer. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* el 15 de noviembre de 2004;71(2):414–20.
13. Turbi Nicole, Abreu Alondra. Dureza superficial en resinas compuestas de nanotecnología de diferentes marcas comerciales, según el tiempo de fotocurado y momento del pulido, en el área de operatoria dental de la escuela de odontología de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, periodo septiembre-diciembre 2019: estudio in vitro. [Internet]. 2019. Disponible en: <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/2220>
14. Suárez DA. Carillas Indirectas En Resina Compuesta Como Tratamiento Alternativo Estético - Restaurador. 2018;10–3.
15. Hervás García A. Resinas compuestas . Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006. 2006;215–20.
16. Blanco Alonso J, Sanz Alonso C. Rehabilitación de la sonrisa mediante resinas compuestas. junio de 2013;1–8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
17. Guisela Janeth LM, Perea-Corimaya E, Portilla-Miranda S, Juela-Moscoso C. Fundamentos para elegir una resina dental. Vol. 4, *Revista OACTIVA UC Cuenca.* 2019.
18. Sakaguchi Ronald L., Powers John M. *Craig's Restorative Dental Materials.* En: *Craig's Restorative Dental Materials.* Elsevier; 2012. p. 1–4.
19. Once D, Vallejo K. Resistencia a la fuerza de compresión: resina nanohíbrida y nanoparticulada. Estudio in vitro. *Universidad Central Del Ecuador.* 2017. 63 p.

20. Sakaguchi Ronald L., Powers John M. Craig's Restorative Dental Materials. En: Craig's Restorative Dental Materials. Elsevier; 2012. p. 1–4.
21. Krämer N, García-Godoy F, Reinelt C, Feilzer AJ, Frankenberger R. Nanohybrid vs. fine hybrid composite in extended Class II cavities after six years. Dental Materials. 2011;27(5):455–64.
22. Chaple Gil Alain Manuel, Gispert Abreu E de los Á. Recomendaciones para el empleo práctico de resinas compuestas en restauraciones estéticas. Rev Cubana Estomatol [Internet]. 2015;52(3). Disponible en: <http://www.revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/804>
23. Guzman Humberto José. Biomateriales odontológicos de uso clínico. ECOE EDICIONES. 2013;5a EDICION.
24. Tejada KJ. Resistencia Por Fuerza Compresiva in Vitro En Resinas Dentales Nanoparticuladas Y Suprananoparticuladas, Chachapoyas-2018. 2019;
25. Castillo Gordillo LJ. Estudio in vitro de la resistencia a la compresión de resinas compuestas Bulk Fill. [LOJA –ECUADOR]; 2020.
26. Huayhua Revollo ND. Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos [Internet]. 2013;96. Disponible en: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3073/1/Huayhua\\_re.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3073/1/Huayhua_re.pdf)
27. Huamani Lopez JM, Saavedra Torres CE. Comparación de la resistencia compresiva entre tres resinas Bulk Fill, in vitro [Internet]. Tesis. 2019. Disponible en: [http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/21483/AUTOESTIMA\\_MOTIVACION\\_MUSAC\\_TARICUARIMA\\_REYNA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/21483/AUTOESTIMA_MOTIVACION_MUSAC_TARICUARIMA_REYNA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
28. 3M. Restaurador universal nano híbrido Filtek™ de 3M™ Z250 XT [Internet]. 2021. Disponible en: <https://www.3m.com.do>
29. Borja Farfán NE, Loyola Livias OD. Comparación in vitro de la resistencia a la compresión y resistencia flexural de resinas Bulk Fill (Opus™ Bulk Fill, Tetric® N-Ceram Bulk Fill y Filtek™ Bulk Fill).

30. Albán Hurtado CA, Sánchez Varela G, Vélez Cuenca TM, Merino Segovia AC. Comparación de la resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida y bulk-fill utilizando técnicas incremental y monoincremental de la investigación. SATHIRI. el 30 de junio de 2019;14(1):196.

# ANEXOS





Name	Max_Stress	Max_Strain
Parameter	Resistencia	Deformación
Units	MPa	%
FILTEK-Z-250 – 1	190.625	8.2875
FILTEK-Z-250 – 2	142.419	7.3625
FILTEK-Z-250 – 3	161.953	8.8
FILTEK-Z-250 – 4	186.213	9.4375
FILTEK-Z-250 – 5	177.902	9.3125
FILTEK-Z-250 – 6	155.611	10.3375
FILTEK-Z-250 – 7	121.231	6.1625
FILTEK-Z-250 – 8	128.999	8.4125
FILTEK-Z-250 – 9	181.785	8.4875
FILTEK-Z-250 – 10	154.324	8.5375
FILTEK-Z-250 – 11	105.254	6.45
FILTEK-Z-250 – 12	189.917	7.3125
FILTEK-Z-250 – 13	172.609	7.45
FILTEK-Z-250 – 14	149.127	7.2125
FILTEK-Z-250 – 15	126.939	5.925
FILTEK-Z-250 – 16	161.315	7.5875
FILTEK-Z-250 – 17	163.084	6.5875
FILTEK-Z-250 – 18	110.066	8.2
FILTEK-Z-250 – 19	186.186	8.0125
FILTEK-Z-250 – 20	175.207	8.325
Mean	157.0383	7.91
Standard Deviation	26.90834749	1.14035

Name	Max_Stress	Max_Strain
Parameter	Resistencia	Deformación
Units	MPa	%
BULK-FILL - 1	115.114	7.0375
BULK-FILL - 2	192.926	8.6
BULK-FILL - 3	142.916	7.7
BULK-FILL - 4	204.548	9.5375
BULK-FILL - 5	126.97	7.25
BULK-FILL - 6	199.08	8.4375
BULK-FILL - 7	181.598	12.55
BULK-FILL - 8	167.946	9.1
BULK-FILL - 9	204.371	10.5
BULK-FILL - 10	174.287	11.4125
BULK-FILL - 11	186.821	9.4125
BULK-FILL - 12	196.693	9.9375
BULK-FILL - 13	183.103	11.475
BULK-FILL - 14	130.681	9.6
BULK-FILL - 15	121.754	6.1375
BULK-FILL - 16	153.933	8.5375
BULK-FILL - 17	170.706	8.325
BULK-FILL - 18	148.984	7.8625
BULK-FILL - 19	202.938	9.3
BULK-FILL - 20	196.059	11.9
Mean	170.0714	9.23063
Standard Deviation	29.91733997	1.70418