



**UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**

TESIS

“RESISTENCIA A LA FRACTURA DE RESINAS FLUIDAS Y TIPO  
BULK EN COMPARACIÓN A LAS RESINAS CONVENCIONALES.  
ESTUDIO IN VITRO. LIMA – PERÚ. 2020”.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO  
DENTISTA

Presentado por:

**AUTOR:** COLLAO HUERTA, OSCAR PABLO CESAR

**ASESOR:** MG. C.D. ADRIANZEN ACURIO CÉSAR

**LIMA – PERÚ**

**2020**



## **Dedicatoria**

Este trabajo se lo dedico a mis padres y a mi familia que siempre estuvieron conmigo y me apoyaron incondicionalmente



## **Agradecimientos**

A mi asesor la **MG. C.D. Adrianzen Acurio César**, quien me oriento en dicha investigación y me brindó su apoyo y amistad.

**Asesor de Tesis:**

**MG. C.D. Adrianzen Acurio César**

### **Jurado:**

1. Presidente :  
Mg. CD. Robles Montesinos, Ada Olinda
  
2. Secretaria:  
Mg. CD. Araujo Farje, Jessica Jazmín
  
3. Vocal:  
Mg. CD. Gil Cueva, Silvia Liliana

### **ÍNDICE**

<b>1.</b>	<b>EL PROBLEMA.</b>	<b>12</b>
1.1.	Planteamiento del problema	13
1.2.	Formulación del problema	14
1.2.1.	Problema general	14
1.2.2.	Problemas específicos	14
1.3.	Objetivos de la investigación	15
1.3.1	Objetivo general	15
1.3.2	Objetivos específicos	15
1.4.	Justificación de la investigación	15
1.4.1	Teórica	15
1.4.2	Metodológica	16
1.4.3	Práctica	16
1.5.	Delimitación de la investigación	16
1.5.1	Temporal	16
1.5.2	Espacial	16
1.5.3	Recursos	16

<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>17</b>
2.1.	Antecedentes de la investigación	18
2.2.	Base teórica	22
2.3.	Formulación de la Hipótesis	40
2.3.1.	Hipótesis general	40
<b>3.</b>	<b>MÉTODOLOGIA</b>	<b>42</b>
3.1.	Método de investigación	43
3.2.	Enfoque investigativo	43
3.3.	Tipo de investigación	43
3.4.	Diseño de la investigación	43
3.5.	Población y muestra	43
3.6.	Variables y Operacionalización	45
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	45
3.7.1.	Técnica	45
3.7.2.	Descripción de instrumentos	46
3.7.3.	Validación	46
3.8.	Procesamiento de datos y análisis estadísticos	46
3.9.	Aspectos éticos	46
<b>4.</b>	<b>PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>47</b>
4.1.	Resultados	48
4.2.	Discusión	52
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>54</b>
5.1.	Conclusiones	55
5.2.	Recomendaciones	55

<b>6.</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>56</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>59</b>

	<b>Índice Tablas/Gráficos.</b>	<b>Pag.</b>
TABLA N° 1: Resistencia a la fractura de resinas convencional.		48
GRÁFICO N° 1: Resistencia a la fractura de resinas convencional.		48
TABLA N° 2: Resistencia a la fractura de resina fluida.		49
GRÁFICO N° 2: Resistencia a la fractura de resina fluida.		49
TABLA N° 3: Resistencia a la fractura de resina tipo bulk fill.		50
GRÁFICO N° 3: Resistencia a la fractura de resina tipo bulk fill.		50
TABLA N° 4: Resistencia a la fractura de resinas fluidas, tipo bulk y resinas convencionales.		51

### Resumen

**Introducción:** Hoy en día las restauraciones con resinas compuestas son parte del día a día en la atención odontológica, por ello, esta debe presentar no solo gran resultado estético sino también alta resistencia a la fractura frente a las cargas oclusales. **Objetivo:** Determinar la resistencia a la fractura de resinas fluidas y tipo bulk en comparación a las resinas convencionales. **Metodología:** Se emplearon 3 tipos de resinas, una resina convencional, una resina fluida y una resina tipo bulk fill a las cuales se le dieron forma cilíndrica con las dimensiones de 8 milímetros de altura y 4 milímetros de diámetro. La resina convencional y la resina fluida fueron formadas por incrementos de 2 mm y fotocurado a una intensidad de led de 800 nw por 10 segundos y el último incremento fotocurado por 40 segundos a 800 nw. Mientras que el cilindro hecho con resina tipo bulk fill fue realizada por incrementos de 4 mm y fotocurado a 800 nw por 15 segundos y el último incremento fotocurado por 45 segundos a 800 nw. El tamaño de la muestra se realizó por calculo muestral, siendo empleados 10 cilindros de resina de cada tipo, las cuales fueron sometidas a compresión

por la máquina de ensayos universal misma que generó una fuerza compresiva sobre los cilindros de resina con un avance de 1 mm/min de compresión hasta lograr la fractura de los cilindros de resina. Para el procesamiento de datos se empleó el programa spss con la prueba estadística Anova. **Resultados:** Se evidencio que la resistencia a la fractura de la resina convencional fue de  $149.879 \pm 18.609$  Megapascales, la resistencia de la resina fluida fue de  $122.994 \pm 26.906$  Megapascales y la resistencia a la fractura de la resina tipo bulk fill fue de  $122.994 \pm 26.906$  Megapascales. **Conclusión:** La resina fluida generó una mayor resistencia a la fractura que la resina convencional, y esta ultima una resistencia mayor a la resina tipo bulk fill.

**Palabras Clave:** resina bulk fill, resina fluida, resistencia compuesta convencional

### **Abstract**

**Introduction:** Nowadays composite resin restorations are part of the day-to-day dental care; therefore, it must present not only great aesthetic results but also high resistance to fracture against occlusal loads. **Objective:** To determine the resistance to fracture of fluid resins and bulk type in comparison to conventional resins. **Methodology:** 3 types of resins were used, a conventional resin, a fluid resin and a bulk fill type resin, which were given a cylindrical shape with the dimensions of 8 millimeters in height and 4 millimeters in diameter. The conventional resin and the flowable resin were formed in 2 mm increments and light cured at an LED intensity of 800 nw for 10 seconds and the last increment was light cured for 40 seconds at 800 nw. While the cylinder made with bulk fill resin was made in increments of 4 mm and cured at 800 nw for 15 seconds and the last increment was light cured for 45 seconds at 800 nw. The size of the sample was performed by sample calculation, using 10 resin cylinders of each type, which were subjected to compression by the same universal testing

machine that generated a compressive force on the resin cylinders with an advance of 1 mm. / min of compression until the resin cylinders are fractured. For data processing, the spss program was used with the Anova statistical test.

**Results:** It was evidenced that the resistance to fracture of the conventional resin was  $149,879 \pm 18,609$  Megapascals, the resistance of the fluid resin was  $122,994 \pm 26,906$  Megapascals and the resistance to fracture of the bulk fill resin was  $122,994 \pm 26,906$  Megapascals. **Conclusion:** The fluid resin generated a greater resistance to fracture than the conventional resin, and the latter a greater resistance than the bulk fill type resin.

**Keywords:** bulk fill resin, flowable resin, conventional composite strength

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

### **1.1. Planteamiento del Problema.**

Existen muchas y variadas razones por las cuales se puede perder tejido dentario, entre ellas se puede mencionar a los traumatismos dentales, el desgaste, abrasión, alteraciones del desarrollo dental y sobre todo la caries. Con la finalidad de suplir esta pérdida de tejido dentario, aparece la Odontología Restauradora. Esta área de la Odontología ha usado distintos materiales a través del tiempo pasando desde aleaciones metálicas hasta las resinas compuestas que actualmente son uno de los materiales más utilizados en la profesión (1).

Con el transcurso del tiempo, las resinas compuestas han evolucionado en la industria odontológica con el fin de encontrar soluciones para distintos tipos de problemas, como hallar una semejanza al color natural del diente o una buena resistencia del material. Para conseguir estas mejoras, los fabricantes han realizado modificaciones en la fase orgánica, inorgánica y en los sistemas fotoiniciadores que sirven para el proceso de polimerización del material (2).

El uso de los materiales adhesivos en los procedimientos restauradores ha tenido uno de los crecimientos más inmensurables de la Odontología actual,

siendo quizás una de las mayores revoluciones de los últimos tiempos en esta disciplina (3).

Uno de los principales problemas para el uso de resinas compuestas como restauraciones directas, ha sido, la baja resistencia a la fractura y las propiedades de estas una vez que están dentro de la boca y son funcionales (4).

A pesar de los avances en resinas compuestas no se consigue un material perfecto por lo cual el problema de las fracturas luego de su realización permanece. Los fracasos se deben a la presencia de fisuras profundas como consecuencia del depósito de aire que ingreso mientras se coloca el material (1).

La técnica incremental se ha utilizado para reducir las tensiones generadas por la contracción de polimerización y garantizar una adecuada penetración de la luz activadora. Esta técnica establece la inserción de incrementos de resina compuesta en un espesor máximo de 2 mm, los cuales deben ser fotoactivados individualmente (5).

En la actualidad, se ha creado una gran variedad de sistemas de resinas compuestas que se utilizan en un solo incremento denominadas monoincrementales de restauración o Bulk Fill los cuales han demostrado valores positivos para su uso clínico facilitando así el trabajo del odontólogo y la comodidad del paciente durante la atención dental, postulando que no tendrían los efectos adversos de contracción de polimerización, logrando una correcta adaptación a la preparación cavitaria y con un buen grado de polimerización (4).

El uso de las resinas tipo Bulk fill así como la técnica de restauración en bloque hasta 4mm son recientes por lo que existe muy poca evidencia científica en cuanto a las propiedades físico-mecánicas de éstos en comparación con las ya existentes en el mercado (2).

## **1.2 Formulación del Problema**

### **1.2.1.- Problema general**

¿Cuál será la resistencia a la fractura de resinas fluidas y tipo bulk en comparación a las resinas convencionales?

### **1.2.2.- Problemas específicos**

- ¿Cuál será la resistencia a la fractura de la resina fluida?
- ¿Cuál será la resistencia a la fractura de la resina tipo bulk?
- ¿Cuál será la resistencia a la fractura de la resina convencional?
- ¿Cuál será la diferencia entre la resistencia a la fractura de resinas fluidas y tipo bulk en comparación a las resinas convencionales?

## **1.3 Objetivo.**

### **1.3.1 General.**

- Determinar la resistencia a la fractura de resinas fluidas y tipo bulk en comparación a las resinas convencionales. Estudio in vitro. Lima – Perú. 2020

### **1.3.2 Específicos.**

- Determinar la resistencia a la fractura de resinas fluidas.
- Determinar la resistencia a la fractura de resinas tipo bulk
- Determinar la resistencia a la fractura de resinas convencionales
- Comparar la resistencia a la fractura de resinas fluidas, tipo bulk y resinas convencionales

## **1.4.- Justificación.**

Actualmente en el mercado existe diferentes tipos y marcas de resinas. Estas se emplean tanto para restauraciones en dientes anterior y posterior. Sin embargo, los dientes del sector posterior reciben grandes cargas masticatorias. Por lo cual, la resina empleada en este sector debe presentar buenas propiedades de resistencia. Un estudio sobre la resistencia a la fractura de estos materiales dentales sería beneficioso para la comunidad odontológica ya que, la restauración de dientes es un tratamiento que se realiza de manera habitual en la práctica de la clínica diaria. Este estudio traerá consigo un interés teórico, metodológico y práctico.

#### **1.4.1.- Teórica**

Debido a que la presente investigación dejará una base teórica que contribuirá a aumentar el conocimiento de las resinas convencionales, fluidas y de tipo bulk; y cuál de ellas es más resistente a las cargas compresivas generadas al realizar la masticación.

#### **1.4.2.- Metodológica**

La elaboración y aplicación de la variable resistencia fue mediante el método de compresión aplicado por la máquina de ensayos universales, la cual ha demostrado su efectividad y puede ser utilizado en otros trabajos de investigación siendo posible replicar su metodología.

#### **1.4.3.- Práctica**

Al conocer qué tipo de resina es la más resistente a la fractura, se podrían aprovechar en el sector posterior evitando así rupturas o desgastes de manera muy temprana

### **1.5.- Delimitación de la investigación**

#### **1.5.1.- Temporal**

El estudio se realizó completamente entre los meses de agosto y septiembre del año 2020

### **1.5.2.- Espacial**

El estudio se realizó en la ciudad de Lima, Perú, específicamente en el laboratorio HTL, laboratorio especializado en ensayos mecánicos de materiales

### **1.5.3.- Recursos**

Los recursos fueron cubiertos por el mismo investigador

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## **2.1.- Antecedentes de la investigación**

**Cilingir A. et. al. (2019)** realizaron una investigación en Edirne-Turquía, para determinar las propiedades de resistencia que presentan algunos composites dentales, entre ellos una resina convencional (Filtek Z550), una tipo bulk (Tetric N-Ceram Bulk Fill) y una resina fluida tipo bulk (Surefill SDR). Para determinar la resistencia a la fractura primero se empleó un molde cilíndrico y se fue agregando en ella resina hasta formar un cilindro de 3 milímetros de diámetros y 6 milímetros de altura, los cilindros fueron confeccionados agregando un primer incremento de 4 mm de altura siendo fotocurado por 15 segundos, seguido de un incremento de 2 mm siendo fotocurado por 30 segundos, este procedimiento se realizó para todos los tipos de resina. Los cilindros una vez confeccionados fueron compactados por una máquina de ensayos universales, siendo la fuerza de avance de 1 mm/min hasta lograr su fractura. Entre los resultados se encontraron que la resina convencional presentó una resistencia a la fractura de 223.8 Megapascales, mientras la resina tipo bulk una resistencia a la fractura de 122.74 Megapascales y la resina fluida tipo bulk una resistencia de 145.7 Megapascales. Concluyendo que la resina convencional presentó mayor resistencia a la fractura que las otras resinas (6).

**Nica I. et. al. (2018)** realizaron un estudio en Lași-Rumania, comparativo sobre la resistencia a la fractura de resinas convencionales (Filtek Z 250 y Filtek Z 350) y resinas de tipo bulk (Filtek Bulk Fill Posterior). Para medir la resistencia a la fractura primero tuvieron que elaborar cilindros de resina, estos fueron realizados de 6 milímetros de altura por 5 milímetros de diámetro. Los cilindros de resina para resinas convencionales fueron realizadas por incrementos de 1.5 milímetros siendo necesarios 4 capas, mientras que los cilindros de resina tipo bulk fueron realizados por incrementos de 3 milímetros siendo necesario solo 2 capas. El fotocurado fue realizado a una potencia de 440 – 480nm, 15 segundos por incremento y 45 segundos fotocurado final. La resistencia a la fractura fue realizada con una máquina de ensayos universales con un avance de 1 mm/min en donde se encontró que las resinas convencionales Filtek Z 250 generó una resistencia a la fractura de  $254.31 \pm 18.46$  Megapascales y Filtek Z 350 generó una resistencia a la fractura de  $267.67 \pm 19.49$  Megapascales, mientras que la resina tipo bulk generó una resistencia de  $234.17 \pm 8.03$  Megapascales. Se concluyó que la resina tipo bulk presentó una menor resistencia a la fractura que las resinas convencionales (7).

**López J. (2018)** realizó un estudio en Lima-Perú, para comprobar la resistencia de tres resinas, entre ellas una de tipo bulk (Filtek™ Bulk Fill, Filtek™ Z250XT y Filtek™ P60) indicadas para restauraciones posteriores. Para ello, elaboró estructuras cilíndricas de resina de 4 milímetros de diámetro por 8 milímetros de altura. La resina Bulk Fill se realizó con un incremento de 4 mm, la resina y Filtek™ P60 con un incremento de 2.5 mm y la resina Filtek™ Z250XT con un incremento de 2 mm. El fotocurado fue de 20 segundos por incremento con una intensidad de  $800 \text{ Mw/cm}^2$ . La medición de la resistencia a la fractura se realizó en una máquina de ensayos universales del laboratorio HTL la cual tuvo un avance de 1 mm/min. Los resultados mostraron que la resina Bulk Fill generó una resistencia de  $195.84 \pm 25.95$  Megapascales, la resina Filtek™ Z250XT una resistencia de  $289.39 \pm 31.74$  Megapascales y la resina Filtek™ P60 generó una resistencia de  $268.83 \pm 14.47$  Megapascales. Concluyó que la resina tipo bulk presentó menor resistencia a la fractura en comparación a las resinas convencionales (1).

**Sadananda V. et. al. (2017)** realizaron un estudio en Mangaluru-India, para comparar la resistencia a la fractura de resinas dentales, entre ellas dos de tipo bulk (Filtek™ Bulk-Fill Posterior Restorative material, 3MTM ESPETM, St. Paul, USA y Tetric N-Ceram Bulk-Fill, Ivoclar Vivadent, AG, Liechtenstein) y una resina de tipo fluida (Smart Dentin Replacement, SDRTM, Dentsply, Konstanz, Germany). Para determinar la resistencia de dichos materiales primero se construyó unos cilindros de resinas de 3 milímetros de diámetro por 6 milímetros de altura, una vez completos estos cilindros fueron colocados uno a uno sobre la máquina de ensayos universales, misma que aplicó una fuerza constante en una dirección (vertical) hasta lograr la fractura de dicho material, encontrándose como resultado que las resinas tipo bulk generaron una resistencia a la fractura de 318.49 Megapascales y 267.24 Megapascales, mientras que la resina fluida solo generó una resistencia a la fractura de 228.15 Megapascales. Concluyeron que las resinas de tipo bulk generan mayor resistencia a la fractura de fuerzas verticales (8).

**Randas R. et al. (2017)** realizaron un estudio en Calicut-India, para determinar la resistencia a la fractura de dos resinas compuestas convencionales (Filtek Z 250 y Filtek Z350 XT). Para ello primero tuvieron que conformar cilindros de resina que fueron realizados con ayuda de un molde cilíndrico en donde se colocaron incrementos de resina de 2 milímetros para luego ser fotocurado por 15 segundos hasta alcanzar una altura de 5 milímetros en donde se realizó un último fotocurado de 45 segundos, resultando las piezas con unas medidas de 5 milímetros de diámetro y 5 milímetros de altura. Una vez con las piezas conformadas se las llevó a la máquina de ensayos universales para determinar su resistencia a la fractura, esta tuvo un avance de 0.5 mm/min en dirección vertical. Los resultados evidenciaron que la resina Filtek Z 250 presentó una resistencia a la fractura de 255.29 Megapascales, mientras que la resina Filtek Z350 XT presento una resistencia de 256.16 Megapascales. Concluyeron que no hay diferencia entre la resistencia a la fracturas entre ambas resinas (9).

**Pradeep K. et. al. (2016)** realizaron un estudio en Manipal-India, para comparar la resistencia a la fractura de 3 tipos de resina, una resina fluida tipo bulk (Smart

dentin replacement, SDR), una resina tipo bulk (Filtek bulk fill) y una resina convencional (Filtek Z 250XT). Para este estudio se confeccionaron previamente 10 cilindros de resina de cada material de 4 mm de diámetro y 6 mm de altura. En la preparación para el cilindro de resina convencional se procedió a realizar incrementos de 1.5 mm y luego un fotocurado de 20 segundos con luz led a 550 mW/cm<sup>2</sup>. En los casos de la resina fluida tipo bulk y la resina convencional tipo bulk se generaron incrementos de 5 mm, más lo restante con un fotocurado de 20 segundos. Para medir la resistencia a la fractura se empleó una máquina de ensayos universales la cual aplicó un avance constante de 1 mm/min en dirección vertical misma que fracturó los cilindros de resina registrando la fuerza necesaria para su fractura. Los resultados obtenidos evidenciaron que la resina convencional generó una resistencia a la fractura de 55 Megapascales, mientras la resina tipo bulk una resistencia de 94 Megapascales y la resina fluida tipo bulk una resistencia de 100 Megapascales. Se concluyó que las resinas tipo bulk y fluida tipo bulk son mejores para resistir fuerzas verticales del sector posterior (10).

**Acurio P. et. al. (2015)** realizaron una investigación en Lima-Perú, para comparar la resistencia a la fractura una resina convencional (Filtek™ Z250 XT) versus una resina tipo bulk (Tetric® N-Ceram Bulk Fill). Para ello elaboraron cilindros de resina de 2 mm de diámetro y 4 mm de altura. Los cilindros de resina tipo bulk se realizaron con incrementos de 4 mm, mientras que los cilindros de resina convencional se realizaron con incrementos de 2 mm con un fotocurado de 20 segundos a una potencia de 550 Mw/cm<sup>2</sup>. Una vez con los cilindros confeccionados, estos fueron llevados para determinar su resistencia empleando una máquina de ensayos universales la cual aplicó una fuerza constante de 100KN a una velocidad de desplazamiento de 1 mm/min hasta conseguir la fractura del material. Los resultados mostraron que la resina bulk evidencia una resistencia a la fractura de  $310.06 \pm 35.84$  Megapascales, mientras que la resina convencional mostró una resistencia a la fractura de  $295.94 \pm 72.85$  Megapascales. Concluyeron que no hay diferencia entre la resistencia de una resina y la otra, a pesar que la resina tipo bulk mostró poseer una mayor resistencia (2).

**Sonwane SR, Hambire UV. (2015)** investigaron en Aurangabad-India, sobre la resistencia a la fractura de diversas resinas compuestas convencionales empleando para su investigación tres resinas (Tetric N Ceram, Charisma Smile y Filtek TM Z350XT), las cuales fueron moldeadas en forma cilíndrica de 5 milímetros de diámetro por 5 milímetros de altura. Los cilindros fueron realizados con incrementos de 1.5 mm y polimerizados con una intensidad no menor de 450 mW/cm<sup>2</sup>. Para la medición de la resistencia a la fractura se empleó una máquina de ensayos universales que empleó un avance de 3mm/min en dirección vertical. Luego de testear todos los cilindros de resina los resultados mostraron que la resistencia a la fractura de estas fueron de  $137.65 \pm 78.63$ ,  $176.45 \pm 50.59$  y  $166.35 \pm 24.35$  Megapascales. Concluyeron que no hay diferencia significativa entre las resinas convencionales en referencia a la resistencia a la fractura que estas poseen (11).

## **2.2. BASE TEÓRICA.**

La Odontología en los últimos años ha experimentado muchos cambios y avances tanto en sus procedimientos como en sus materiales, uno de ellos es la introducción de varios compuestos usados en la restauración dental, como las resinas dentales de fotocurado, las cuales en el tiempo han reemplazado a las amalgamas, que se utilizaban para restauraciones dentales en el pasado (12).

La Odontología Restauradora ha evolucionado gracias a la nanotecnología ya que su aplicación en los materiales de restauración permite mejorar el comportamiento clínico y sus propiedades físico-mecánicas en la cavidad bucal (13).

En el mercado odontológico del Perú, existe una amplia gama de resinas compuestas que nos ayudan a manejar las diferentes situaciones clínicas según la profundidad y complejidad de la cavidad por ser restaurada. Para esto, existen diferentes técnicas de restauración con resinas compuestas como es la incremental convencional, en la cual la resina compuesta es aplicada en capas de 2mm de espesor. Sin embargo, en la actualidad se ha desarrollado una nueva técnica de restauración en bloque denominado Bulk fill, en la cual la resina compuesta es aplicada en incrementos de hasta 4mm de espesor (1).

La resistencia a las diferentes fuerzas a las que puede ser sometido un material en la cavidad oral es un criterio importante que se debe tener en cuenta para evaluar la calidad del material que se piensa emplear en restauraciones dentales al igual que la adhesión, los cambios dimensionales y la estética. Desde el punto de vista de las características de los materiales restauradores, estos deben tener valores máximos de resistencia a la flexión, tensión, fractura y compresión para su buen funcionamiento en boca (4).

La gran perspectiva en el uso de resina compuesta en dientes posteriores, asociada al constante surgimiento de nuevos materiales con excelentes propiedades físicas, ha permitido que las resinas compuestas directas sean encaradas como materiales que proporcionan un tratamiento durable y conservador con buenas perspectivas a futuro (4).

## **RESINAS COMPUESTAS**

Las resinas compuestas son materiales sintéticos del color del diente que se las puede aplicar en la parte anterior y posterior de la cavidad oral; están formados por partículas de relleno inorgánico, y una matriz de resina orgánica que se mantienen unidas mediante un agente acoplador que es el silano que adhiere las partículas a la matriz (4,14).

Los composites o resinas son materiales sintéticos que están mezclados heterogéneamente y que forman un compuesto, de moléculas de elementos variados. Estos componentes pueden ser de dos tipos: los de cohesión y los de refuerzo. Los componentes de cohesión envuelven y unen mientras que los de refuerzo mantienen la rigidez y la posición de éstos. Debido a esto, la combinación de materiales le da al compuesto propiedades mecánicas superiores a las de las materias primas de sus predecesores (15,16).

Las resinas compuestas son el material utilizado con más frecuencia en el campo de la Odontología Conservadora, ya que sus propiedades como la resistencia al

desgaste, la fácil manipulación y la estética, han permitido preconizar su uso y aplicación (17).

Desde 1960, fecha en que se inició una mejora considerable en las propiedades mecánicas y físicas de las resinas, han surgido nuevos estudios, investigaciones y desarrollos tecnológicos que han incidido de manera favorable en la aparición de diversos tipos de resinas compuestas, siendo esta área fundamental en los estudios acerca de los materiales dentales, apreciándose una mejora continua en las características físicas, tanto estéticas como mecánicas, controlando elementos desfavorables como la contracción de la polimerización. En general, las resinas compuestas son una excelente opción para cubrir las exigencias actuales de los pacientes, especialmente en el sector posterior donde deben conservar las propiedades mecánicas y el control de la contracción ocasionada por la polimerización (13,18).

Estas resinas compuestas tienen como característica la capacidad de modificarse para lograr color, opacidad y translucidez, de tal manera que se asimilen lo más posible al color dental natural, convirtiéndose en el material con más cualidades estéticas de restauración directa. En los primeros años, este material solo era indicado para los tratamientos estéticos restaurativos, especialmente del área anterior, luego y como consecuencia de los avances tecnológicos aplicados a los materiales dentales, se extendió la aplicación al sector posterior. Entre los avances más característicos de las resinas se puede mencionar mejoras en las propiedades mecánicas, físicas y estéticas (13).

## **HISTORIA DE LAS RESINAS COMPUESTAS**

La historia de las resinas compuestas tuvo sus inicios durante la primera mitad del siglo XX. En ese momento, los únicos materiales que poseían el mismo color del diente y que podían ser utilizados como material de restauración estética eran los silicatos. Estos cementos silicatos se adquirían haciendo reaccionar ácido fosfórico con partículas de vidrio. Muy aparte de mostrar una alta estética, también exhibía algunos defectos como la alta solubilidad en el medio bucal y un alto grado de irritación pulpar. Estos problemas llevaron al desarrollo de los

sistemas acrílicos sin relleno, un copolímero basado en el polimetacrilato de metilo. Por otro lado, poseían un alto grado de contracción a la polimerización y coeficientes de variación dimensional térmica diez veces mayor que el de las estructuras dentarias, dando como consecuencia filtraciones marginales y percolación. Las resinas acrílicas tenían baja resistencia mecánica, inestabilidad de color y mayor generación de calor al polimerizar. A finales de los años 40, las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) sustituyeron a los silicatos. Estas resinas poseían un color parecido al de los dientes, eran insolubles en los fluidos orales, buena manipulación y de bajo costo. Lamentablemente, estas resinas acrílicas presentan poca resistencia al desgaste y contracción de polimerización muy alta con la consecuente filtración marginal (19).

El comienzo de las resinas modernas se dio en 1962 cuando el Dr. Ray. L. Bowen manejó un nuevo tipo de resina compuesta. La principal invención fue la matriz de resina de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o conexión que vendría a ser el silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno. Desde ese momento, las resinas compuestas han pasado por numerosos avances (19,20).

## **COMPOSICION QUÍMICA DE LAS RESINAS**

Las resinas compuestas están formadas por; una matriz orgánica de resina y un relleno de partículas inorgánicas. Cada componente aporta una serie de ventajas, y la unión de los dos da como resultado un material diferente, con un comportamiento mejor (14,21).

- **Matriz resinosa**

Elemento que forma una fase continua que es la encargada de endurecer el material, además, contiene y mantiene unidas a las partículas de relleno. Está constituida por diferentes tipos de monómeros, los que endurecen por una reacción de polimerización de poliadición de tipo radicalica, producto de la cual se genera una disminución volumétrica del material o una contracción por polimerización. Dada la química del

material y de la reacción de polimerización que ocurre, mientras menor sea el peso molecular de los monómeros constituyentes, mayor será el porcentaje de contracción volumétrica que se produzca (22).

La matriz orgánica consta de un monómero bifuncional, que puede ser el BIS-GMA y el DMU (dimetacrilato de uretano). Los monómeros bifuncionales al ser demasiado viscosos a temperatura ambiente dificultan su manipulación y para compensar esto se añade TEGDMA (Trietilenglicol dimetacrilato), el cual también es un monómero bifuncional pero de mucha menor viscosidad, lo cual ayuda a obtener un material más maleable y manejable clínicamente (21).

- **Partículas de relleno**

Son las que proporcionan estabilidad dimensional a la matriz resinosa y mejoran sustancialmente sus propiedades. La adición de estas partículas a la matriz reduce la contracción de polimerización, la torsión acuosa y el coeficiente de expansión térmica, proporcionando un aumento de la resistencia a la tracción, compresión, abrasión y aumentando el módulo de elasticidad. Las partículas de relleno más utilizadas son las de cuarzo o vidrio de bario y son obtenidas de diferentes tamaños a través de diferentes procesos de fabricación (pulverización, trituración, molido) para obtener partículas de un tamaño que oscilan entre los 0,1 y 100um (15)

La matriz resinosa y las partículas de relleno no son compatibles entre sí, por lo cual para lograr su adecuado enlace se utiliza vinil silano, el que permitirá la unión entre el componente orgánico e inorgánico y la conservación de las propiedades de la resina (21).

- **Agente acoplador**

El vinil-silano fue uno de los primeros agentes de acople utilizados, pero al ser muy poco reactivo se lo reemplazó por el gamma-

metacriloxipropiltrimetoxi- silano (MPS), que proporciona una unión más resistente e hidrolíticamente más estable, transformando las partículas así tratadas en hidrófugas, las cuales forman uniones covalentes con la resina durante el proceso de polimerización ofreciendo una adecuada interfase resina/partícula de relleno (20).

Además, se ha adicionado un fotoiniciador como la Canforoquinona que permite la aplicación en el diente con un margen de tiempo para poder darle adaptación y forma a la restauración, para posteriormente aplicar luz para su polimerización final. Por la razón expresada anteriormente es que la industria dental ha desarrollado múltiples esfuerzos en mejorar y realizar innovaciones en el material principalmente en sus propiedades con relación a la resistencia al desgaste, manipulación y pulido, sumado a la optimización en las técnicas adhesivas que acompañan el proceso de restauración, reflejándose clínicamente en la menor tasa de causa de fracaso como la microfiltración y caries secundaria (20).

- **Iniciadores**

Para que las resinas puedan endurecer se necesita de una reacción de polimerización. Dicho evento ocurre mediante una reacción química en la cual los monómeros se transformaran a polímeros. Para que esta reacción química ocurra debe tener un agente iniciador, el cual será activado a través de medios químicos o físicos (el calor y la luz) siendo la luz el más utilizado (21).

El iniciador o fotoiniciador más utilizado es la canforoquinona, cuyo pico de absorción máxima está en los 468 nm. Aunque se empiezan a utilizar otros como el PPD (1-fenil1.2-propanodiona) para sustituir a la canforoquinona en la realización de restauraciones estéticas, debido a que la canforoquinona puede dejar tono amarillento a las resinas (3,5).

Las resinas, sean estas autocuradas, termocuradas o fotocuradas, usan sustancias que permiten la reacción de polimerización que al momento de

la reacción química rompen el enlace de doble ligadura del monómero para transformarlo a polímero son denominados iniciadores (4)

## **VENTAJAS DE LAS RESINAS**

En la actualidad las resinas compuestas son el material de restauración más usadas en el mundo y se han desarrollado múltiples tipos. El sistema de activación fue cambiado de una activación química a una activación física, la que se obtiene mediante calor (sistemas indirectos de termocurado) o mediante luz visible (sistemas directos e indirectos de fotocurado), donde el operador domina el tiempo de trabajo, de acuerdo a su voluntad dependiendo de la situación clínica. Las principales ventajas de las resinas compuestas son (19):

- Mayor firmeza de color.
- Destacadas propiedades estéticas.
- Gran resistencia a la fractura y desgaste.
- Gran fuerza de adhesión a las estructuras dentarias.
- Radiopacidad.
- Fácil manejo clínico, acabado y pulido

## **DESVENTAJAS DE LAS RESINAS**

Si bien las resinas compuestas presentan diversas ventajas, estas también presentan numerosas desventajas (23):

- Contracción por polimerización. A pesar de las mejoras en las formulaciones de resina compuesta a través de los años, los sistemas modernos todavía están basados en variaciones de la molécula bis-GMA, la cual ha estado en existencia por más de 30 años. Uno de los mayores inconvenientes de este material es la de contracción por polimerización que ocurre durante la fotopolimerización.
- Deformación plástica. Al polimerizar las moléculas de las resinas compuestas éstas entran en movimiento produciendo deformación

plástica, la misma que es mayor en los estadios tempranos de polimerización

- Polimerización rápida. La contracción es rápida y con mucha fuerza produciéndose poca liberación de stress lo que significa que el estrés es alto y se producirá microfracturas en la interfase diente restauración.
- Polimerización lenta. Presenta una gran liberación del estrés debido a que hay un tiempo mayor para la liberación a través de la deformación plástica, evitándose producir microfiltraciones en la interfase diente restauración.
- Factor de configuración cavitario (factor c). Proporción entre superficies adhesivas y superficies libre de una cavidad. Esto quiere decir que a mayor número de paredes por adherir mayor será la contracción de polimerización porque tienen menos cantidad de superficies libres. Mientras más aumente el factor C mayor estrés va a producir la resina al adhesivo.
- Técnica sándwich. Esta técnica consiste en la aplicación de varias capas de otros compuestos antes de la aplicación de la resina compuesta, las cuales pueden ser bases protectoras de ionomero de vidrio, bondi y resinas fluidas, las mismas que disminuyen la fuerza de contracción de las resinas puesto que la cantidad de resina aplicada será menor.

## **CONTRAINDICACIONES DE LAS RESINAS**

Las contraindicaciones más importantes para las resinas compuestas en posteriores están basadas en consideraciones individuales de los dientes (14):

- Cuando ambas superficies mesial y distal han sido previamente restauradas sea con una resina compuesta o amalgama y se sospecha de fractura, esa no es la mejor indicación para la resina compuesta en la región posterior.

- Cuando áreas grandes del margen se encuentra sobre dentina y cemento o cuando las restauraciones coladas descansan sobre adhesivos dentinarios, entonces es más predecible una restauración indirecta que grandes zonas de adhesivos dentinarios en los márgenes.
- Para pacientes excesivamente susceptibles a la caries, o con trastornos salivales, o pacientes sometidos a terapia para el cáncer o radioterapia, puede ser preferible emplear amalgama o ionómero de vidrio.
- La resina compuesta no ha mostrado liberar niveles terapéuticos de flúor y las resinas compuestas actuales no tienen la capacidad de actuar como almacenamiento de flúor o poder ser recargadas a menos que sea ionómero de vidrio.
- Si existe biopelícula por debajo de una restauración de resina compuesta, esto puede dar lugar a caries recurrente.
- La clave aquí está en las resinas compuestas que adquieren una tonalidad marrón en realidad se encuentra degradándose como si las bacterias estuvieran consumiendo la resina, esto es más común en el margen gingival.

## CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS

### SEGÚN EL TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE RELLENO:

- **Macroparticulada:** La dimensión de su partícula de relleno va desde 15 a 100 micrometros. Debido a que la dimensión de su partícula es mayor, presenta un menor brillo haciéndolo susceptible a producir pigmentaciones. Este composite fue muy empleado, pero por sus características inferiores ha ido en desuso. El cuarzo que formaba parte de su relleno posee una buena estética y perdurabilidad, pero no es radiopaco y sobre todo provoca desgaste en el antagonista. Otro tipo de relleno de esta resina era el vidrio de estroncio o bario porque tiene buena radiopacidad pero son inestables en relación con el cuarzo (4,23).

- **Microparticulada:** Debido a sus bajas características mecánicas y físicas además de su gran absorción de agua, coeficiente alto de expansión térmica y módulo de elasticidad baja no son indicados para usarse en la sección posterior. Sin embargo, en el sector anterior se comportan diferente debido a que la presión y las ondas masticatorias son menores lo que permite obtener un brillo y pulido excepcional de gran estética. Poseen relleno de sílice coloidal con una dimensión promedio de partícula de 0,04 micrómetros (4,23).
- **Híbrida:** Denominadas así por presentar combinaciones de macropartícula que va desde 0,6 a 5 micrometros y de micropartículas de 0,04 micrometros. Están fortificadas con una fase inorgánica de vidrios los cuales son de distinto compuestos y dimensiones. Este material es el de mayor uso actualmente en la práctica odontológica (4,23).
- **Nanohíbrida:** Denominada así ya que en su relleno se ha integrado partículas inorgánicas que van desde 0.04 micrometros (microparticulas) y partículas hasta de 2 micrometros aumentando de esta forma sus características físicas (4,23).
- **Nanorelleno:** De reciente aparición, son usadas tanto en la región anterior, así como en la posterior. La dimensión de su partícula es de 20 a 75 micrometros, dando mayor translucidez y pulido gracias al empleo de la nanotecnología. Son parecidos a los composites de microrrelleno, ya que mantienen sus atributos físicos y resistencia al desgaste (4,23).

## SEGÚN SU DENSIDAD

- **De baja viscosidad o fluidas:** Composites cuyo valor de relleno inorgánico fue reducido, y aumentado a su matriz resinosa sustancias diluyentes para así volverla más fluida, dando ventajas tales como: más humectación al diente, penetración en las irregularidades gracias a su fluidez, menor posibilidad de burbujas gracias a que su grosor es mínimo,

mayor elasticidad dando un recubrimiento flexible lo que ayuda la absorción de la contracción durante la polimerización, afianzando de esta forma la continuidad en el área adhesiva y evitando su expulsión (4,23).

- **De alta viscosidad:** Son aquellos composites con mayor cantidad de relleno, por lo tanto, su densidad es mayor. Posibilitan con una banda matriz un área de contacto más exacto que aquellos materiales que son más fluidos. Su gran firmeza permite ser utilizados hasta con ayuda de un condensador. Las desventajas de este compuesto son la difícil adaptación entre capas de resina, un manejo complicado y la poca estética en las regiones anteriores. Esta viscosidad diferente a las resinas híbridas convencionales se consiguió por el desarrollo de un compuesto PRIMM (Polymeric Rigid Inorganic Matrix Material), constituido por una resina Bis-GMA ó UDMA y gran cantidad de partículas variables de cerámica (Alúmina y Bióxido de Silicio) y reduciendo la cantidad de matriz de resina proporcionando viscosidad y creando esta particular propiedad (4,23).

## **TIPOS DE RESINAS**

El campo de la ciencia de materiales ha logrado avances destacados con relación a los materiales de relleno que se utilizan en los procedimientos directos, lo que brinda soluciones a la mayoría de las dificultades que los dentistas enfrentan todos los días. Es bien sabido, dentro de la comunidad científica y odontológica, que realizar una restauración en bloque aumenta el estrés en el diente y puede disminuir la fuerza de adhesión. Sin embargo, gracias a las capacidades de los materiales con los que cuentan los fabricantes en la actualidad, es posible crear materiales y productos que ofrezcan un menor estrés de contracción de polimerización en comparación con las resinas colocadas con la técnica incremental (15).

- **RESINAS COMPUESTAS CONVENCIONALES**

Las resinas compuestas de alta densidad son resinas con un alto porcentaje de relleno. Este tipo de resinas han sido llamadas

erróneamente condensables. Sin embargo, ellas no se condensan ya que no disminuyen su volumen al compactarlas, sencillamente ofrecen una alta viscosidad (14).

Las resinas compuestas son uno de los materiales dentales restaurativos de mayor uso en la actualidad, tienen buenas propiedades físicas y pueden ser utilizadas en preparaciones de cavidades conservadoras. Estos materiales son aplicados con la técnica incremental la cual se caracteriza por la construcción progresiva de la restauración, agregando pequeños incrementos menores a 2mm de grosor de material, los cuales se van fotoactivando de manera consecutiva, con el fin de disminuir la magnitud del efecto de la contracción de polimerización y con ello atenuar la tensión residual entre diente y restauración, reduciendo así la posibilidad de microfiltración marginal. Sin embargo, esta técnica presenta una serie de desventajas, tales como un mayor tiempo de trabajo operatorio, incorporación de vacíos o burbujas, la falta de unión o posibilidad de contaminación entre los incrementos y la dificultad de acceso tanto en preparaciones muy conservadoras como en sectores posteriores de la cavidad bucal (24).

- **RESINAS FLUIDAS (Flow)**

La resina fluida o flow se define como un composite, que posee una baja viscosidad como principal característica. Esta propiedad le ha dado la capacidad de inyectarse en una preparación cavitaria a través de agujas pequeñas, lo que la hace ideal para aplicarse en preparaciones de difícil acceso para las resinas híbridas convencionales. Cabe recalcar que este tipo de resinas son consideradas resinas compuestas que poseen del 37 al 53% de carga de relleno reducida (25).

Las resinas fluidas, al ser consideradas resinas compuestas de baja viscosidad (menor cantidad de relleno inorgánico), poseen en su composición una matriz orgánica con monómeros como el Bis-GMA o el UDMA además de partículas de relleno inorgánico que le proporciona a la

resina propiedades mecánicas, como resistencia al desgaste o mejor manejo, debido a las partículas de silicio. Finalmente, el agente acoplador, el silano, permite la unión entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica de resina (25,26).

La matriz orgánica está compuesta de monómeros que, debido al proceso de polimerización, se unen para formar polímeros y crear una red tridimensional la cual va a estar llena de rellenos para mejorar sus propiedades físico-mecánicas. Cabe resaltar que estos materiales poseen diversos componentes que mejoran la calidad del producto como pigmentos, inhibidores, estabilizantes e iniciadores de polimerización. Generalmente los materiales de relleno están compuestos por partículas de vidrio, cuarzo o partículas de relleno fundido (25).

- **RESINAS TIPO BULK**

La resina Bulk Fill es una resina de restauración visible y fotoactivada que ha sido optimizada para crear restauraciones posteriores más sencillas y rápidas. Este material de relleno en bloque proporciona una excelente fuerza y un desgaste bajo. Los tonos son semitraslúcidos y se polimerizan con un estrés mínimo, lo cual proporciona una profundidad de polimerización de 4 mm. Con un excelente pulido, la resina para posteriores Bulk Fill también es ideal para restauraciones anteriores que requieren de un tono semitraslúcido (15).

La evolución de los materiales dentales ha conllevado a la creación de diversos tipos de resinas con diferentes características, y es así como aparecen los sistemas de bulk fill, que rompe con los métodos tradicionales de aplicación de este material, ya que su aplicación no es en capas delgadas, sino en bloques de hasta 4 milímetros provocando con esto una mayor rapidez de aplicación, acortando el tiempo de trabajo clínico (20,24).

Estas características de las Resinas Bulk Fill se deben a su menor porcentaje de partículas de carga y al aumento de su tamaño (20µm)

cuando son comparadas con las resinas compuestas convencionales micro híbridas y nano híbridas, sumado a la incorporación de nuevos monómeros con menor contracción. De esta forma las Resinas Bulk Fill tienen la propiedad de ser más translúcidas mejorando la penetración de la luz en el proceso de fotopolimerización debido al menor índice de refracción de las partículas de cargas (20,24).

## **PROPIEDADES DE LAS RESINAS**

- **Resistencia al desgaste**

Involucra la capacidad particular de las resinas compuestas de resistir la pérdida superficial, la cual se origina como consecuencia del roce con la estructura dental, los alimentos o factores como cepillos dentales o interdetales. Aunque estos eventos no causan efectos negativos de manera inmediata, si pueden llevar a la pérdida gradual de la anatomía de las restauraciones minimizando el tiempo de vida útil de éstas. El grado de resistencia que presenta la resina es dependiente de la forma, tamaño y el contenido de las partículas de relleno, así como de la ubicación de la restauración en la arcada dental y el nivel de contacto oclusal. Por tanto, si el porcentaje de relleno es mayor, menor será el tamaño y la dureza de las partículas como la abrasividad (1,13,20).

- **Textura superficial**

Es la uniformidad presente en el material empleado para la restauración y que nos indica que en las resinas compuestas existe una relación estrecha entre la superficie lisa, el tipo, cantidad y tamaño de las partículas de relleno, así como con la técnica idónea aplicada para el acabado y el pulido. Así se puede determinar que una resina rugosa facilita el acúmulo de placa bacteriana lo que ocasionaría irritación de manera mecánica en las zonas próximas a los tejidos gingivales además de que es posible obtener menor energía superficial durante la etapa de pulido de las restauraciones, lo que minimizaría la adhesión de placa

bacteriana, eliminando la capa inhibida, prolongando de esta manera la vida útil de la resina compuesta. Las resinas compuestas de nanorelleno otorgan un excelente brillo superficial (13).

- **Coefficiente de expansión térmica**

Es la velocidad de cambio dimensional por unidad de cambio de temperatura. Cuanto más se aproxime el coeficiente de expansión térmica de la resina al coeficiente de expansión térmica de los tejidos dentarios, habrá menos probabilidades de formación de brechas marginales entre el diente y la restauración al cambiar la temperatura. Un bajo coeficiente de expansión térmica está asociado a una mejor adaptación marginal y viceversa. Las resinas compuestas tienen un coeficiente de expansión térmica unas tres veces mayor que la estructura dental, lo cual es significativo, ya que, las restauraciones pueden estar sometidas a temperaturas que van desde los 0° C hasta los 60° C. (13,14).

- **Absorción acuosa**

Esta propiedad también conocida como expansión higroscópica se encuentra estrechamente relacionada con la cantidad de agua adsorbida por la superficie y por la masa de una resina y la expansión que se encuentra relacionada con dichos fenómenos en un tiempo determinado. Se puede causar solubilidad de la matriz de la resina al incorporarle agua, afectando de manera negativa las propiedades de la misma, lo cual es conocido como degradación hidrolítica. Al ser la absorción una propiedad de la fase orgánica, será menor a mayor porcentaje de relleno (1,13)

- **Resistencia a la fractura**

Referido a la resistencia máxima que resiste antes de una fractura. En el caso de las resinas compuestas, estas presentan diversos niveles de resistencia, dependiendo de la cantidad de relleno y de su viscosidad ya que aquellas de elevada viscosidad tienen mayor resistencia a la fractura,

por cuanto absorben y distribuyen de manera efectiva el impacto de las fuerzas de masticación (13,20)

- **Módulo de elasticidad**

Esta propiedad indica el grado de dureza o rigidez de los materiales; un módulo de elasticidad con valores elevados es más rígido que uno que tiene un módulo de elasticidad mínimo, que es más flexible. Para efectos de las resinas compuestas, esta propiedad se relaciona con el nivel porcentual de partículas de relleno y su tamaño. Un módulo de elasticidad elevado es resultante de un mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno (13,20).

- **Contracción por polimerización**

Esta propiedad representa uno de los mayores conflictos que presentan los materiales de restauración. En el proceso previo a la polimerización las moléculas de la matriz de las resinas compuestas o monómeras aparecen separadas a una distancia promedio de 4 nm, siendo esta la distancia de unión secundaria, luego al polimerizar se establecen uniones covalentes entre sí acortándose la distancia a 1,5 nm, que señala la distancia de unión covalente. Este reordenamiento espacial de los monómeros o polímeros que produce el proceso de polimerización ocasiona la reducción del volumen del material (1,13,27).

- **Estabilidad de color**

Las resinas compuestas sufren alteraciones de color debido a manchas superficiales y decoloración interna. Las manchas superficiales están relacionadas con la penetración de colorantes provenientes principalmente de alimentos y cigarrillo que pigmentan la resina. La decoloración interna ocurre como resultado de un proceso de foto oxidación de algunos componentes de las resinas como las aminas terciarias. Es importante destacar que las resinas fotopolimerizables son

mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas (1,14,17,19).

- **Radiopacidad**

La radiopacidad del material restaurador propicia mayor distinción entre este y tejidos dentarios posiblemente afectados por recidiva cariosa así como también permite la evaluación del contorno de la restauración, el análisis de excesos o la falta de material y su adaptación marginal en restauraciones clase II. Esto se debe a la inclusión de elementos radiopacos de gran número atómico, como partículas inorgánicas tales como bario, zirconia, estroncio, zinc, iterbio y lantano (1,14,19).

## **FOTOPOLIMERIZACIÓN**

Es un proceso químico por el que los reactivos, monómeros (compuestos de bajo peso molecular) se agrupan químicamente entre sí, dando lugar a una molécula de gran peso, llamada polímero (4,7).

La forma de efectuar restauraciones tanto en dientes anteriores como posteriores, ha evolucionado muy marcadamente en la Odontología con la utilización de materiales dentales restauradores activados por luz (12).

La cantidad de luz como agente iniciador de la conversión puede variar por muchos factores: la fuente de luz, la composición del producto, sus partículas de relleno, su coloración y el tiempo de exposición (4,10).

Es de suma importancia obtener una adecuada conversión del monómero, ya que esto presenta una gran influencia en la mayoría de las propiedades físicas de la restauración, como puede ser: en la resistencia al desgaste, la resistencia compresiva y traccional, la estabilidad dimensional, la absorción de agua, la estabilidad de color y la biocompatibilidad (15).

La importancia de la luz para que exista una adecuada fotoactivación, va a requerir de una intensidad que puede ser variable y de la cual, su acción dependerá del tiempo de exposición para poder hacer que los fotones lleguen a todas las zonas del material de resina, buscando principalmente, que esta luz aporte suficientes fotones en una longitud de onda adecuada para generar una reacción química que provea a la resina de una buena polimerización. En la mayoría de los materiales fotopolimerizables, esto va a ocurrir cuando los radicales libres reaccionen con las moléculas insaturadas del componente resinoso (4).

## **LA MASTICACIÓN**

La masticación es una de las funciones esenciales del sistema estomatognático. Ésta corresponde al acto de morder, triturar y masticar el alimento; siendo considerada un proceso fisiológico complejo, que envuelve actividades neuromusculares dependientes del desarrollo del complejo craneofacial, del sistema nervioso central y de la oclusión dentaria (28).

Durante la masticación los dientes están sometidos principalmente a tres tipos básicos de deformación (15):

- Deformación por fuerza compresiva: cuando el objeto está sometido a una fuerza que trata de acortarlo
- Deformación por fuerza tensional: cuando el objeto está sometido a una fuerza que trata de aumentar su longitud.
- Deformación por fuerza de corte: cuando el objeto está sometido a dos fuerzas paralelas que tratan de doblar una porción del objeto sobre sí mismo.

La gran mayoría de fuerzas masticatorias son compresivas, por lo que es importante evaluar los materiales bajo tensiones de compresión. Esta prueba también puede ser empleada para evaluar materiales frágiles, de forma semejante a la tracción diametral. Esta prueba mecánica consiste en aplicar una fuerza de compresión a una probeta para aproximar sus extremos (14).

## **FUERZAS COMPRESIVAS**

Cuando dos fuerzas de igual dirección (actuando sobre una misma recta) y de sentido contrario tienden a disminuir la longitud del cuerpo (aplastarlo o comprimirlo) produciendo una deformación compresiva que al estudiar la tensión máxima que puede llegar a inducir, se habla de resistencia compresiva (13,15).

Para estandarizar el estudio de la resistencia compresiva, el cuerpo de prueba debe ser cilíndrico y su altura, el doble de su diámetro. Esto se debe a que cuando se somete un cuerpo a la compresión, su ruptura es consecuencia de una serie de tensiones muy complejas, que se generan en el seno del cuerpo (15).

### **FACTORES QUE COMPROMETEN LA FUERZA DE COMPRESIÓN**

Hay diversos factores que pueden influir en la fuerza de compresión del proceso masticatorio, entre estos se puede mencionar la fuerza de los músculos que intervienen en la masticación, las condiciones de la dentición, las condiciones de la articulación temporomandibular, el umbral de dolor del individuo, incluso algunas investigaciones relacionan la morfología facial braquicéfala con el incremento en la fuerza de masticación, en comparación con los dolicocefalos o mesocéfalos (13).

Se ha comprobado que la fuerza de la compresión masticatoria se encuentra relacionada al tipo de alimentos consumidos, determinando el incremento de la fuerza con el consumo de alimentos ricos en fibra y de mayor dureza. Igualmente, esta fuerza disminuye con el incremento de la edad de los individuos, aunque algunos estudios específicos han determinado que, en este caso, el descenso de la fuerza se relaciona más con la ausencia de piezas dentarias que con factores degenerativos propios de la edad. En los casos de rehabilitación protésica removible, esta pieza nunca logra igualar a la fuerza de la función masticatoria natural (13).

## **RESISTENCIA A LA FRACTURA**

Esta propiedad mecánica se entiende como la capacidad que presenta un material para resistir la aplicación de fuerzas sobre su estructura sin romperse. Su análisis conlleva una relevancia teórica y clínica, pues esta propiedad tiene una participación muy especial en el proceso de masticación, ya que la mayoría de fuerzas que participan en dicho proceso son de tipo compresivo. La resistencia a la compresión resulta importante para contrastar aquellos materiales que son frágiles y que pueden fracturarse frente a estas fuerzas masticatorias y que, debido a ello, no se deben utilizar en aquellas situaciones en las que prima como requisito que el material tenga buenas propiedades mecánicas (1).

## **CONSIDERACIONES CLINICAS**

El conocimiento de la resistencia mecánica de los materiales utilizados para la confección de restauraciones posteriores es esencial para el éxito del tratamiento, ya que durante el acto masticatorio y/o parafunciones, las fuerzas que son transmitidas sobre las restauraciones pueden producir fracturas de la misma o hasta del propio diente. Algunos trabajos clínicos buscan evaluar el comportamiento de las resinas compuestas a largo plazo, mas, la condición bucal de cada paciente imposibilita la estandarización del comportamiento de cada material, siendo, difícil predecir la durabilidad de las resinas (14).

### **2.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

#### **2.3.1. Hipótesis general**

H<sub>i</sub>: La resistencia a la fractura de las resinas convencionales y fluidas es menor a la resistencia a la fractura de la resina tipo bulk

### **CAPÍTULO III: METODOLOGIA**

### **3.1. Método de la investigación**

El presente estudio fue de tipo inductivo, pues a través de ella se busca plantear que tipo de resina presenta mayor resistencia a la fractura

### **3.2. Enfoque de la investigación**

Fue de tipo cuantitativo

### **3.3. Tipo de investigación**

El presente estudio fue de tipo aplicada

### **3.4. Diseño de la investigación**

El presente estudio fue de tipo experimental, transversal, prospectivo y analítico

### 3.5. Población y muestra

- Población: Cilindros de resinas fluidas, tipo bulk y convencionales
- Muestra: La muestra fue no probabilística, siendo resultado del siguiente calculo muestral:

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 S^2}{(X_1 - X_2)^2}$$

Donde

n= Elementos necesarios en cada una de las muestras

Z $\alpha$ = Nivel de confianza 95% (1.96)

Z $\beta$ = poder estadístico 90% (1.25)

d = Diferencia de medias

S= Desviación estándar

$$n = \frac{2(1.96 + 1.25)^2 (0.5)^2}{d^2}$$

$$n = \frac{2(3.21)^2 (0.5)^2}{(176.45 - 175.73)^2}$$

$$n = \frac{2(10.3041)(0.25)}{(0.72)^2}$$

$$n = \frac{5.15205}{0.5184}$$

$$n = 9.94 = 10$$

Por lo tanto, se requirió una muestra mínima de 10 cilindros de resinas fluidas, 10 de tipo bulk y 10 cilindros de resinas convencionales

- **Criterios de inclusión**

- Cilindros de 8 mm de altura por 4 mm de diámetro confeccionados con resinas
- Cilindros de resina confeccionadas con resinas convencionales, fluidas o de tipo Bulk
- **Criterios de exclusión**
- Cilindros de resina que presenten defectos (grietas o fracturas) en su estructura.

### 3.6. Variables y operacionalización

**CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

VARIABLE	TIPO	INDICADOR	ESCALA	VALORES
Resistencia a la fractura	Cuantitativa numérica	Resistencia del material hasta el punto de fractura	De Razón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 – 1000 MPa</li> </ul>
Resinas dentales	Categórica, cualitativa	Material para obturaciones de cavidades dentales	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convencionales</li> <li>• Fluidas</li> <li>• Bulk</li> </ul>

### 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. **Técnica:** La técnica que se empleó para recolectar los datos fue la técnica experimental *in vitro*.

Para esto se elaboraron estructuras cilíndricas de resina de 8 mm de largo por 4 mm de diámetro empleando un molde en el cual se fueron agregando incrementos de 2 mm de resina en los casos de resina compuesta y resina fluida. Por cada incremento, se realizó un fotocurado de 10 segundos siendo el último incremento fotocurado por 40 segundos, todo esto a una potencia de fotocurado de 800 nw. Mientras que en las resinas tipo bulk se agregaron incrementos de 4 mm. Por cada incremento, se realizó un fotocurado de 15 segundos siendo el último incremento fotocurado por 45 segundos, todo esto a una potencia de fotocurado de 800 nw.

La elaboración de los cilindros de resina se realizaron en un laboratorio dental el cual dio fe que el procedimiento se realizó en dicho lugar (**ANEXO 1**), mientras que la medición de la resistencia a la fractura se realizó en un laboratorio especializado en ensayos mecánicos de materiales, Laboratorio HTL. El procedimiento una vez obtenidos los cilindros de las diferentes resinas consistió en colocar los cilindros resina, uno a la vez, en la máquina, la cual ejerció una presión constante sobre dicho cilindro a una velocidad de avance de 1mm/ min y se detuvo al momento de generar la fractura del material, esta información fue capturada por el sensor de la máquina que se encuentra conectada a una pc del laboratorio, siendo registrado todos los datos en un programa computarizado y posteriormente otorgado al investigador (**ANEXO 2**).

3.7.2. **Descripción de instrumentos:** El instrumento empleado fue una ficha de recolección de datos, en la cual se anotaron los valores en Megapascales de la resistencia a la fractura de las distintas resinas empleadas

3.7.3. **Validación:** El instrumento no preciso de validación pues solo sirvieron para registrar los datos que se obtuvieron de la máquina de ensayos universales.

### **3.8. Procesamiento de datos y análisis estadísticos**

Para el procesamiento de la base de datos se empleó una PC (procesador intel core i7, memoria RAM 16gb con capacidad de disco de 2 TB) con sistema operativo Windows XP, en el cual se utilizó el programa estadístico SPSS versión 22, identificándose inicialmente que los datos obtenidos provienen de una distribución normal por lo cual se empleó la prueba Anova para comparar las medias de cada tipo de resina. Así mismo, se empleó el programa Excel para la elaboración de gráficos.

### **3.9. Aspectos éticos**

- Certificado del centro donde se realizó el estudio

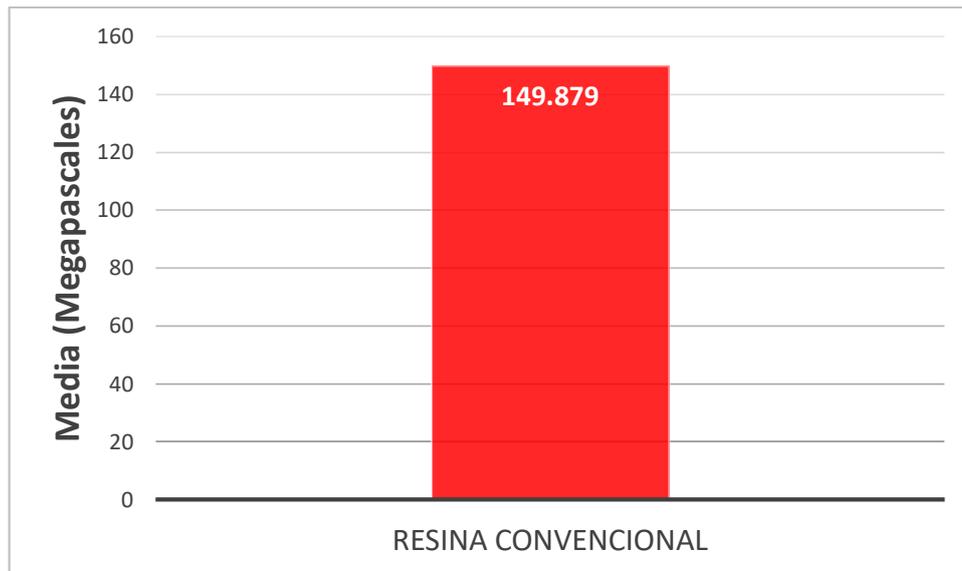
## **CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### 4.1. Resultados

**TABLA Y GRÁFICO N° 1:** Resistencia a la fractura de resinas convencional

Resistencia a la fractura	N	Media	Desviación estándar
Resina Convencional	10	149.879	18.609

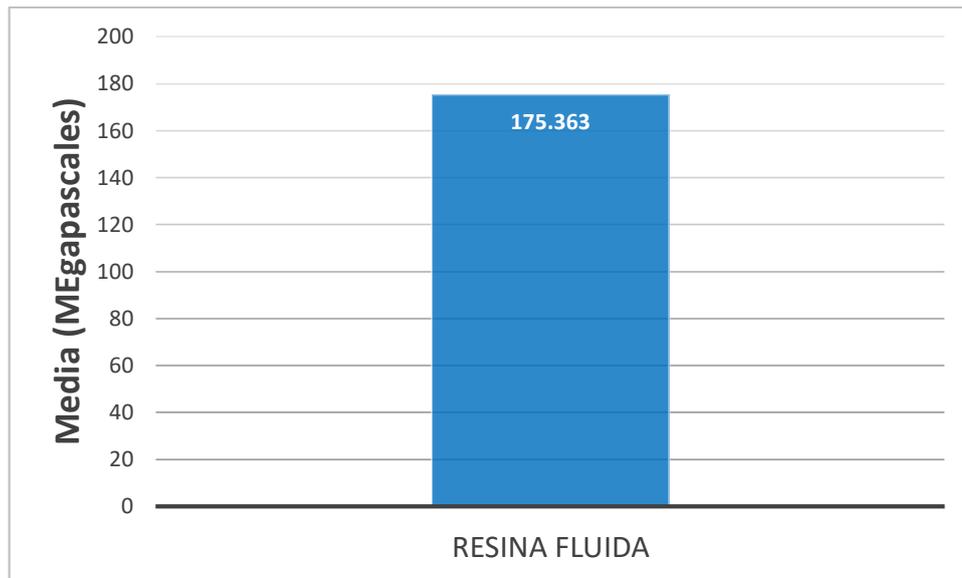
En la tabla N°1 se evidencia que la resistencia a la fractura de la resina convencional fue de  $149.879 \pm 18.609$  Megapascales.



**TABLA Y GRÁFICO N° 2:** Resistencia a la fractura de resina fluida

Resistencia a la fractura	N	Media	Desviación estándar
Resina fluida	10	175.363	27.544

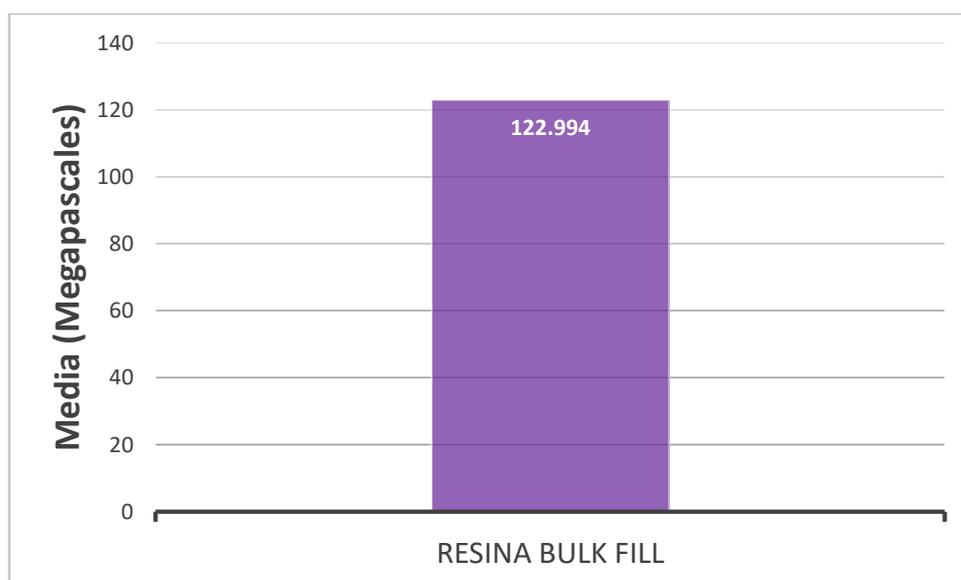
En la tabla N°2 se evidencia que la resistencia a la fractura de la resina fluida fue de  $175.363 \pm 27.544$  Megapascals.



**TABLA Y GRÁFICO N° 3:** Resistencia a la fractura de resina tipo bulk fill

Resistencia a la fractura	N	Media	Desviación estándar
Resina Bulk fill	10	122.994	26.906

En la tabla N°3 se evidencia que la resistencia a la fractura de la resina tipo bulk fill fue de  $122.994 \pm 26.906$  Megapascales.

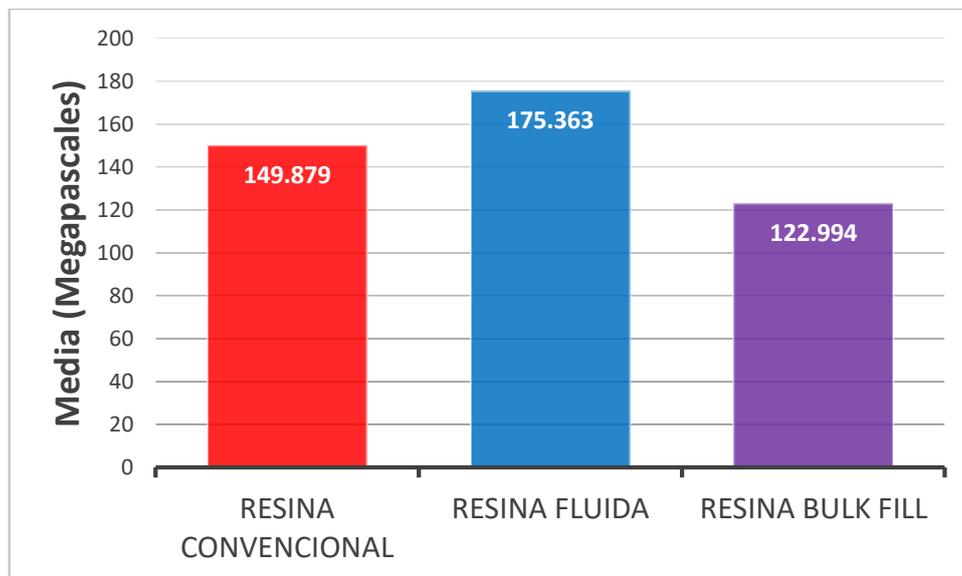


**TABLA Y GRÁFICO N° 4:** Resistencia a la fractura de resinas fluidas, tipo bulk y resinas convencionales

Resistencia a la fractura	N	Media	Desviación estándar	P*
Resina Convencional	10	149.879	18.609	0.000
Resina Fluida	10	175.363	27.544	
Resina Bulk Fill	10	122.994	26.906	

Anova de un factor:  $p=0.000 < 0.05$ . Por lo tanto existe diferencia estadísticamente significativa entre la resistencia a la fractura de las resinas estudiadas

En la tabla N°4 se evidencia que la resistencia a la fractura de la resina fluida fue mayor que la resistencia a la fractura de las resinas convencionales y de tipo bulk fill.



#### 4.2. Discusión

En este estudio se determinó que la resistencia a la fractura de la resina convencional, Z250 de la marca 3M ESPE, fue de  $149.879 \pm 18.609$  Megapascals. Lo cual coincide con los datos encontrados por **Sonwane SR, Hambire UV. (2015)**, quienes mencionaron en su investigación que las resinas compuestas convencionales (Tetric N Ceram, Charisma Smile y Filtek TM Z350XT) presentaron una resistencia a la fractura de  $137.65 \pm 78.63$ ,  $176.45 \pm 50.59$  y  $166.35 \pm 24.35$ . Por otro lado, estos resultados se oponen a los mencionados por **Randas R. et al. (2017)**, quienes mencionan que las resinas convencionales compuestas Z250 y Z350XT presentan una resistencia a la fractura de 255.29 Megapascals y 256.16 Megapascals sucesivamente, encontrándose estas diferencias muy posiblemente porque la velocidad de avance de la máquina de ensayos que emplearon **Randas R. et al. (2017)** tuvo

una velocidad de avance de 0.5mm/min, mientras que la empleada en esta investigación fue de 1mm/min.

Así también, esta investigación se encontró que la resistencia a la fractura de la resina fluida, Z350 xT de la marca 3M ESPE, fue de  $175.363 \pm 27.544$  Megapascales. Datos que difieren de lo hallado por **Sadananda V. et. al. (2017)**, quienes encontraron en su investigación que la resistencia a la fractura de las resinas fluidas fue de 228.15 Megapascales. Posiblemente encontrándose estas discrepancias debido a que **Sadananda V. et. al. (2017)** confeccionó los cilindros de resina de 3 milímetros de diámetro y 6 milímetros de altura, mientras que en esta investigación se confeccionaron cilindros de resina de 4 milímetros de diámetro y 8 milímetros de altura.

Por otro lado, en estudio se encontró que la resistencia a la fractura de la resina tipo bulk fill de la marca 3M ESPE, fue de  $122.994 \pm 26.906$  Megapascales. Resultado que coincide con lo hallado por **Cilingir A. et. al. (2019)**, quienes mencionan en su investigación que las resinas tipo bulk presentan una resistencia a la fractura de 122.74 MPa. Por lo contrario, los resultados encontrados por **Acurio P. et. al. (2015)**, Mencionan que la resistencia a la fractura de resinas tipo bulk fill fue de  $310.06 \pm 35.84$  Megapascales, no asemejándose a los encontrados en esta investigación, esto posiblemente porque **Acurio P. et. al. (2015)**, emplearon cilindros de resina de 2 milímetros de diámetro y 4 milímetros de altura, mientras que en esta investigación se usaron cilindros de resina de 4 milímetros de diámetro y 8 milímetros de altura.

En este estudio también se comparó la resistencia a la fractura de los tres tipos de resina donde se encontró que la resina fluida generó una mayor resistencia ( $175.363 \pm 27.544$  Megapascales), seguido por la resina de tipo convencional ( $149.879 \pm 18.609$  MPa) y por último la resina de tipo bulk fill ( $122.994 \pm 26.906$  Megapascales). Lo que coincide con los resultados encontrados en la investigación de **Nica I. et. al. (2018)**, quien menciona que las resinas compuestas convencionales ( $254.31 \pm 18.46$  y  $267.67 \pm 19.49$  Megapascales) presentaron una mayor resistencia a la fractura que las resinas tipo bulk ( $234.17 \pm 8.03$  Megapascales). Coincidiendo además con los resultados mencionados

por **López J. (2018)**, quien menciona que las resinas convencionales ( $289.39 \pm 31.74$  y  $268.83 \pm 14.47$  Megapascals) presentaron mayor resistencia a la fractura que las resinas tipo bulk fill ( $195.84 \pm 25.95$  Megapascals). Así también, coincidiendo estos resultados con los encontrados en la investigación de **Pradeep K. et. al. (2016)**, quien menciona que la resina fluida (100 Megapascals) generó una mayor resistencia que la resina tipo bulk fill (94 Megapascals)

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- La resistencia a la fractura de la resina convencional fue de  $149.879 \pm 18.609$  Megapascales.
- La resistencia a la fractura de la resina fluida fue de  $175.363 \pm 27.544$  Megapascales.
- La resistencia a la fractura de la resina tipo bulk fill fue de  $122.994 \pm 26.906$  Megapascales.
- La resistencia a la fractura de la resina fluida fue mayor que la resistencia a la fractura de las resinas convencionales y de tipo bulk fill.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios de comparación de resistencia a la fractura y módulo de flexibilidad de las resinas compuestas y de tipo bulk fill.
- Se recomienda realizar estudios sobre la resistencia a la fractura de acrílicos de termocurado rápido y lento empleados para la confección de prótesis
- Se recomienda realizar estudios de módulo de flexión de las resinas compuestas según tipo de partículas en ellas

## REFERENCIAS

1. López J. Resistencia compresiva de tres resinas compuestas indicadas para restauración posterior, in vitro, lima-2018. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal; 2018.
2. Acurio P, Falcon G, Casas L, Montoya P. Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. *Odontología Vital*. 2015; 27(2): 69-77
3. Duran G, Tisi J, Urzua I. Alternativas clínicas para el uso de composites Bulk-Fill compactables y fluidos: Reporte de un caso paso a paso. *ODOVTOS-Int. J. Dental Sc.* 2019; 10(3): 45-56.
4. Velez T. Resistencia de la resina convencional (nanohíbrida) y resina Bulk-Fill a la fractura con técnicas incremental y monoincremental. Estudio

- comparativo in-vitro. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2016.
5. Gutierrez A, Pomacóndor P. Comparación de la profundidad de polimerización de resinas compuestas bulk fill obtenida con dos unidades de fotoactivación LED: polywave versus monowave. *Odontol. Sanmarquina*. 2020; 23(2): 131-138
  6. Cilingir A, Ozsoy A, Mert M, Behram O, Dikmen B, Ozcan M. Mechanical properties of bulk-fill versus nanohybrid composites: effect of layer thickness and application protocols. *Braz Dent Sci*. 2019; 22(2):234-242.
  7. Nica I, Iovan G, Stoleriu S, Ghiorgue C, Pancu G, Comaneci R, Andrian S. Comparative Study Regarding the Compressive Strength of Different Composite Resins Used for Direct Restorations. *Materiale plastice*. 2018; 55(3):447-453.
  8. Sadananda V, Bhat G, Mithra H. Comparative evaluation of flexural and compressive strengths of bulk-fill composites. *International Journal of Advanced Scientific and Technical Research*. 2017; 7(1):122-131
  9. Randas R, Jayasree S, Ramesh K, Prashant B, Rajeesh M, Abdu S. Comparative Evaluation of Compressive And Flexural Strength of Newer Nanocomposite Materials with Conventional Hybrid Composites-An Invitro Study. *IOSR-JDMS*. 2017; 16(12):65-69.
  10. Pradeep K, Ginjaipalli K, Kuttappa M, Kudva A, Butula R. In vitro Comparison of Compressive Strength of Bulk-fill Composites and Nanohybrid Composite. *World Journal of Dentistry*, July-September. 2016; 7(3):119-122
  11. Sonwane SR, Hambire UV. Comparison of Flexural & Compressive Strengths of Nano Hybrid Composites. *IJETA*. 2015; 2(2):47-52.
  12. Peñafiel M, Quisiguiña S, Alban C, Robalino H. Comparación de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas híbrida, nanohíbrida y bulk fill. *Recimundo*. 2019; 3(3):585-595.
  13. Once D. Resistencia a la fuerza de compresión: resina nanohíbrida y nanoparticulada. Estudio in vitro. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2017.
  14. Hernan M. Determinar la resistencia a la compresión vertical en cuatro resinas de nanotecnología de dos casas comerciales en técnica combinada entre resina fluida y convencional a través de la técnica incremental en

- restauraciones clase II ocluso-distal. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2016
15. Garcia J. Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de las resinas compuestas filtek p60® y filtek™ bulk fill® para restauracion de piezas posteriores, 2017. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Ica: Universidad Alas Peruanas; 2017.
  16. Sezin M, Lutri M, Mirotti G, Kraemer M, Monserrat N, Piconi M, Caballero A, Crohare L. Resistencia a la flexión y módulo elástico de resinas de alta, mediana y baja densidad. Rev Fac Odont. 2018; 28(3):14-21.
  17. Arcos L, Montaña V, Del Carmen A. Estabilidad en cuanto a color y peso, de resinas compuestas tipo flow tras contacto con bebidas gaseosas: estudio in vitro. Revista Odontología Vital. 2017; 17(1):59-64.
  18. Chalacam R, Garrido P. Análisis comparativo del grado de pigmentación de tres resinas nanohíbridas: Estudio in Vitro. Revista Odontología. 2016; 18(1):62-72.
  19. Leyba L. Análisis de la dureza superficial de las resinas compuestas en relación al tamaño de las partículas de relleno. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2019.
  20. Urzua M. Evaluación clínica inmediata de resinas compuestas bulk-fill en lesiones próximo-oclusales mediante criterio USPHS. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Santiago de Chile: Universidad Andrés Bello; 2017.
  21. Manriquez C, Tranamil F. Estudio comparativo in vitro del espesor y homogeneidad de la capa de cementación en carillas indirectas, realizado con una resina fluida y un cemento de resina fotodependiente. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Santiago de Chile: Universidad Andrés Bello; 2017.
  22. Vasquez B, Arroyo K. Eficacia de sellado marginal entre resinas compuestas nanohíbridas de obturación masiva y estratificada en restauraciones de dientes premolares in vitro. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Cajamarca: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo; 2017.
  23. Zambrano Y. Revisión de Materiales e Indicaciones clínicas de las Resinas. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2015.

24. Figueredo M. Dureza superficial y profunda de sistemas de resinas bulkfill. [Tesis para optar el título de Especialista en Operatoria Dental Estética]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2017.
25. Mier D. Presentación de un caso clínico: diseño de sonrisa en base de carillas de resina flow con guía de silicona translúcida. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Quito: Universidad de las Américas; 2019.
26. Cosio H, Abanto M, Lazo L. In vitro study of adhesion strength to dentin of two fluid resins for restoration. *Ciencia y desarrollo*. 2016; 19(2):13-18.
27. Naranjo R, Lince J, Vivas J, Ruiz D, Ortiz P. Diferencia en la dureza de resinas utilizadas convencionalmente al polimerizarse con diferentes tipos de luz. *Rev. CES Odont*. 2017; 30(1): 3-16.
28. Paz M, Marquardt K, Olate S. Caracterización de la función masticatoria en estudiantes universitarios. *Int. J. Odontostomat*. 2017;11(4):495-499

# ANEXOS

## ANEXO N° 1

**LABORATORIO DONDE SE ELABORARON LOS CILINDROS DE RESNAS  
DENTALES**

**Certificado de Cumplimiento**

**Laboratorio Dental SANDENT**

Se expide el siguiente certificado al bachiller en odontología Collao Huerta, Oscar Pablo César a quien se le brindo todas las facilidades para acceder al laboratorio dental SANDENT con el fin de realizar la ejecución de su tesis titulada "RESISTENCIA A LA FRACTURA DE RESINAS FLUIDAS Y TIPO BULK EN COMPARACIÓN A LAS RESINAS CONVENCIONALES. ESTUDIO IN VITRO. LIMA - PERÚ. 2020"

El laboratorio solo brindó el ambiente, mientras que todos los materiales e instrumentos fueron llevados por el bachiller para su ejecución, siendo realizado todo el procedimiento por su propia persona.

Por ende, el laboratorio dental SANDENT da fe que todo el procedimiento fue realizado por el Bachiller en odontología Collao Huerta, Oscar Pablo César cumpliendo todos los protocolos de seguridad.

Lima 12 de setiembre del 2020

Atentamente



Gerente del Laboratorio dental :Jesús huaraca Fernández

**ANEXO N° 2**

**DATOS RECOLECTADOS SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
DE RESINAS**

INFORME DE ENSAYO N°		IE-060-2020	EDICION N° 2	Página 2 de 3	
<b>6. RESULTADOS GENERADOS</b>					
<b>Grupo 1</b>			<b>Resina Convencional (3M) Z250</b>		
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.00	8.00	12.57	1402.63	111.62
2	4.00	8.00	12.57	1887.49	150.20
3	4.02	8.01	12.69	1780.53	140.28
4	4.01	8.01	12.63	2142.01	169.61
5	4.02	8.00	12.69	1810.11	142.61
6	4.01	8.02	12.63	1914.56	151.60
7	4.01	8.01	12.63	2296.15	181.81
8	4.00	8.01	12.57	1988.11	158.21
9	4.00	8.01	12.57	1854.84	147.60
10	4.01	8.00	12.63	1834.44	145.25
<b>Grupo 2</b>			<b>Resina Fluida (3M)</b>		
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
11	4.00	8.00	12.57	1752.40	139.45
12	4.02	8.00	12.69	2496.76	196.71
13	4.00	8.01	12.57	2721.13	216.54
14	4.00	8.02	12.57	1975.83	157.23
15	4.02	8.02	12.69	1870.92	147.40
16	4.00	8.01	12.57	1908.80	151.90
17	4.00	8.00	12.57	2269.26	180.58
18	4.01	8.00	12.63	2559.59	202.67
19	4.00	8.03	12.57	2535.53	201.77
20	4.01	8.01	12.63	2012.82	159.38

INFORME DE ENSAYO N°		IE-060-2020		EDICION N° 2		Página 3 de 3	
Grupo 3		Resina Tipo Bulk (3M)					
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)		
1	4.00	8.00	12.57	1746.63	138.99		
2	4.01	8.00	12.63	2322.07	183.86		
3	4.00	8.01	12.57	1721.57	137.00		
4	4.01	8.00	12.63	1575.28	124.73		
5	4.00	8.01	12.57	1187.50	94.50		
6	4.00	8.02	12.57	1358.61	108.11		
7	4.02	8.01	12.69	1511.82	119.11		
8	4.01	8.00	12.63	1368.53	108.36		
9	4.00	8.00	12.57	1574.15	125.27		
10	4.00	8.03	12.57	1131.13	90.01		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad de ensayo 1 mm/min</li> </ul>							
7. CONDICIONES AMBIENTALES		TEMPERATURA : 20.6 °C HUMEDAD RELATIVA : 72 %					
8. VALIDEZ DE INFORME		VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME					
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN		 <p>HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE</p>					
ING. MECANICO							
LABORATORIO HTL CERTIFICATE							

**FOTOS**



**Materiales e instrumentos empleados para la elaboración de los cilindros de resina**



**Resinas empleadas en el estudio**



**Incrementos de 2 milímetros en la plantilla confeccionadora de cilindros**



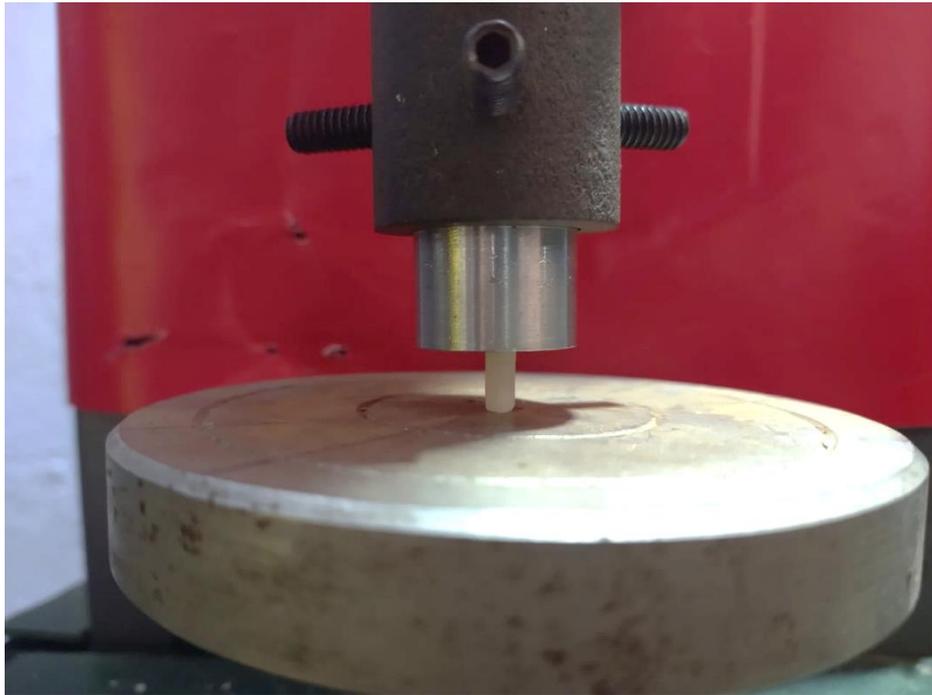
**Cilindros de resina de 4 milímetros de diámetro por 8 milímetros de longitud**



**Diámetro de los cilindros de resina (4 milímetros)**



**Longitud de los cilindros de resina (8 milímetros)**



**Máquina de ensayos universales aplicando fuerzas compresivas**

## Matriz de consistencia para Informe Final de Tesis

**Título:** “RESISTENCIA A LA FRACTURA DE RESINAS FLUIDAS Y TIPO BULK EN COMPARACIÓN A LAS RESINAS CONVENCIONALES. ESTUDIO IN VITRO. LIMA – PERÚ. 2020”.

PROBLEMA	OBJETIVOS: (Objetivo General)	METODOLOGÍA	HIPOTESIS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
¿Cuál será la resistencia a la fractura de resinas fluidas y tipo bulk en comparación a las resinas convencionales?	Determinar la resistencia a la fractura de resinas fluidas y tipo bulk en comparación a las resinas convencionales. Estudio in vitro. Lima – Perú. 2020	El presente estudio fue de tipo experimental, transversal, prospectivo y analítico	Hi: La resistencia a la fractura de las resinas convencionales y fluidas es menor a la resistencia a la fractura de la resina tipo bulk		
Problemas secundarios	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Población y Muestra:</b>			
1. ¿Cuál será la resistencia a la fractura de la resina fluida?	1. Determinar la resistencia a la fractura de resinas fluidas.	Población: Cilindros de resinas fluidas,		1. La resistencia a la fractura de la resina convencional fue de	1. La resistencia a la fractura de la resina convencional fue de

		tipo bulk y convencionales		149.879 ± 18.609 Megapascales.	149.879 ± 18.609 Megapascales.
2. ¿Cuál será la resistencia a la fractura de la resina tipo bulk?	2. Determinar la resistencia a la fractura de resinas tipo bulk	Muestra: 10 cilindros de resinas fluidas, 10 de tipo bulk y 10 cilindros de resinas convencionales		2. La resistencia a la fractura de la resina fluida fue de 175.363 ± 27.544 Megapascales.	2. La resistencia a la fractura de la resina fluida fue de 175.363 ± 27.544 Megapascales.
3. ¿Cuál será la resistencia a la fractura de la resina convencional?	3. Determinar la resistencia a la fractura de resinas convencionales			3. La resistencia a la fractura de la resina tipo bulk fill fue de 122.994 ± 26.906 Megapascales.	3. La resistencia a la fractura de la resina tipo bulk fill fue de 122.994 ± 26.906 Megapascales.
4. ¿Cuál será la diferencia entre la resistencia a la fractura de resinas fluidas y tipo bulk	4. Comparar la resistencia a la fractura de resinas fluidas, tipo bulk y resinas convencionales			4. La resistencia a la fractura de la resina fluida fue mayor que la resistencia a la fractura de las resinas	4. La resistencia a la fractura de la resina fluida fue mayor que la resistencia a la fractura de las resinas

en comparación a  
las resinas  
convencionales?

convencionales y de  
tipo bulk fill.

convencionales y de  
tipo bulk fill.