



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**“RESISTENCIA DE LAS RESINAS HÍBRIDA, NANOHÍBRIDA Y  
BULK FILL A LA FUERZA DE COMPRESIÓN”**

**Proyecto de investigación para optar el título de Odontóloga**

**Autora:** María Victoria Peñafiel Rodríguez

**Tutora:** Esp. Sandra Marcela Quisigüiña Guevara

**Riobamba-Ecuador**

**2019**

## PÁGINA DE REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de sustentación del proyecto de investigación de título: “RESISTENCIA DE LAS RESINAS HÍBRIDA, NANOHÍBRIDA Y BULK FILL A LA FUERZA DE COMPRESIÓN” presentado por María Victoria Peñafiel Rodríguez y dirigido por la Esp. Sandra Marcela Quisigüiña Guevara, una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación, escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Salud de la UNACH; para constancia de lo expuesto firman:

A los 02 días ..... del mes de agosto ..... del año 2019

Dra. Gabriela Benítez Pérez

**Presidente del Tribunal**

  
.....  
Firma

Dra. Xavier Salazar Martínez

**Miembro del Tribunal**

  
.....  
Firma

Dr. Carlos Albán Hurtado

**Miembro del Tribunal**

  
.....  
Firma

## **CERTIFICADO DEL TUTOR**

Yo, Esp. Sandra Marcela Quisigüiña Guevara, tutora del proyecto de investigación de título: **“RESISTENCIA DE LAS RESINAS HÍBRIDA, NANOHÍBRIDA Y BULK FILL A LA FUERZA DE COMPRESIÓN”** realizado por la Srta. María Victoria Peñafiel Rodríguez, CERTIFICO que, ha sido planificado y ejecutado bajo mi dirección y supervisión, por tanto, al haber cumplido con los requisitos establecidos por la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Nacional de Chimborazo, autorizo su presentación, sustentación y defensa del resultado investigativo ante el tribunal designado para tal efecto.

Riobamba.....<sup>31</sup> de <sup>Julio</sup>..... del 2019



.....

Esp. Sandra Marcela Quisigüiña Guevara

**DOCENTE TUTORA**

## **AUTORÍA**

Yo, María Victoria Peñafiel Rodríguez, portadora de la cédula de ciudadanía número 0604050914, por medio del presente documento declaro que el contenido de este proyecto de investigación es de mi autoría, por lo que eximo expresamente a la Universidad Nacional de Chimborazo y a sus representantes jurídicos de posibles acciones legales por el contenido de la misma. Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo para que realice la digitalización y difusión pública de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

  
.....  
María Victoria Peñafiel Rodríguez

**AUTORA**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Chimborazo por abrirme sus puertas años atrás, brindándome conocimientos necesarios e importantes en el campo académico y personal. Agradezco infinitamente a la Dra. Sandra Marcela Quisigüña Guevara por su dedicación y apoyo para la realización de este trabajo de investigación, y a todos los profesores que me han acompañado en el transcurso de esta etapa universitaria y han guiado este arduo proceso de formación profesional.

María Victoria Peñafiel Rodríguez

## **DEDICATORIA**

A Dios por su amor y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad, a mis padres Patricia Rodríguez y Fernando Peñafiel quienes me han brindado su amor y apoyo incondicional en todo momento y han sido la motivación necesaria para seguir adelante día tras día. A mis tíos Elsitita y Hernán por ser mis segundos padres y cuidarme desde niña. A Haddita por su cariño infinito. A Felipe por su amor, paciencia y alegría de todos los días. A mis amigos y compañeros en especial a Susy, Estefy y Mishell por estar junto a mí en los momentos felices y tristes. A Gudiz y Tomás por haber hecho mi vida más bonita.

María Victoria Peñafiel Rodríguez

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA DE REVISIÓN DEL TRIBUNAL .....	ii
CERTIFICADO DEL TUTOR.....	iii
AUTORÍA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA .....	2
3. JUSTIFICACIÓN .....	4
4. OBJETIVOS .....	5
4.1. Objetivo General.....	5
4.2. Objetivos Específicos .....	5
5. MARCO TEÓRICO .....	6
5.1. Antecedentes.....	6
5.2. Resinas.....	7
5.2.1. Historia .....	7
5.2.2. Definición .....	7
5.2.3. Composición química.....	7
5.2.3.1. Matriz orgánica.....	8
5.2.3.2. Partículas inorgánicas .....	8
5.2.3.3. Agentes de unión .....	8
5.2.3.4. Iniciadores .....	9
5.3. Clasificación de las resinas.....	10
5.3.1. Según el tamaño de las partículas de relleno .....	10

5.3.1.1. Macropartículada.....	10
5.3.1.2. Micropartículada.....	10
5.3.1.3. Híbrida.....	11
5.3.1.4. Microhíbrida.....	11
5.3.1.5. Nanorelleno.....	11
5.3.1.6. Nanohíbrida.....	11
5.3.2. Según su viscosidad.....	12
5.3.2.1. Baja viscosidad.....	12
5.3.2.2. Alta viscosidad.....	12
5.4. Fotopolimerización de las resinas.....	12
5.4.1. Tipos de luz.....	12
5.4.1.1. Halógena de cuarzo.....	12
5.4.1.2. Luz LED.....	12
5.4.1.3. Plasma ARC.....	12
5.4.1.4. Láser.....	12
5.4.2. Intensidad.....	13
5.4.3. Densidad.....	13
5.5. Propiedades de las resinas.....	13
5.5.1. Biocompatibilidad.....	13
5.5.2. Sorción acuosa y solubilidad.....	13
5.5.3. Estabilidad cromática.....	13
5.5.4. Resistencia al desgaste.....	14
5.5.5. Textura superficial.....	14
5.5.6. Rigidez.....	14
5.5.7. Coeficiente de expansión térmica.....	14
5.5.8. Resistencia a la fractura.....	14
5.5.9. Dureza.....	15

5.5.10. Conductividad térmica.....	15
5.5.11. Módulo de elasticidad.....	15
5.5.12. Resistencia a la compresión y a la tracción .....	15
5.5.13. Contracción de polimerización.....	16
5.5.14. Radiopacidad .....	16
5.6. Resinas utilizadas en el estudio .....	16
5.4.1. Filtek Z250 3M ESPE .....	16
5.4.1.1. Información general.....	16
5.4.2.2. Indicaciones .....	16
5.4.2. Filtek Z350 XT 3M ESPE .....	16
5.4.2.1. Información general.....	16
5.4.2.2. Indicaciones .....	17
5.4.3. Filtek Bulk Fill .....	17
5.4.3.1. Información general.....	17
5.4.3.2. Indicaciones .....	17
5.7. Tipos de tensión o fuerzas .....	17
5.7.1. Fuerzas traccionales.....	17
5.7.2. Fuerzas compresivas.....	17
5.7.3. Fuerzas de flexión.....	18
5.7.4. Fuerzas de cizallamiento .....	18
5.8. Fuerza de compresión.....	18
5.9. Ensayo de compresión .....	18
5.10. Máquina universal para pruebas de resistencia de compresión .....	18
6. METODOLOGÍA.....	19
6.1. Tipo de investigación .....	19
6.2. Diseño de investigación.....	19
6.3. Población .....	19

6.4. Criterios de selección.....	19
6.5. Entorno .....	19
6.6. Intervenciones.....	20
6.7. Recursos .....	23
6.7.1 Bienes .....	23
6.7.2 Servicios .....	24
6.7.3 Humanos.....	24
6.8. Técnicas e instrumentos .....	24
6.9. Cuestiones Éticas.....	24
6.10. Operacionalización de las variables .....	25
6.10.1. Variable Independiente: Resinas compuestas.....	25
6.10.2. Variable Dependiente: Resistencia a la fuerza de compresión.....	25
7. RESULTADOS .....	26
7.1. Contratación de hipótesis .....	41
8. DISCUSIÓN.....	43
9. CONCLUSIONES.....	45
10. RECOMENDACIONES .....	46
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47
12. ANEXOS.....	52
12.1. Encuesta aplicada a los estudiantes de Clínica Integral .....	52
12.2. Recepción de muestras .....	54
12.3. Pruebas de laboratorio y resultados .....	56
12.4. Certificado del Laboratorio de Resistencia de materiales del Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero .....	59

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía Nro. 1.	Preparación de materiales para elaborar las probetas.....	20
Fotografía Nro. 2.	Calibración de lámpara de fotocurado .....	20
Fotografía Nro. 3.	Elaboración de probetas .....	21
Fotografía Nro. 4.	Obtención de las probetas .....	21
Fotografía Nro. 5.	Máquina de ensayos universal Polímeros Metrotest. Modelo: MTE 50. Serie: 8210M002 .....	22
Fotografía Nro. 6.	Ensayo de probetas.....	22
Fotografía Nro. 7.	Probeta fracturada después del ensayo.....	23

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico Nro. 1.	Clasificación según el tamaño de las partículas.....	10
Gráfico Nro. 2.	Preferencia del tipo de resina .....	26
Gráfico Nro. 3.	Frecuencia de la marca comercial de la resina híbrida .....	27
Gráfico Nro. 4.	Frecuencia de la marca comercial de la resina nanohíbrida.....	28
Gráfico Nro. 5.	Frecuencia de la marca comercial de la resina Bulk Fill .....	29
Gráfico Nro. 6.	Marca comercial utilizada en Clínica Integral .....	30
Gráfico Nro. 7.	Prueba de fuerza Resina Filtek Z250 3M ESPE .....	32
Gráfico Nro. 8.	Prueba de carga Resina Filtek Z350 XT 3M ESPE .....	33
Gráfico Nro. 9.	Prueba de fuerza Resina Filtek Z350 XT 3M ESPE.....	34
Gráfico Nro. 10.	Prueba de carga Filtek Bulk Fill 3M.....	35
Gráfico Nro. 11.	Prueba de fuerza Filtek Bulk Fill 3M.....	36
Gráfico Nro. 12.	Relación entre la fuerza de fluencia y fuerza máxima. ....	37
Gráfico Nro. 13.	Relación entre el esfuerzo máximo de fluencia y esfuerzo máximo de compresión. ....	38
Gráfico Nro. 14.	Comparativo de fuerza máxima por material de resina. ....	39
Gráfico Nro. 15.	Comparativo de fuerza de fluencia por material de resina.....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nro. 1. Bienes .....	23
Tabla Nro. 2. Servicios .....	24
Tabla Nro. 3. Recursos Humanos .....	24
Tabla Nro. 4. Preferencia del tipo de resina .....	26
Tabla Nro. 5. Frecuencia de la marca comercial de la resina híbrida.....	27
Tabla Nro. 6. Frecuencia de la marca comercial de la resina nanohíbrida.....	28
Tabla Nro. 7. Frecuencia de la marca comercial de la resina Bulk Fill .....	29
Tabla Nro. 8. Marca comercial utilizada en Clínica Integral .....	30
Tabla Nro. 9. Estadísticos descriptivos Fuerza máxima (N) y Esfuerzo Máximo (Mpa). ..	39
Tabla Nro. 10. Estadísticos descriptivos Fuerza de fluencia (N) .....	40
Tabla Nro. 11. Prueba de normalidad.....	41
Tabla Nro. 12. Prueba de homogeneidad de varianzas.....	41
Tabla Nro. 13. ANOVA .....	41

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación se realizó con la finalidad de comparar la resistencia de las resinas híbrida, nanohíbrida y Bulk Fill a la fuerza de compresión mediante estudios de laboratorio e identificar la resina que posee mayor resistencia compresiva. Se aplicó un estudio observacional, comparativo, in vitro – experimental y transversal, y se nombró 10 probetas cilíndricas para los tres grupos con medidas de 4x4mm establecidas en la norma ISO 4049, las técnicas fueron la observación y encuesta y los instrumentos la bitácora y el cuestionario respectivamente. Las marcas comerciales utilizadas fueron la Filtek Z250 3M como híbrida, Filtek Z350 XT 3M como nanohíbrida y Filtek Bulk Fill 3M como Bulk Fill. Las muestras fueron sometidas a pruebas de resistencia a la compresión en la máquina universal en el Laboratorio de Resistencia de Materiales del Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua. Los resultados obtenidos de esfuerzo máximo de compresión fueron 162,998 MPa para la Filtek Z250, 177,05 MPa para la Filtek Z350 XT y 172,305 MPa para la Filtek Bulk Fill. Los análisis estadísticos determinaron una distribución normal de datos, el análisis de varianzas (ANOVA) no determinó conclusiones definitivas en razón de que no hubo suficiente evidencia para determinar diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, sin embargo, los estadísticos descriptivos demostraron que la resina que obtuvo mayor resistencia fue la nanohíbrida representada por la Filtek Z350 XT.

**Palabras clave:** resistencia a la fuerza de compresión, resina híbrida, resina nanohíbrida, resina Bulk Fill.

## ABSTRACT

The aim of the present research is done to compare the resistance of the hybrid, nanohybrid and Bulk Fill resins to the compression force through laboratory studies and identify the resin that has the highest compressive strength. An observational, comparative, in vitro-experimental and cross-sectional study was applied, and 10 cylindrical specimens were named for the three groups with 4x4 mm measurements established in ISO 4049, observation was the technique, survey and the instruments the logbook and the questionnaire respectively. The trademarks used were Filtek Z250 3M as a hybrid, Filtek Z350 XT 3M as nanohybrid and Filtek Bulk Fill 3M as Bulk Fill. The samples have been tested of compressive strength of the metal cutting machine in the Materials Resistance Laboratory of the Metallurgical Metalworking Development Center of the Honorable Consejo Provincial of Tungurahua . The maximum compression effort achieve were 162,998 MPa for Filtek Z250, 177.05 MPa for Filtek Z350 XT and 172,305 MPa for Filtek Bulk Fill. The statistical assessed determined a normal distribution of data, variable analysis (ANOVA) did not determine the final conclusions because there was not enough evidence to determine statistically significant differences between the groups, however, the descriptive statistics showed that the resin obtained greater resistance was the nanohybrid represented by the Filtek Z350 XT.

**Keywords:** compressive strength, hybrid resin, nanohybrid resin, Bulk Fill resin.



Reviewed by: Valle, Doris

**Professor of the Languages Center**



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se refiere al análisis de la resistencia a la fuerza compresiva de diferentes resinas dentales, las cuáles han sido utilizadas para tratamientos restauradores con el objetivo de mantener un buen estado bucal, sin dejar a lado la estética y función en el paciente. Con el transcurso del tiempo se han ido imponiendo materiales para la restauración, pero su uso depende de varios aspectos, tales como: características del material, el tipo de cavidad, la economía del paciente y el criterio que cada profesional odontólogo tenga al momento de decidir que material es el apropiado. <sup>(1)</sup>

Hoy en día, las resinas compuestas son el material principal de elección para la restauración dental suplantando a las amalgamas, por mostrar mejores resultados estéticos que presentan en varias revisiones, las que han concluido que las tasas medias de fracaso anual se encuentran entre el 1% y el 3%. <sup>(2)(3)</sup>

Sin embargo, no se ha podido realizar una restauración ideal, ya que existen varios factores que conllevan al fracaso de estas. Uno de ellos es el grado de compresión que sufre una resina al ser polimerizada en boca, durante este proceso se contraen, lo que produce fuerzas que van a separar las estructuras dentarias del material, ocasionando en un futuro problemas tales como filtración marginal, fracturas de la restauración y sensibilidad dentaria. <sup>(4)</sup> Motivo por el cual, esta investigación se convierte en un gran tema de interés en el área de la odontología restaurativa, tanto a nivel académico como profesional, para que mediante su difusión se establezca un criterio al momento de su uso en el campo clínico.

Esta investigación se caracteriza por ser de tipo observacional, comparativa, in vitro – experimental y transversal entre una resina híbrida, nanohíbrida y Bulk Fill, generando 30 muestras y sometiéndolas a pruebas de laboratorio. Las técnicas utilizadas son la observación y la encuesta y sus instrumentos son la bitácora y el cuestionario respectivamente.

El objetivo de este proyecto de investigación es comparar la resistencia de las resinas híbrida, nanohíbrida y Bulk Fill a la fuerza de compresión, seleccionando las marcas de las resinas, cuyas muestras se distribuyen en pruebas de resistencia a la compresión en los laboratorios del Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua y así evaluar el grado de resistencia a la compresión que cada resina presenta mediante los resultados encontrados.

## 2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

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, estas en el transcurso del tiempo han suplantado a las amalgamas, las cuales se utilizaban para restauraciones dentales en generaciones pasadas. <sup>(2)</sup>

Las resinas de fotocurado son muy convenientes y aceptables por sus propiedades físico – químicas, por la estética que presentan y por los procesos de polimerización. <sup>(5)</sup> Las propiedades de las resinas compuestas en sí, están directamente relacionadas con la composición de la porción orgánica que contiene, la cantidad y calidad de la carga y la técnica que es utilizada en la fotopolimerización de esta. <sup>(6)</sup>

Sin embargo, es importante recalcar que, a pesar de tener varios aspectos positivos, las resinas generan también claras desventajas; una de ellas es el grado de compresión que sufren cuando se realiza el proceso de polimerización, por lo cual es desfavorable, ya que el éxito de la restauración dental disminuye. <sup>(5)</sup>

De esta manera el grado de compresión se convierte en uno de los principales problemas del fracaso de una restauración dental, porque causa daños clínicos como fractura de la restauración, fuga marginal, sensibilidad postoperatoria y recurrencia de caries secundaria en el diente previamente restaurado. <sup>(5)</sup>

Por tal motivo al haber un fracaso de la restauración, se tiene que dar un reemplazo inmediato de la restauración dental fallida, lo que sigue siendo el problema más común en odontología general y sobre todo en operatoria dental, donde se realiza un mayor número de tratamientos restauradores en personas adultas, aumentando el gasto económico del paciente. <sup>(7)</sup>

En varios estudios, la caries secundaria constituye en una de las razones principales para que se sustituyan restauraciones dentales. En la publicación de Soncini et al, citado por Pallesen et al <sup>(7)</sup> muestra varias restauraciones oclusales con resina compuesta en niños de 6 a 10 años, todo esto en un período de 3 años, obteniéndose como resultado que de las 753 restauraciones, 112 (14.9%) son reemplazadas y 21 (2.8%) son reparadas. Se menciona además que varias de las razones por la que más se reemplaza dichas restauraciones son la caries secundaria en un 52% y la fractura de la restauración en un 2%. <sup>(7)</sup>

Conociendo los problemas que conlleva una restauración dental fracasada se han realizado estudios con el fin de aportar características que ayuden al éxito de una restauración centrándose en las propiedades que una resina dental debe poseer. En Perú, en un estudio llevado a cabo en el año 2017 se indica que con el pasar del tiempo, la industria odontológica se ha enfocado en la mejora de materiales de restauración dental, realizando modificaciones en la fase orgánica, inorgánica y en los procesos de fotopolimerización del material restaurador. <sup>(8)</sup>

Varios fabricantes mundiales se han centrado en la resistencia a la compresión que una resina debe tener, porque optimizando esta propiedad el material puede resistir mejor a las fuerzas verticales durante el acto masticatorio o en movimientos parafuncionales. La mayoría de las fuerzas transmitidas en la región posterior de la cavidad bucal son específicamente compresivas, por esta razón dichas fuerzas pueden ocasionar la fractura de la restauración dental y del órgano dentario. <sup>(8)</sup>

En Ecuador se han realizado estudios de investigación de varios tipos de resina sobre la resistencia a la compresión obteniéndose como resultados, que las resinas compuestas de microrelleno no muestran una significancia en la tenacidad a la fractura, al contrario que la resina híbrida que si indica una disminución considerable a la fractura. En este estudio también se evalúa a una resina de tipo Bulk Fill, este producto muestra una resistencia compresiva muy alta, pese a que este material es aplicado y fotocurado en un incremento, resultando tener valores superiores en resistencia en comparación con los otros materiales de restauración. <sup>(9)</sup>

Por lo mencionado es necesario que se realicen análisis sobre las propiedades físicas – mecánicas del material restaurador con el propósito de evitar el fracaso de dichos tratamientos.

### 3. JUSTIFICACIÓN

El uso de restauraciones a base de resinas compuestas en dientes ya sean anteriores o posteriores ha ido aumentando a nivel mundial debido a las mejoras que estas presentan en sus propiedades físicas y químicas. Una amplia base de datos establecida por Washington Dental Service citado por Tsijimoto et al <sup>(10)</sup> en Estados Unidos muestra que el uso de restauraciones a base de resina supera al uso de las amalgamas desde el año 1999, comparando así en base a otros estudios la importancia que tiene el uso de las resinas y por consiguiente el impulso que estas han tenido que experimentar para mejorar su rendimiento clínico. <sup>(10)</sup>

Por lo mencionado, el presente trabajo tiene la importancia necesaria para desarrollarlo, el cual se enfoca en el análisis de la resistencia de diferentes resinas a la fuerza de compresión, ya que dicha propiedad permite que el diente y la restauración tengan la capacidad para soportar fuerzas masticatorias simultáneamente. <sup>(8)</sup>

Al analizar la importancia que conlleva la realización de este estudio, se menciona como beneficiarios directos a las personas que acuden a realizarse una restauración dental y los profesionales odontólogos, ya que este estudio aporta con resultados verificables que permiten establecer un criterio de selección al momento de escoger la resina con la que se va a realizar la restauración y de esta manera se garantice el trabajo para el paciente. Como beneficiario indirecto se encuentra la Carrera de Odontología, ya que en sus filas de investigación está un estudio claro y de fácil comprobación sobre la resistencia de compresión de las resinas, aportando de esta manera en su desarrollo académico.

El período estimado para este proyecto es un lapso de 6 meses, tiempo adecuado para alcanzar los resultados deseados. Es necesario considerar que este estudio es factible, de manera económica porque está directamente bajo la responsabilidad de la investigadora y académica porque cuenta con los conocimientos necesarios sobre el tema, tanto de parte del estudiante como del profesional tutor, es muy importante recalcar esto porque así dicha investigación es verificable y aporta a futuras investigaciones dentro de la provincia de Chimborazo.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General**

Comparar la resistencia de las resinas híbrida, nanohíbrida y Bulk Fill a la fuerza de compresión mediante estudios de laboratorio para identificar la resina que posee mayor resistencia compresiva en el Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Seleccionar la marca comercial de las resinas híbrida, nanohíbrida y Bulk Fill que se considera la más adecuada para los estudiantes de Clínica Integral de la Carrera de Odontología a través de la aplicación de encuestas.
- Generar las probetas de los tres tipos de resina según las instrucciones del fabricante para someterlas a pruebas de resistencia a la compresión.
- Evaluar el grado de resistencia a la compresión de cada resina.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. Antecedentes

Con el transcurso del tiempo varios estudios acerca de las propiedades de las resinas dentales han sido publicados. En Chile, se desarrolló un estudio de resistencia a la fuerza de compresión y dureza superficial entre la resina Herculite Precis mediante técnica incremental y la resina Sonicfill a través de técnica monoincremental, en los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio se demostró que la Sonicfill tiene mejor resistencia compresiva y dureza superficial que la Herculite Precis. <sup>(11)</sup>

Un estudio llevado a cabo en la ciudad de Lima cuyo propósito fue comparar la resistencia de compresión de resinas microhíbrida y nanohíbrida, mediante la elaboración de 15 muestras de resina microhíbrida TPH SPECTRUM, 15 muestras de resina microhíbrida Z250, 15 muestras de resina nanohíbrida TPH3 y 15 muestras de resina nanohíbrida Z250, siendo el total de 60 probetas, las mismas que fueron llevadas a la máquina universal donde se midió su respectiva resistencia compresiva. Se concluyó que hay diferencia significativa de la resina microhíbrida TPH SPECTRUM que con las demás resinas sometidas al ensayo. <sup>(12)</sup>

En un estudio en el cual se comparó la resistencia a la fuerza de compresión entre resinas nanohíbrida y nanoparticulada realizado en Quito, se obtuvo como conclusión que la resina que soporta mayor fuerza es la resina nanoparticulada. <sup>(13)</sup>

También se han realizados estudios comparando la resistencia a la compresión de resinas compuestas contra los ionómeros de vidrio, obteniéndose resultados con altas diferencias estadísticas para la resina compuesta. <sup>(14)</sup>

En la actualidad han ingresado al mercado odontológico nuevos compuestos que gracias a sus componentes han facilitado el tiempo de trabajo para una restauración dental, ejemplo de lo mencionado son las resinas Bulk Fill. En una investigación se utilizaron 40 muestras distribuidas en cuatro grupos: dos de resina nanohíbrida; grupo A con la utilización de la técnica incremental, grupo B con la técnica monoincremental y dos de resina Bulk Fill; grupo C con la técnica incremental y grupo D con la técnica monoincremental. Dichas muestras se sometieron a estudios para medir su resistencia a la compresión hasta llegar a la fractura. El resultado fue que la resina Bulk Fill alcanzó excelentes resultados con las dos técnicas utilizadas sin embargo la resina nanohíbrida también demostró alta resistencia con la técnica incremental. <sup>(9)</sup>

## **5.2. Resinas**

### **5.2.1. Historia**

Empezó en el siglo XX, en ese tiempo los únicos materiales que tenían el color del diente eran los silicatos, pero estos materiales presentaban grandes desventajas una de ellas es que sufrían mucho desgaste al poco tiempo de ser colocados en las cavidades. Las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato, aparecieron a finales de los años 40, éstas eran insolubles a los fluidos orales, fáciles en la manipulación y no eran costosas, pero tenían mala resistencia al desgaste y baja resistencia a la compresión durante la polimerización y por tal motivo la restauración tenía filtración marginal llevándola al fracaso. <sup>(15)</sup>

La era de las resinas modernas empieza en 1962, cuando el Dr. Ray. L Bowen implemento un nuevo tipo de resina denominada Bis-GMA que significa Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato, a este compuesto le añadió un agente de ayuda denominado silano entre la matriz de la resina y las partículas de relleno. Hoy en día, se han observado más avances en el estudio de resinas compuestas con el fin de disminuir las deficiencias que presentan, sobre todo en el grado de compresión que tienen al momento de su polimerización. <sup>(15)</sup>

### **5.2.2. Definición**

Las resinas compuestas se las puede definir como aquella mezcla tridimensional de por lo mínimo dos materiales químicos diferentes, los cuales deben presentar una interfase distinta, esto es necesario para que se puedan obtener propiedades superiores a las que presentan los componentes de manera individual. <sup>(15)</sup>

Estas resinas compuestas tienen la capacidad de cambiar para lograr color, opacidad y translucidez, para así asemejarse lo más posible al color dental natural, logrando ser un material con buenas cualidades estéticas de restauración. En sus comienzos, estas resinas solo eran consideradas para tratamientos restauradores altamente estéticos, luego y gracias a la tecnología se extendió la utilización en el sector posterior. Entre los avances más sobresalientes se puede decir las mejoras que presentan en las propiedades mecánicas, físicas, químicas y estéticas. <sup>(15)</sup> Es importante mencionar que dichas propiedades dependen estrictamente de la estructura que presenta el material de restauración. <sup>(16)</sup>

### **5.2.3. Composición química**

Actualmente, dentro de los materiales dentales se destacan una amplia variedad de resinas compuestas. Presentan en su composición una matriz orgánica, partículas inorgánicas, un agente de acoplamiento o de unión y un fotoiniciador. <sup>(17)</sup>

### **5.2.3.1. Matriz orgánica**

Está constituida por monómeros de dimetacrilatos aromáticos y alifáticos que poseen un peso molecular elevado como es el Bis-GMA y el UDMA (dimetacrilatos de uretano) o también alifáticos de peso molecular disminuido como el EGDMA (dimetacrilatos de etilenglicol). El monómero Bis-GMA presenta características muy favorables ya que tiene un grado de compresión no tan amplio y por lo tanto forma una red tridimensional que aumenta su rigidez. Sin embargo, su elevado peso molecular también le aporta características muy limitantes, debido a que aumenta su viscosidad lo cual influye de manera directa en la capacidad de manipulación. <sup>(18)</sup>

### **5.2.3.2. Partículas inorgánicas**

Estas partículas representan del 50% al 84% en el peso molecular de la resina, su presencia en la composición de las resinas es muy indispensable porque eleva las propiedades mecánicas al disminuir la cantidad de matriz orgánica. Disminuye la contracción durante el proceso de polimerización, fragilidad, desgaste y aumenta el coeficiente de expansión térmico lineal. <sup>(19)</sup>

Las partículas que frecuentemente son utilizadas son las de vidrio de vario y cuarzo y son obtenidas en diferentes dimensiones mediante procesos de elaboración tales como la pulverización, molido y trituración. Algunos compuestos cambian al cuarzo por partículas de metales pesados entre ellas está el estroncio, zinc, aluminio o zirconio y materiales radiopacos como el dióxido de silicio, borosilicatos y aluminosilicatos de litio. <sup>(20)</sup>

Las partículas de cuarzo son el doble de duras y resisten más a la erosión que el vidrio, por tal razón facilita la adhesión con los componentes de conexión; se emplean también partículas de sílice con de 0,04 mm. <sup>(9)</sup>

### **5.2.3.3. Agentes de unión**

El agente acoplador o de unión idóneo es el silano, que es una molécula bifuncional que tiene grupos silanos (SI – OH) en un extremo y grupos metacrilatos (C = C) en el otro. El silano más utilizado es el  $\gamma$  – metacril – oxipropil trimetoxi-silano (MPS), molécula bipolar la cual hidrolizada por puentes de hidrogeno se adhiere a las partículas de relleno y por los grupos metacrilatos forman uniones covalentes entre la resina durante el proceso de polimerización dando una adecuada interfase resina – partícula de relleno. <sup>(15)</sup>

El silano incrementa las particularidades físicas y mecánicas de las resinas, porque traslada tensiones de la matriz resinosa la cual es una fase que se deforma fácilmente, hacia la fase más rígida que en cambio son las partículas de relleno. <sup>(21)</sup>

Dentro de los principales agentes de unión que se encuentran en las resinas son: titanatos y zirconatos pero el más utilizado ha sido el silano. <sup>(22)</sup>

#### **5.2.3.4. Iniciadores**

Las resinas autopolimerizables, termopolimerizables o fotopolimerizables utilizan sustancias que ayudan a la reacción de polimerización estos son elementos que al momento de la reacción rompen el enlace de doble ligadura del monómero para transformarlo a polímero y son denominados iniciadores. Las resinas termopolimerizables usan un agente iniciador como es el Peróxido de Benzoilo (BP) que libera los radicales al comenzar la polimerización ya sea con calor, luz o agentes químicos causando la separación del BP, por tal razón hay que tener en cuenta que las resinas que tienen este componente se debe mantener en un ambiente limpio, oscuro y frío. <sup>(23)</sup>

En el caso de las resinas fotopolimerizables con luz visible el fotoiniciador es una alfadiquetona o el éster vinílico de Bis – GMA denominado canforquinona. <sup>(24)</sup>

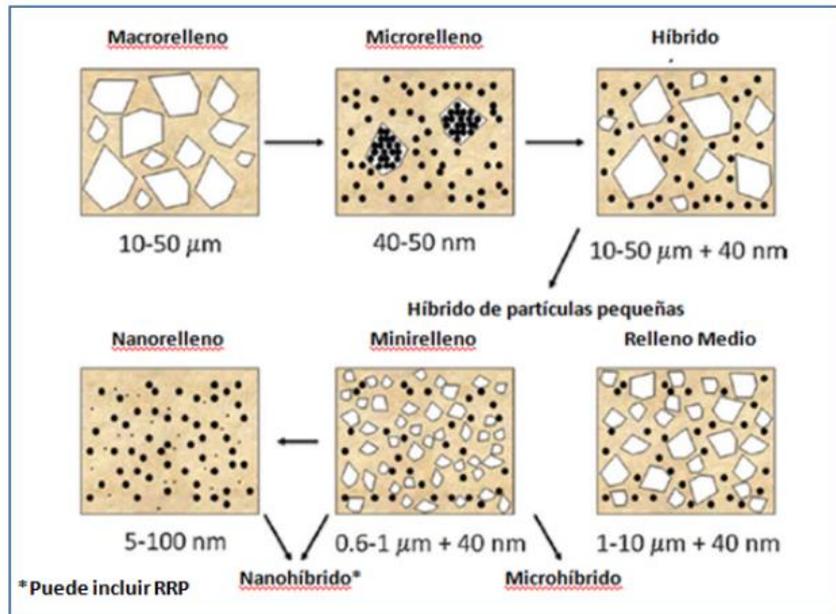
La canforquinona es una dicetona que es necesaria para iniciar la polimerización a través de luz visible, esta luz se encuentra en un rango de 420 a 470 nm de longitud de onda la cual causa activación y que al combinarse con la amina orgánica libera radicales iniciando la polimerización, dentro de los componentes de la resina, la canforquinona está en una proporción de entre 0,2% al 0,6% en combinación con una amina orgánica terciaria no aromática, presente en proporciones de 0.1% o menos. <sup>(9)</sup>

Para las resinas polimerizables con luz ultravioleta la sustancia que activa dicho proceso es el metil éter benzoico de 0,2% sin aminas terciarias y utilizando una longitud de onda de 365 nm. <sup>(9)</sup>

## 5.3. Clasificación de las resinas

### 5.3.1. Según el tamaño de las partículas de relleno

Gráfico Nro. 1. Clasificación según el tamaño de las partículas



Fuente: Influencia del espesor de tres resinas compuestas translúcidas de diferente tonalidad sobre la luminosidad. 2014. (25)  
Autor: Restrepo Lluís J.

#### 5.3.1.1. Macropartículada

Este tipo de resinas fueron procesadas en su mayoría con cuarzo. El promedio de sus partículas era entre 10 – 20  $\mu\text{m}$  pero en algunas resinas eran partículas de hasta 100  $\mu\text{m}$ . Fueron las primeras que se lanzaron al mercado odontológico pero su uso fue disminuyendo ya que tenían disminuida resistencia al desgaste y sobre todo no tenían propiedades estéticas favorables porque presentaban en su superficie gran rugosidad y no se podía realizar un buen pulido, por tal motivo estas resinas tenían tendencia a pigmentarse. <sup>(11)</sup>

#### 5.3.1.2. Micropartículada

Son aquellas que presentan partículas de relleno de sílice coloidal, tienen un tamaño de partícula en promedio de 0,04  $\mu\text{m}$  con un rango desde 0,01  $\mu\text{m}$  – 0,05  $\mu\text{m}$ , razón por la cual tienen propiedades mecánicas disminuidas y no se las puede utilizar en cavidades que necesiten gran exigencia mecánica como son las caras oclusales de los molares. A pesar de tener estas desventajas estas resinas son altamente estéticas porque tienen una excelente superficie para ser pulida. <sup>(11)</sup>

Se presentan en dos tipos: Homogéneas y Heterogéneas, las primeras están compuestas por partículas de dióxido de silicio del 30% – 40% y las segundas tienen micropartículas y partículas aglomeradas mediante sintetización con una carga de 60% y prepolimerizadas. <sup>(26)</sup>

#### **5.3.1.3. Híbrida**

Estas resinas cuando saltaron al mercado combinaron las propiedades físicas y mecánicas tanto de las partículas de macrorelleno y la capacidad de pulido de las resinas de microrelleno, obteniéndose resultados intermedios en ambos sistemas fusionados. Estas resinas cuentan con partículas de relleno de 15  $\mu\text{m}$  – 20  $\mu\text{m}$  y 0,01  $\mu\text{m}$  – 0,05  $\mu\text{m}$ . <sup>(11)</sup>

En la actualidad presentan excelentes propiedades en las que destaca que tienen una amplia variedad de colores, menor contracción a la polimerización, baja absorción acuosa y coeficiente de expansión térmica muy parecido al que tiene el tejido dentario. <sup>(27)</sup>

#### **5.3.1.4. Microhíbrida**

Las resinas microhíbridas presentan partículas de relleno de tamaño menor a 1  $\mu\text{m}$  con un rango de 0,4  $\mu\text{m}$  – 0,9  $\mu\text{m}$ , todo esto varía según la casa comercial del producto. Dichas partículas le dan a este tipo de resina una excelente capacidad para ser pulidas, buena resistencia mecánica y textura superficial, esto es muy importante porque permite su uso en dientes anteriores y no solo posteriores. <sup>(11)</sup>

#### **5.3.1.5. Nanorelleno**

Presentan partículas esferoidales de nanorelleno de Estroncio Vítreo en cual presenta un tamaño entre 5 nm y 100 nm, esto proporciona que las partículas de relleno sean posicionadas en altas concentraciones lo cual favorece al acabado y pulido de la restauración. Estas partículas son tan pequeñas que no interfieren en el paso de la luz, por tal motivo se deben acompañar de partículas de un tamaño aproximadamente 0,6  $\mu\text{m}$  para mejorar el comportamiento óptico que presenta. <sup>(11)</sup>

#### **5.3.1.6. Nanohíbrida**

Son resinas compuestas híbridas que contienen nanopartículas de circonio/sílice o nanosílice, el tamaño va en promedio de 5 nm y 100 nm. Se les agrega también partículas de 0,6  $\mu\text{m}$  a 1  $\mu\text{m}$  para otorgarle mejores propiedades como baja contracción a la polimerización, buena resistencia mecánica, comportamiento óptico correcto, buen pulido y alta estética. <sup>(11)</sup>

### **5.3.2. Según su viscosidad**

#### **5.3.2.1. Baja viscosidad**

Resinas cuyo valor de relleno fue reducido y a su matriz resinosa se aumentaron sustancias diluyentes para así volverla más fluida, otorgándole ventajas como humectación al diente, gracias a su fluidez ingresan en irregularidades, menos burbujas, mayor elasticidad lo que ayuda a la absorción de la contracción de polimerización y por lo tanto mejora su capacidad adhesiva evitando la expulsión en áreas de estrés. <sup>(15)</sup>

#### **5.3.2.2. Alta viscosidad**

Tienen mayor cantidad de relleno y por eso su densidad es superior. En restauraciones proximales proporcionan un área de contacto más exacta que los materiales fluidos. <sup>(15)</sup> Para conseguir esta propiedad se creó un compuesto PRIMM (Polimeric Rigid Inorganic Matrix Material) constituido por Bis-GMA o UDMA con partículas variables de cerámica como la Alúmina y Bióxido de Silicio. <sup>(9)</sup>

### **5.4. Fotopolimerización de las resinas**

Se denomina al proceso que origina contracción y esfuerzo sobre las resinas, y desarrolla un esfuerzo interno en la interfase diente – restauración, produciendo espacios en el margen, sensibilidad postoperatoria, recidiva de caries y decoloración marginal. <sup>(28)</sup>

#### **5.4.1. Tipos de luz**

##### **5.4.1.1. Halógena de cuarzo**

Es generada por tungsteno, esta luz visible proviene de un bulbo y tiene salida de 400 a 500 nm. Es el tipo de luz estándar en el área dental por ser tecnología de bajo costo. <sup>(29)</sup>

##### **5.4.1.2. Luz LED**

Producida por una combinación de dos semiconductores, mediante un proceso de voltaje que conecta a los electrones. <sup>(29)</sup>

##### **5.4.1.3. Plasma ARC**

Tiene una energía de salida de 2400 mW/cm<sup>2</sup>, presenta expresión de luz UV, visible e infrarroja. <sup>(29)</sup>

##### **5.4.1.4. Láser**

Es el método más empleado para resinas compuestas. El láser a diferencia de la luz normal, contiene una sola longitud de onda, es formada al alimentar energía dentro un líquido, sólido

o gas y mientras la sustancia toma energía, los átomos desprenden luz a longitudes de onda específica. <sup>(29)</sup>

#### **5.4.2. Intensidad**

Para que la resina tenga buena polimerización depende de la intensidad de la luz tenga al momento de salir. Una buena intensidad y correcta longitud de onda esta entre 400 y 520 nm y con un tiempo adecuado de curado se va a tener una polimerización completa. Si falla alguno de los dos, la resina va a quedar polimeriza parcialmente aumentando el nivel de absorción de agua, solubilidad y disminución en la dureza. <sup>(30)</sup>

#### **5.4.3. Densidad**

Es equivalente a la irradiación de la luz multiplicada por el tiempo de aplicación establecido en unidad medida en joules. Es necesario tomar en cuenta la densidad porque dependerá para decidir qué tiempo se necesita para polimerizar adecuadamente la resina. <sup>(13)</sup>

### **5.5. Propiedades de las resinas**

#### **5.5.1. Biocompatibilidad**

Esta depende de la respuesta del tejido al material, no debe ocasionar daños a la pulpa y tejidos blandos, no debe poseer sustancias tóxicas que se liberen y puedan ser absorbidas por el sistema circulatorio, no deben ser alergénicas y sin potencial carcinógeno. <sup>(9)</sup>

#### **5.5.2. Sorción acuosa y solubilidad**

La sorción de agua es aquel proceso que tiene la resina de difusión controlada de la matriz resinosa que puede llevar a la degradación y por consiguiente a la ruptura de la unión entre el relleno y la matriz. También se puede producir la liberación de iones, partículas de relleno y sustancias orgánicas como monómeros residuales lo cual produce disminución del peso molecular denominándose solubilidad. <sup>(31)</sup>

#### **5.5.3. Estabilidad cromática**

Las resinas tienen alteraciones del color, por penetración de colorantes o por algunos procesos decolorantes internos, resultando de aquello en un proceso de foto oxidación de algunos compuestos de las resinas tales como son las aminas terciarias. Hay que destacar que las resinas que son fotopolimerizables tienen una mayor estabilidad al cambio de color que las resinas quimio – activadas. <sup>(32)</sup>

#### **5.5.4. Resistencia al desgaste**

Es la propiedad de las resinas de resistir la pérdida superficial, la misma que se origina como consecuencia de la fricción con la estructura dental, alimentos y cepillos de dientes. Aunque estos factores no causan efectos negativos de manera inmediata en la resina, si pueden llevar a la pérdida gradual de la anatomía de las restauraciones disminuyendo el tiempo de vida útil. El grado de resistencia que presenta es dependiente de forma, tamaño y contenido de las partículas de relleno, al igual que el sitio de la restauración y el contacto oclusal que esta tenga. <sup>(13)</sup>

En la actualidad esta propiedad ha mejorado gracias a la disminución del promedio de las partículas y al incremento en la carga de relleno. <sup>(33)</sup>

#### **5.5.5. Textura superficial**

Esta propiedad es muy importante en el éxito clínico de la restauración, ya que mientras mayor sea, mejor será la resistencia que va a tener al desgaste y al rayado. Para lograr esta propiedad los materiales deben ser sometidos a procedimientos de pulido para que no existan superficies rugosas y así pueda disminuir la resistencia, sin dejar a lado que también puede facilitar la adhesión bacteriana, lo que podría resultar en inflamación de los tejidos gingivales, tinción superficial e incluso recidiva de caries. <sup>(34)</sup>

#### **5.5.6. Rigidez**

Las resinas dentales que tienen mayor cantidad de sus partículas de relleno poseen mayor rigidez, se puede compararla con la de la dentina que tiene 18,95 GPa, pero menos rígidos que el esmalte que tiene 82,5 GPa. <sup>(9)</sup>

#### **5.5.7. Coeficiente de expansión térmica**

Se denomina al tiempo medido por unidad de variación de temperatura en que se da el cambio dimensional de la resina. Se tienen que aproximar los coeficientes de expansión térmica de los tejidos dentarios con los de la resina para que exista en menor riesgo brechas marginales entre la estructura dentaria y la restauración al cambio de temperatura, lográndose un menor coeficiente de expansión térmica lo cual generara una mejora en la adaptación marginal. <sup>(13)</sup>

#### **5.5.8. Resistencia a la fractura**

Existen diferentes resistencias a la fractura de las resinas, esto va a depender únicamente de la cantidad en el material de relleno que tengan. Cuando las resinas poseen alta viscosidad, estas tienen resistencia muy alta a la fractura debido a que absorben y distribuyen de buena

manera el impacto a las fuerzas de masticación.<sup>(32)</sup> La resistencia a la fractura va a disminuir con el paso del tiempo en el medio oral, por la sorción acuosa y degradación.<sup>(35)</sup>

### **5.5.9. Dureza**

Se define como aquella resistencia del material de restauración a la deformación y es uno de los elementos más importantes que condicionan el desgaste oclusal, por lo tanto está directamente relacionado con la cantidad de relleno.<sup>(35)</sup> Varios estudios demuestran que la dureza de la resina depende de la técnica con la que se restauró, la mejor es la técnica incremental.<sup>(36)</sup>

### **5.5.10. Conductividad térmica**

Se denomina conductividad térmica a la cantidad de calor en calorías por segundo que atraviesan cualquier cuerpo de 1 cm de espesor con una sección de 1 cm<sup>2</sup>.<sup>(12)</sup>

La matriz orgánica y el relleno inorgánico de las resinas son pésimos conductores térmicos, por eso a cambios térmicos sencillos, la restauración no cambiaría de temperatura tan rápidamente como lo hiciera un diente integro. Pero, se puede apreciar en resinas convencionales una conductividad térmica tres veces más alta que las resinas micro – rellenas, porque estas tienen en su composición cuarzo y tiene mayor conductividad, también a la mayor probabilidad de contacto partícula – partícula que existe en las resinas de mayor tamaño en su relleno.<sup>(12)</sup>

### **5.5.11. Módulo de elasticidad**

Indica el grado de dureza o rigidez de los materiales, si el módulo de elasticidad tiene valores elevados es más rígido, mientras que el material es más flexible si tiene un módulo de elasticidad mínimo. En las resinas compuestas está propiedad se relaciona directamente con el nivel porcentual de las partículas de relleno y el tamaño.<sup>(13)</sup>

### **5.5.12. Resistencia a la compresión y a la tracción**

La fuerza de compresión es aquella que tiende a acortar la longitud de dicho material. Mientras que la fuerza de tracción se denomina a aquella que tiende a alargar la longitud del material. La resistencia a la tracción y compresión son muy similares a la dentina. La compresión máxima que una resina debe tener antes de romperse es de 253 – 260 MPa casi igual al de la dentina que es de 290 MPa, por su lado la resistencia a la tracción es de 30 a 55 MPa, mientras que en dentina es de 52 MPa. Esto nos indica que a mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor va a ser la resistencia a la compresión y tracción.<sup>(35)</sup>

### **5.5.13. Contracción de polimerización**

Las moléculas de la matriz de una resina compuesta permanecen separadas antes de polimerizar a una distancia de 4 nm. Al polimerizarlas se va a formar uniones covalentes entre sí, y la distancia que existía se reduce a 1,5 nm. Dicho acercamiento o unión espacial provoca reducción volumétrica del material <sup>(37)</sup>

En resumen, la contracción a la polimerización es un sistema complicado en el cual se van a obtener fuerzas internas en el material, y que estas se van a transformar en tensiones cuando la resina ya está adherida a la estructura dentaria. <sup>(38)</sup>

### **5.5.14. Radiopacidad**

Es importante que los materiales de restauración contengan dentro de sus componentes materiales radiopacos tales como el bario, circonio, zinc, estroncio y lantano, los cuales van a ayudar con mayor facilidad a una interpretación mediante radiografías de recidiva de caries. <sup>(12)</sup>

## **5.6. Resinas utilizadas en el estudio**

### **5.4.1. Filtek Z250 3M ESPE**

#### **5.4.1.1. Información general**

Es una resina compuesta híbrida con componentes radiopacos, la misma que es activada por luz visible. Está conformada para restauraciones anteriores y posteriores. El material de relleno que la conforma es circonia/sílice, y la carga es de 60% por volumen con un tamaño de partículas entre los 0,01 a 3,5 micrones. La Z250 contiene resinas Bis – GMA, UDMA y Bis – EMA. Necesariamente se debe utilizar un adhesivo dental preferente 3M para la adhesión de la restauración a la estructura dentaria. Viene disponible en jeringas tradicionales y cápsulas de dosis única. <sup>(39)</sup>

#### **5.4.2.2. Indicaciones**

Está indicado su uso en restauraciones directas en dientes anteriores y posteriores, para la reconstrucción de muñones, para ferulizar y para restauraciones indirectas dentro de estas están las inlays, onlays y coronas tipo veneer. <sup>(39)</sup>

### **5.4.2. Filtek Z350 XT 3M ESPE**

#### **5.4.2.1. Información general**

Es una resina compuesta nanohíbrida activada por luz visible, y se la utiliza en restauraciones anteriores y posteriores. Es necesario para su adhesión la utilización de un adhesivo dental.

Esta resina contiene Bis – GMA, UDMA, TEGDMA Y Bis – EMA. Para controlar la contracción del material, PEGDMA fue reemplazada por una parte de resina TEGDMA. El material de relleno es una mezcla de sílice no aglomerado de 20 nm, relleno de zirconia no aglomerado de a 4 a 11 nm y un relleno cluster de zirconia/sílice. La carga de relleno inorgánico que estas presentar es de 72,5 % por peso específicamente para tonos translucidos y para el resto de los tonos es 78,5 % por peso. <sup>(40)</sup>

#### **5.4.2.2. Indicaciones**

Está indicado para restauraciones anteriores y posteriores, reconstrucciones de muñones, férulas y restauraciones indirectas incluyendo a las carillas, inlays y onlays. <sup>(40)</sup>

#### **5.4.3. Filtek Bulk Fill**

##### **5.4.3.1. Información general**

Este tipo de resina ha sido creada para realizar restauraciones posteriores más rápidas y sencillas, tiene mayor fuerza y no presenta demasiado desgaste. Presentan un estrés mínimo lo cual es favorable porque proporciona una profundidad de polimerización de 5mm. En su composición contiene sílice no aglomerado o no agregado de 20 nm, zirconia aglomerada o no agregada de 4 a 11 nm, un compuesto de sílice – zirconia, un relleno de trifloruro de iterbio, AUDMA, UDMA y 12 – dodecanediol – DMA. <sup>(41)</sup>

##### **5.4.3.2. Indicaciones**

Está indicado tanto para restauraciones posteriores directas como anteriores, reconstrucción de muñones, férulas, restauraciones indirectas, sellado de fosas y fisuras, y como material de reparación para restauraciones realizadas de porcelana, esmalte y temporales. <sup>(41)</sup>

#### **5.7. Tipos de tensión o fuerzas**

##### **5.7.1. Fuerzas traccionales**

Estas fuerzas actúan en la misma dirección, pero en distinto sentido por tal motivo en el material se produce alargue, al ganar a las fuerzas de atracción de las moléculas que conforman dicho material. <sup>(42)</sup>

##### **5.7.2. Fuerzas compresivas**

Son aquellas que van a actuar en sentido opuesto pero en una misma dirección, comprimiendo así el material, venciendo las fuerzas de repulsión entre las moléculas que constituyen el material. <sup>(42)</sup>

### **5.7.3. Fuerzas de flexión**

Se las denomina a las fuerzas que actúan sobre el centro del material una o dos fuerzas. <sup>(42)</sup>

### **5.7.4. Fuerzas de cizallamiento**

Son diferentes a las demás, actúan en diferente dirección y sentido, razón por la cual produce la aparición de un corte en los materiales sobre los cuales están siendo aplicados. <sup>(42)</sup>

### **5.8. Fuerza de compresión**

Es un componente de la función masticatoria, siendo así un claro indicador del estado funcional de la misma, definiéndose como la máxima fuerza generada entre los dientes superiores e inferiores. La obtención de esta fuerza depende de la acción, volumen y coordinación de músculos que intervienen en la masticación, de mecanismos de la articulación temporomandibular, de la regulación que organiza el sistema nervioso y del estado clínico oral general, aumentándose de manera proporcional a las necesidades de la cavidad oral para la masticación. <sup>(43)</sup>

En el proceso masticatorio existen fuerzas como la de tracción, compresión y tangenciales. Es necesario conocer sobre la física de estos esfuerzos, principalmente la de compresión, porque esta va a permitir al odontólogo a decidir el mejor tratamiento para una restauración dental con resinas, basándose en el comportamiento biomecánico, disminuyendo el fracaso de dichas restauraciones al estar presentes a fuerzas masticatorias. <sup>(44)</sup>

### **5.9. Ensayo de compresión**

Para realizar ensayos de compresión, el cuerpo de prueba debe ser cilíndrico. Cuando es sometido a la prueba, se produce ruptura, consecuencia de una serie de tensiones muy complejas las cuales se van a generar en el centro del cuerpo. Estas tensiones van a ser las de cizallamiento y traccionales, las primeras adoptan forma de cono en ambas superficies del cuerpo, mientras que las segundas se producen desde la parte central del cilindro hacia las paredes laterales. <sup>(12)</sup>

### **5.10. Máquina universal para pruebas de resistencia de compresión**

Esta máquina consta de dos cabezales móviles, un cilindro hidráulico para que se pueda aplicar la carga establecida, una celda de carga para medir la fuerza aplicada, panel de control y extensómetro para medir la deformación del material. <sup>(45)</sup>

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1. Tipo de investigación**

- Cuantitativa: Se generó datos, a los cuales se consiguió medir.
- Observacional: Se observó la fuerza de compresión entre las resinas de estudio, al someterlas a la máquina universal.
- Comparativa: Entre las resinas híbrida, nanohíbrida y Bulk Fill.

### **6.2. Diseño de investigación**

- In vitro – experimental: Fue representada por el manejo artificial del factor de estudio por la investigadora.
- Transversal: Fue realizado cada ensayo en un determinado tiempo.

### **6.3. Población**

Se utilizó 30 probetas cilíndricas distribuidas equitativamente a cada tipo de resina, con diámetros de 4 mm y 4 mm de profundidad establecidos en la norma ISO 4049 sobre materiales de restauración a base de polímeros. <sup>(34)</sup>

- Grupo 1: 10 probetas de resina Filtek Z250 (3M ESPE)
- Grupo 2: 10 probetas de resina Filtek Z350 XT (3M ESPE)
- Grupo 3: 10 probetas de resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE)

### **6.4. Criterios de selección**

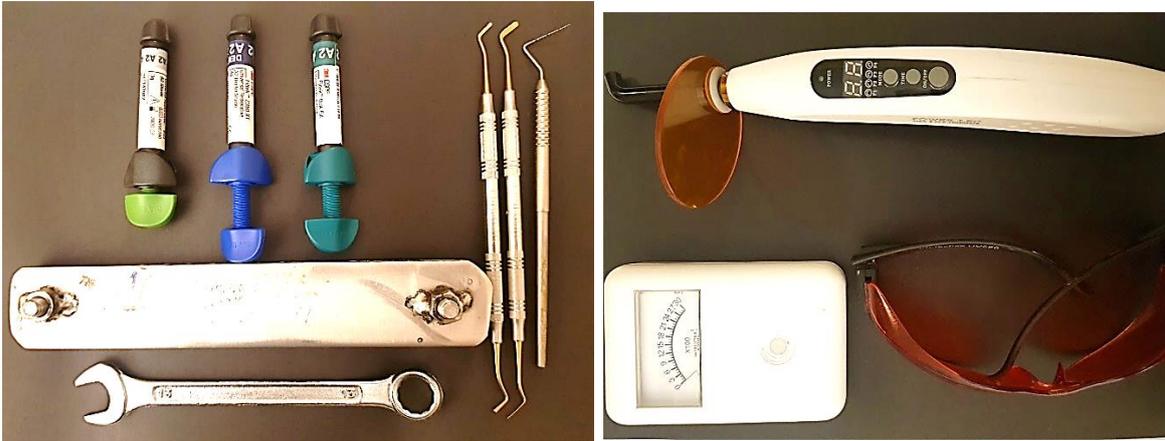
- Probetas de 4 mm de diámetro por 4 mm de profundidad de resina Filtek Z250 (3M ESPE)
- Probetas de 4 mm de diámetro por 4 mm de profundidad de resina Filtek Z350 XT (3M ESPE)
- Probetas de 4mm de diámetro por 4 mm de profundidad de resina Filtek Bulk Fill
- Probetas sin burbujas y sin grietas.

### **6.5. Entorno**

Las muestras se realizaron en el consultorio privado de la tutora y el ensayo en el Laboratorio de Resistencia de Materiales del Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

## 6.6. Intervenciones

### Fotografía Nro. 1. Preparación de materiales para elaborar las probetas



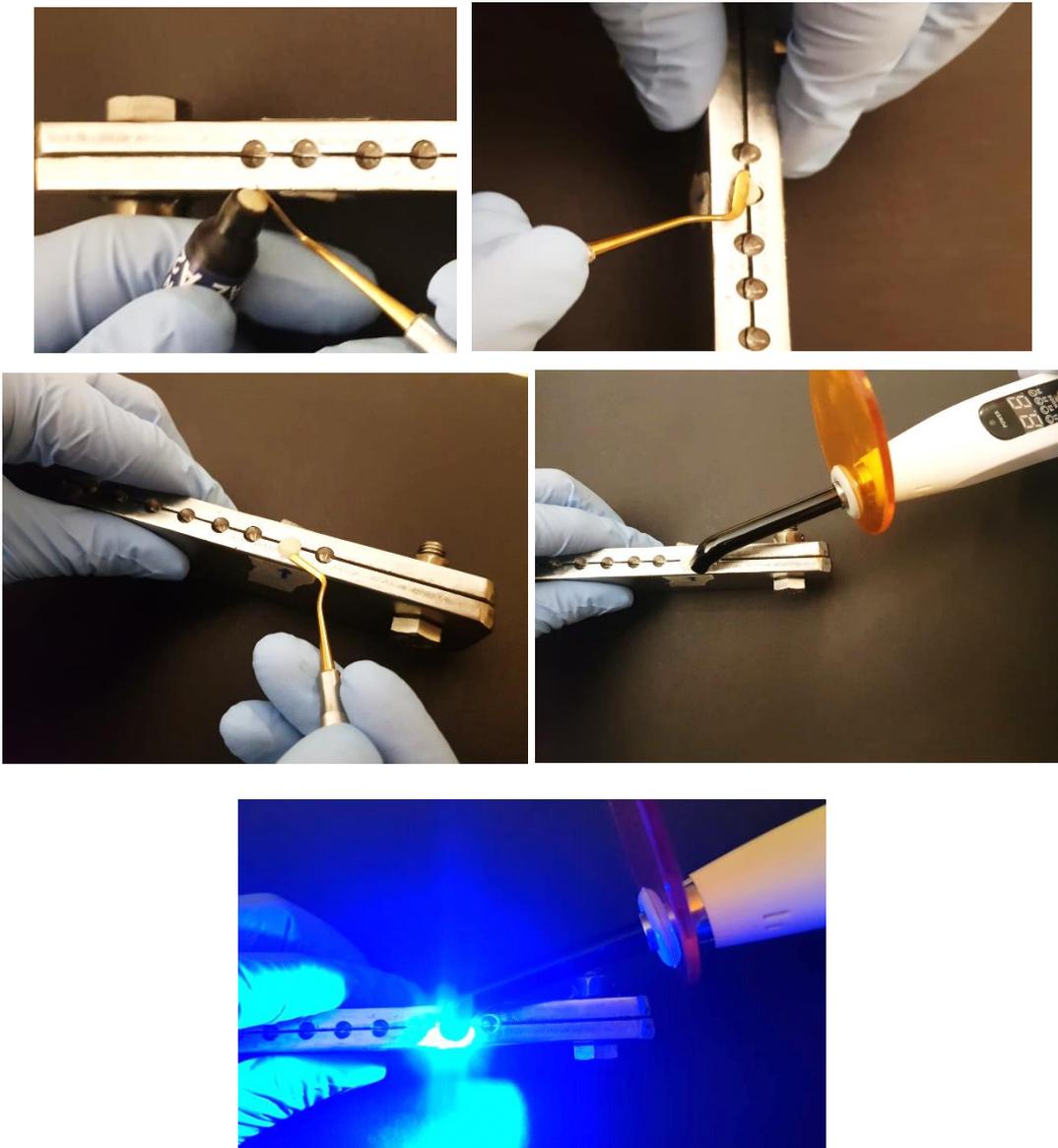
Fuente: Registro fotográfico de la investigadora  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

### Fotografía Nro. 2. Calibración de lámpara de fotocurado



Fuente: Registro fotográfico de la investigadora  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

### Fotografía Nro. 3. Elaboración de probetas



Fuente: Registro fotográfico de la investigadora  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

### Fotografía Nro. 4. Obtención de las probetas



Fuente: Registro fotográfico de la investigadora  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

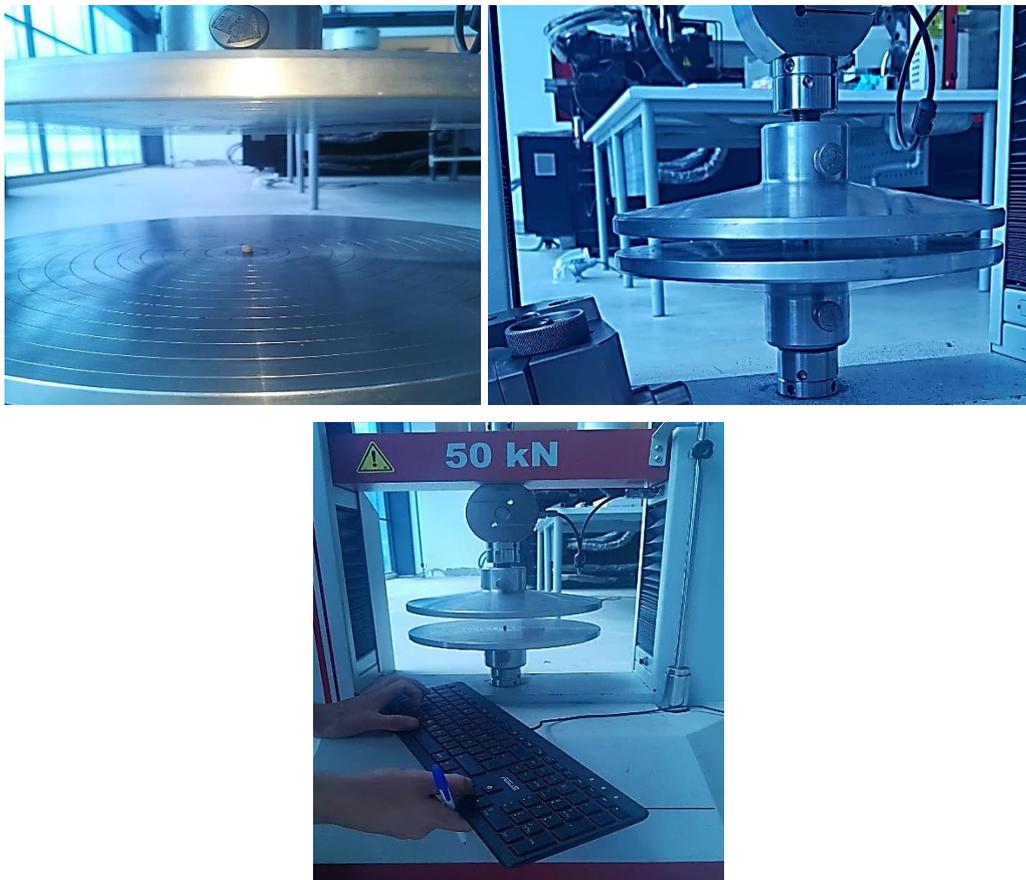
**Fotografía Nro. 5.** Máquina de ensayos universal Polímeros Metrotest. Modelo: MTE 50.

Serie: 8210M002



Fuente: Registro fotográfico de la investigadora  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

**Fotografía Nro. 6.** Ensayo de probetas



Fuente: Registro fotográfico de la investigadora  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

### Fotografía Nro. 7. Probeta fracturada después del ensayo



Fuente: Registro fotográfico de la investigadora  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

## 6.7. Recursos

### 6.7.1 Bienes

**Tabla Nro. 1. Bienes**

Descripción	P. Unit (S/.)	Total (S/.)
2 Jeringas de resina Filtek Z250 (3M ESPE)	44.00	88.00
2 Jeringas de resina Filtek Z350 XT (3M ESPE)	61.00	122.00
2 Jeringas de resina Filtek™ Bulk Fill	47.00	94.00
Estructura metálica para elaborar las probetas	20.00	20.00
Gutaperchero de resina	13.00	13.00
Sonda periodontal	16.50	16.50
Lámpara de fotocurado	59.00	59.00
Calibrador de luz de lámpara de fotocurado	47.00	47.00
Tiras de celuloide	00.10	1.50
Gafas de protección para lámpara de fotocurado	13.00	13.00
	<b>TOTAL</b>	<b>473.00</b>

Elaborado por: María Victoria Peñafiel

### 6.7.2 Servicios

**Tabla Nro. 2.** Servicios

<b>Descripción</b>	<b>P. Unit (S/.)</b>	<b>Total (S/.)</b>
Pruebas de laboratorio	7.50	225.00
Transporte	2.00	58.00
	<b>TOTAL</b>	<b>283.00</b>

Elaborado por: María Victoria Peñafiel

### 6.7.3 Humanos

**Tabla Nro. 3.** Recursos Humanos

Integrantes	<u>Esp. Marcela Quisigüña</u>
	<u>Estudiante María Victoria Peñafiel</u>
	Personal capacitado del Laboratorio de pruebas

Elaborado por: María Victoria Peñafiel

### 6.8. Técnicas e instrumentos

Se empleó como técnica la observación y la encuesta, mientras que como instrumento la bitácora proporcionada por el laboratorio y el cuestionario aplicado a los estudiantes de Clínica Integral de la Carrera de Odontología.

### 6.9. Cuestiones Éticas

El trabajo de investigación se realizó con muestras in – vitro en el laboratorio sin necesidad de intervenciones de muestras biológicas.

## 6.10. Operacionalización de las variables

### 6.10.1. Variable Independiente: Resinas compuestas.

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Son productos destinados como material restaurador para dientes, son resultantes de la mezcla de dos o más componentes químicamente diferentes presentando características intermedias de las propiedades de los componentes.	Material restaurador	Híbrida Nanohíbrida Bulk Fill	Encuesta	Cuestionario

### 6.10.2. Variable Dependiente: Resistencia a la fuerza de compresión.

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Es la resistencia a las fuerzas de compresión o verticales; es decir, la carga máxima que puede soportar un material antes de fracturarse.	Carga máxima	MPa	Observación	Bitácora
	Fuerza máxima	Newtons		

## 7. RESULTADOS

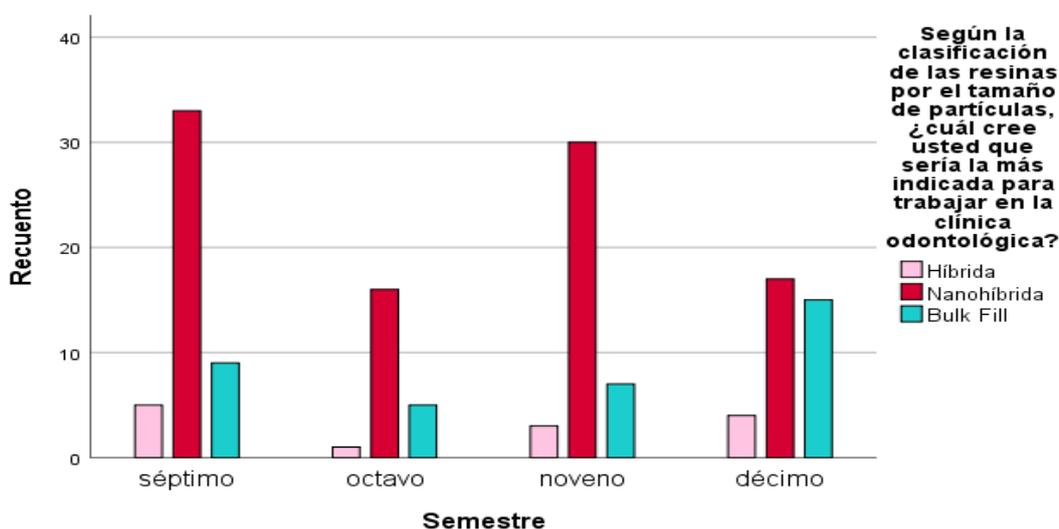
**Tabla Nro. 4.** Preferencia del tipo de resina

		Según la clasificación de las resinas por el tamaño de partículas, ¿cuál cree usted que sería la más indicada para trabajar en la clínica odontológica?				
		Híbrida	Nanohíbrida	Bulk Fill	Total	
Semestre	séptimo	Recuento	5	33	9	47
		% dentro de Semestre	10,6%	70,2%	19,1%	100,0%
	octavo	Recuento	1	16	5	22
		% dentro de Semestre	4,5%	72,7%	22,7%	100,0%
	noveno	Recuento	3	30	7	40
		% dentro de Semestre	7,5%	75,0%	17,5%	100,0%
	décimo	Recuento	4	17	15	36
		% dentro de Semestre	11,1%	47,2%	41,7%	100,0%
Total		Recuento	13	96	36	145
		% dentro de Semestre	9,0%	66,2%	24,8%	100,0%

Fuente: Encuesta procesada en SPSS v.25.

Elaborado por: María Victoria Peñafiel

**Gráfico Nro. 2.** Preferencia del tipo de resina



Fuente: Encuesta procesada en SPSS v.25.

Elaborado por: María Victoria Peñafiel

Análisis: en las encuestas aplicadas a 145 estudiantes de séptimo, octavo, noveno y décimo semestre, el 66,2 % indicaron que la resina más adecuada para el uso en la Clínica Integral fue la resina nanohíbrida, mientras que el 24,8 % seleccionaron la resina Bulk Fill y el 9 % la resina híbrida.

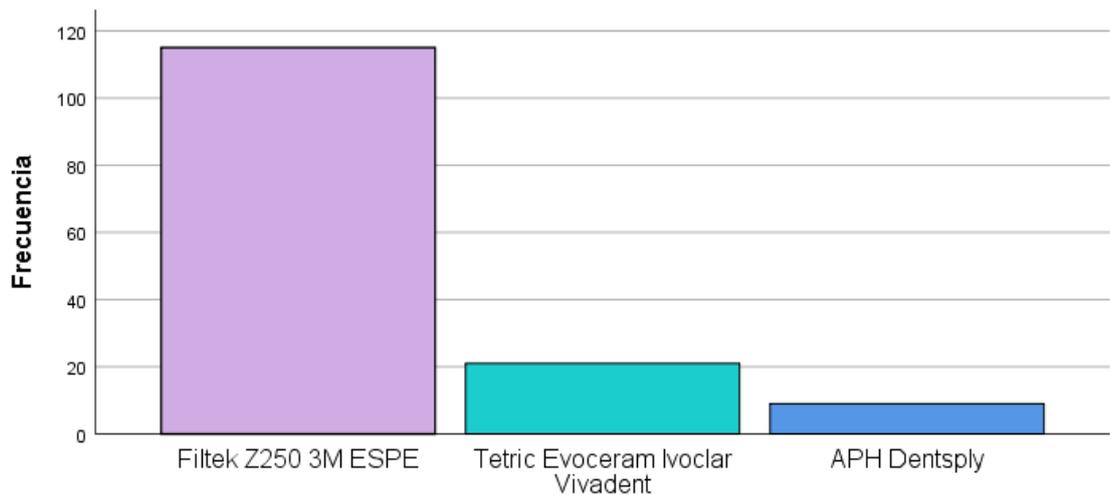
**Tabla Nro. 5.** Frecuencia de la marca comercial de la resina híbrida

		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Válido	Filtek Z250 3M ESPE	115	68,0
	Tetric Evoceram Ivoclar Vivadent	21	12,4
	APH Dentsply	9	5,3
	Total	145	85,8
	<b>Total</b>	<b>169</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Encuesta procesada en SPSS v.25.  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

**Gráfico Nro. 3.** Frecuencia de la marca comercial de la resina híbrida

Sobre la resina híbrida ¿cuál es la marca comercial que usted conoce y aplicaría para sus tratamientos dentales?



Fuente: Encuesta procesada en SPSS v.25.  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

Análisis: sobre la resina tipo híbrida el 68 % de los estudiantes de Clínica Integral escogieron la Filtek Z250 3M ESPE, el 12,4 % la Tetric Evoceram Ivoclar Vivadent y el 5,3 % la APH Dentsply. Con los datos obtenidos se determinó que la marca comercial 3M ESPE obtuvo la mayor tendencia en la resina híbrida y con la cual se realizó las probetas para el grupo 1.

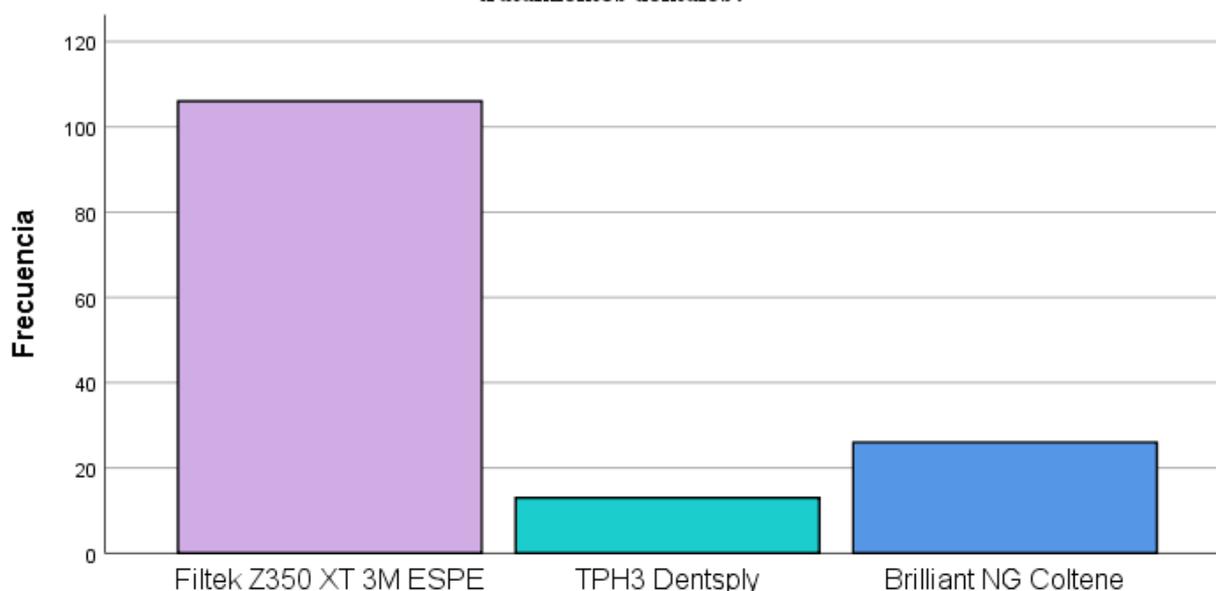
**Tabla Nro. 7.** Frecuencia de la marca comercial de la resina nanohíbrida

		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Válido	Filtek Z350 XT 3M ESPE	106	62,7
	TPH3 Dentsply	13	7,7
	Brilliant NG Coltene	26	15,4
	Total	145	85,8
<b>Total</b>		<b>169</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Encuesta procesada en SPSS v.25.  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

**Gráfico Nro. 4.** Frecuencia de la marca comercial de la resina nanohíbrida

**Sobre la resina nanohíbrida ¿cuál es la marca comercial que usted conoce y aplicaría para sus tratamientos dentales?**



Fuente: Encuesta procesada en SPSS v.25.  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

Análisis: el 62,7 % de estudiantes mostraron preferencia por la Filtek Z350 XT de la casa comercial 3M ESPE, el 15,4 % por la Brilliant NG de la casa comercial Coltene y el 7,7 % por la TPH3 de la casa comercial Dentsply. Por los datos obtenidos las probetas del grupo 2 fueron elaboradas con la resina nanohíbrida de la 3M ESPE.

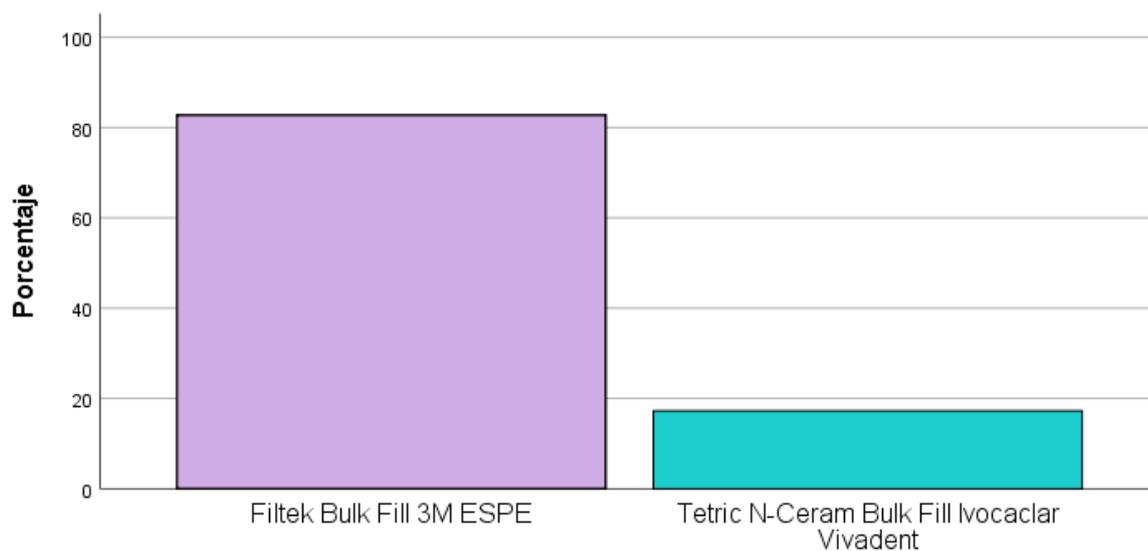
**Tabla Nro. 8.** Frecuencia de la marca comercial de la resina Bulk Fill

		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Válido	Filtek Bulk Fill 3M ESPE	120	71,0
	Tetric N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent	25	14,8
	Total	145	85,8
<b>Total</b>		<b>169</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Encuesta procesada en SPSS v.25.  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

**Gráfico Nro. 5.** Frecuencia de la marca comercial de la resina Bulk Fill

Sobre la resina Bulk Fill ¿cuál es la marca comercial que usted conoce y la aplicaría para sus tratamientos dentales?



Fuente: Encuesta procesada en SPSS v.25.  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

Análisis: el 71 % de los estudiantes seleccionaron la Filtek Bulk Fill de la casa comercial 3M ESPE y el 14,8 % la Tetric N-Ceram Bulk Fill de la casa comercial Ivoclar Vivadent, por la tendencia que presentó la marca comercial 3M ESPE, fue designada para la elaboración de las probetas del grupo 3.

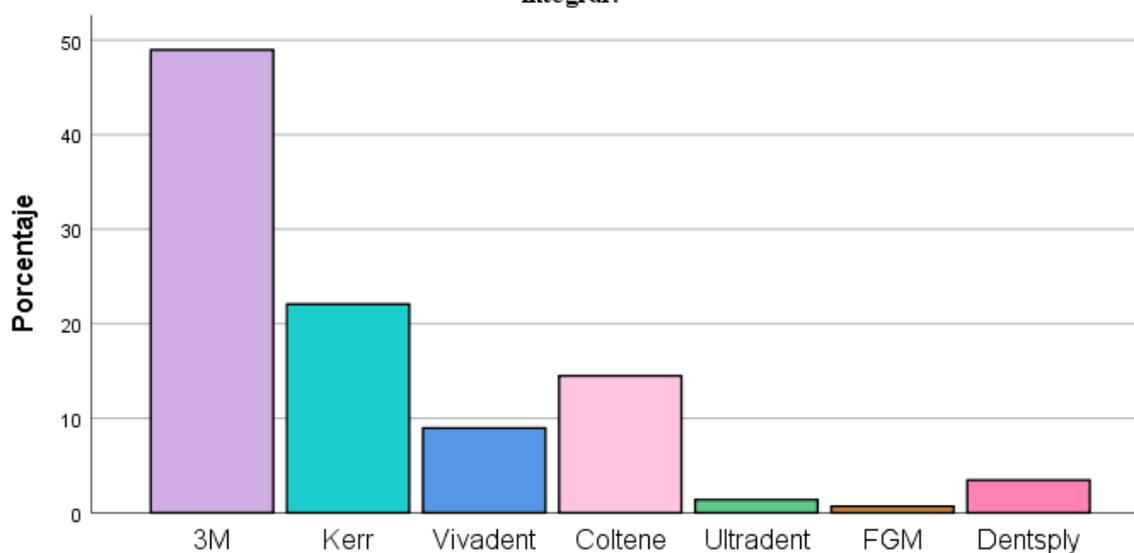
**Tabla Nro. 9.** Marca comercial utilizada en Clínica Integral

		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Válido	3M	71	42,0
	Kerr	32	18,9
	Vivadent	13	7,7
	Coltene	21	12,4
	Ultradent	2	1,2
	FGM	1	,6
	Dentsply	5	3,0
	Total	145	85,8
<b>Total</b>		<b>169</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Encuesta procesada en SPSS v.25.  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

**Gráfico Nro. 6.** Marca comercial utilizada en Clínica Integral

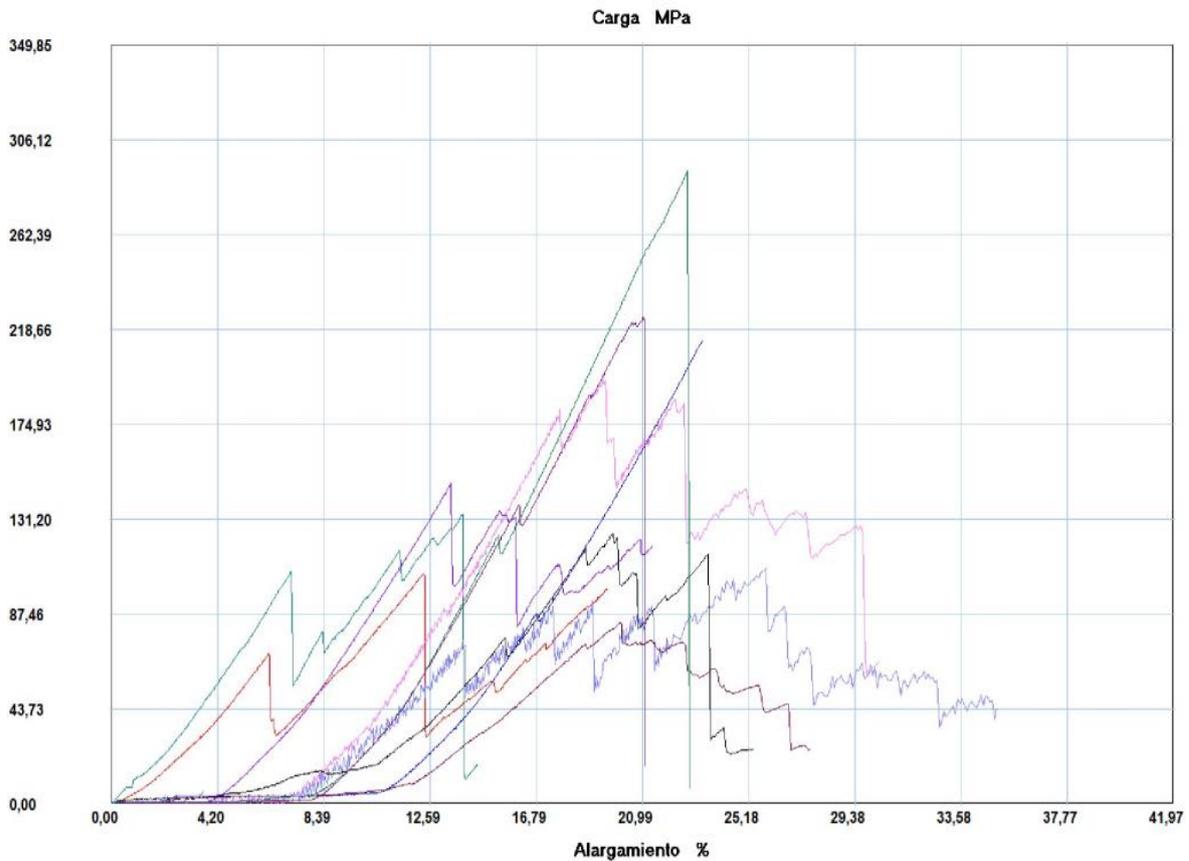
¿Qué marca comercial de resina usted utiliza en sus tratamientos dentales que realiza en clínica integral?



Fuente: Encuesta procesada en SPSS v.25.  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

Análisis: la marca comercial que marcó mayor tendencia al preguntar a los estudiantes cuál es la que ellos utilizan en los tratamientos dentales de la Clínica Integral fue la 3M ESPE que obtuvo el 42 % del total de participantes, la marca Kerr se encontró en segundo lugar con el 18,9 % siendo consideradas a las dos marcas comerciales de mayor uso en la práctica dental de los estudiantes.

### Gráfico Nro. 7. Prueba de carga Resina Filtek Z250 3M ESPE

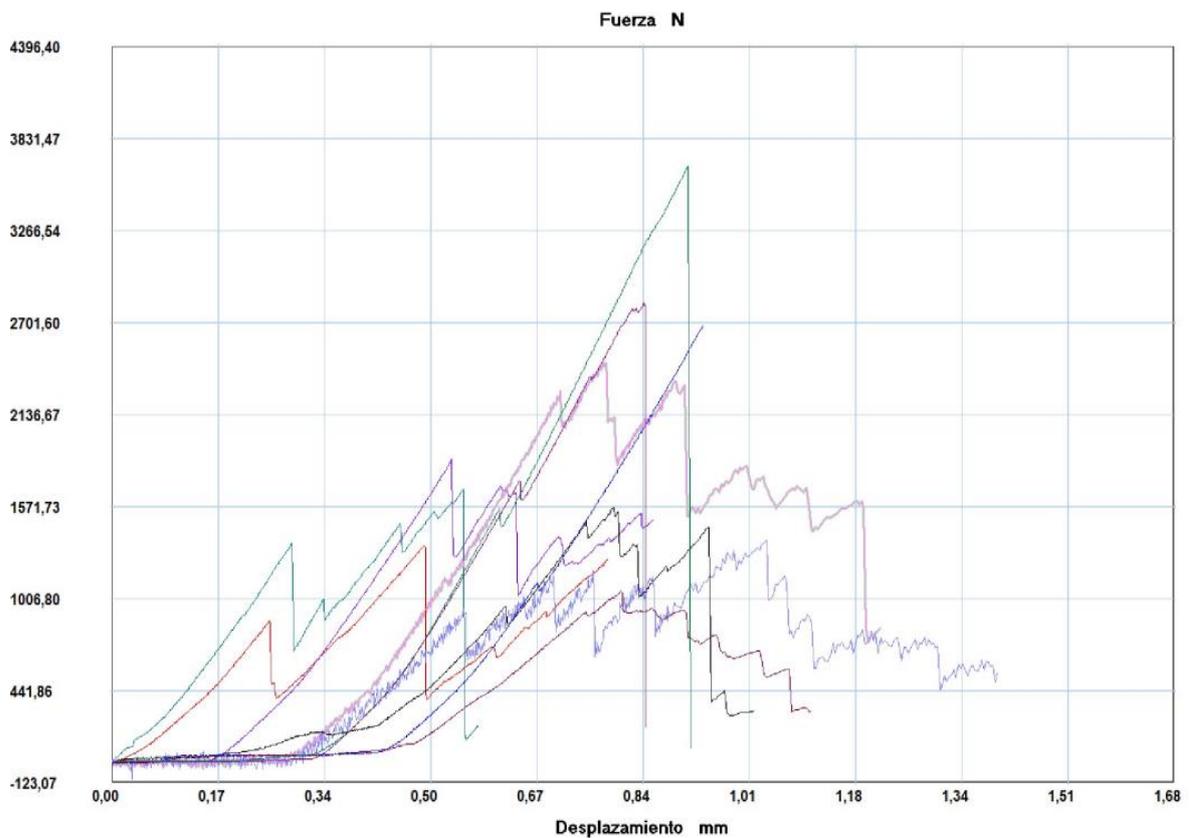


Fuente: Pruebas de compresión in-vitro.

Elaborado por: Laboratorio de Resistencia de Materiales del Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero

Análisis: los valores de carga aplicada a los bloques de esta resina mostraron la relación registrada del porcentaje de alargamiento una vez aplicada la carga en MPa, en el que los picos más altos pertenecieron a las fuerzas aplicadas entre 131,30 y 305 MPa, en un proceso de alargamiento entre 17 y 22 %; se notó además que existen muestras que en el proceso de menor carga, mayor fue su porcentaje de alargamiento con valores de hasta más de 33,58 %, y también valores de carga mayores determinaron menor porcentaje de alargamiento es decir indicaron que en este material hubo una explicación de la relación inversa entre el porcentaje de alargamiento y su carga (MPa). Y en función de la ficha técnica la resistencia a la compresión se determinó por un valor aproximado de 400 MPa, valor que no fue alcanzado por ninguna de las muestras.

**Gráfico Nro. 8.** Prueba de fuerza Resina Filtek Z250 3M ESPE

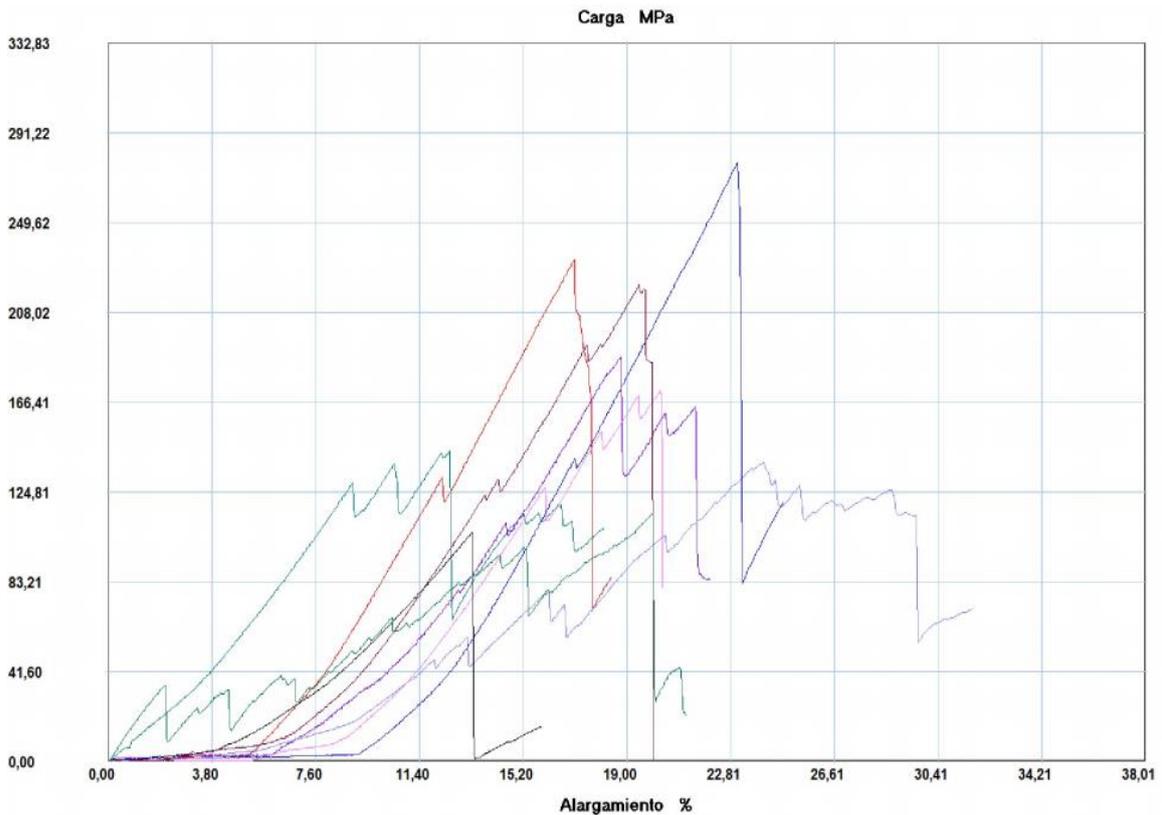


Fuente: Pruebas de compresión in-vitro.

Elaborado por: Laboratorio de Resistencia de Materiales del Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero

Análisis: en la prueba de desplazamiento y fuerza del material Filtek Z250 se observó la relación inversa entre las dos variables de estudio donde el pico más alto de resistencia aplicado estuvo en los valores aproximados a 3831,47 N, en cambio el desplazamiento mayor estuvo determinado por el valor de aproximadamente 1,34 mm; existió una variabilidad en la resistencia en las muestras muy amplia por esta razón se volvió difícil aproximar un comportamiento o tendencia en la prueba, la incidencia de mayor fuerza afectó directamente en un menor desplazamiento hasta la fractura del material.

### Gráfico Nro. 9. Prueba de carga Resina Filtek Z350 XT 3M ESPE

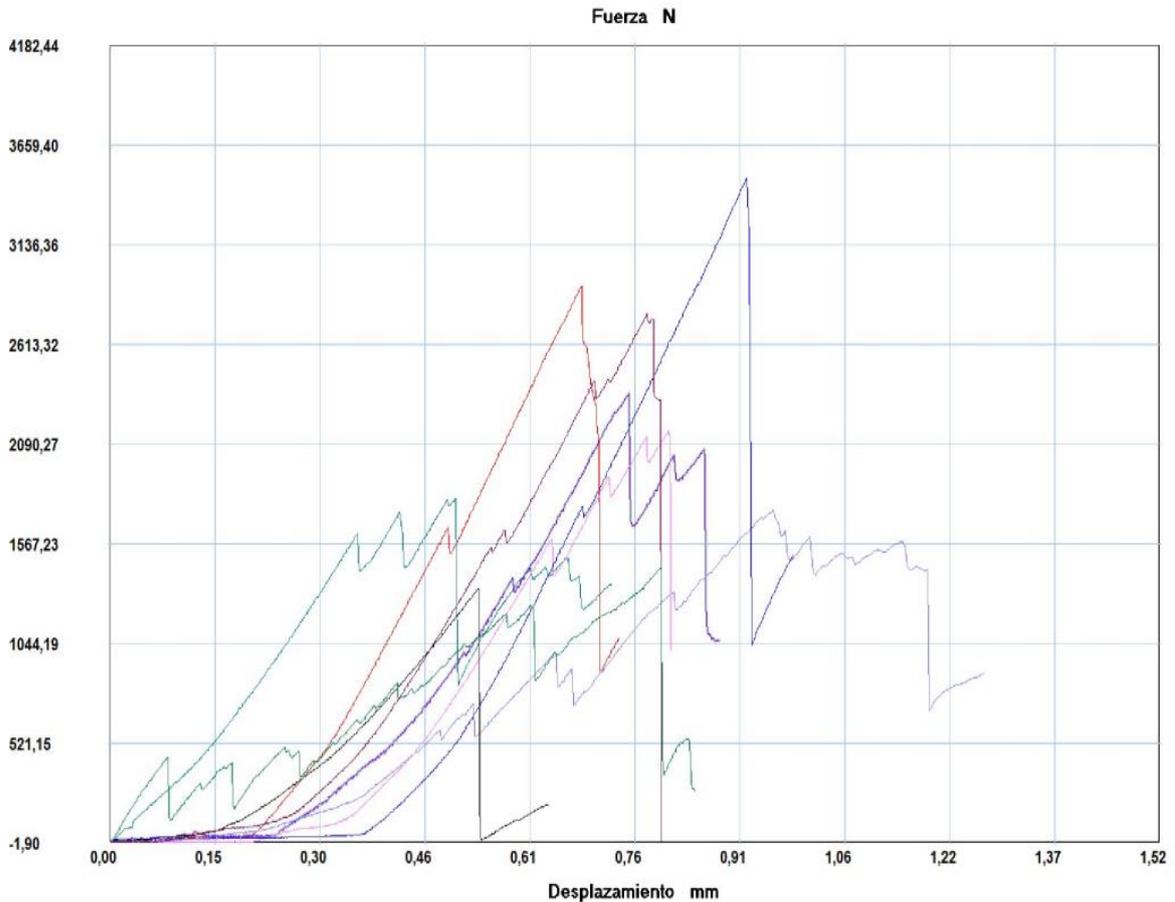


Fuente: Pruebas de compresión in-vitro.

Elaborado por: Laboratorio de Resistencia de Materiales del Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero

Análisis: el comportamiento del material Z350 XT se pudo apreciar en que la carga de mayor valor fue de 291,22 MPa aproximadamente, con un alargamiento máximo del 33 %; los intervalos de carga más altos se encontraron entre 124,81 y 291,22 MPa aproximadamente, los de alargamiento en relación a la carga de alto valor fueron determinados entre 7,60 y 22,81 %; de igual manera como en la prueba anterior la relación fue inversa entre las variables de la prueba. La ficha técnica del producto indicó valores de resistencia compresiva entre 361,37 hasta 394,01 MPa; en base a esta información las muestras no lograron llegar al rango de valores determinado en la ficha con las especificaciones de fábrica.

**Gráfico Nro. 10.** Prueba de fuerza Resina Filtek Z350 XT 3M ESPE

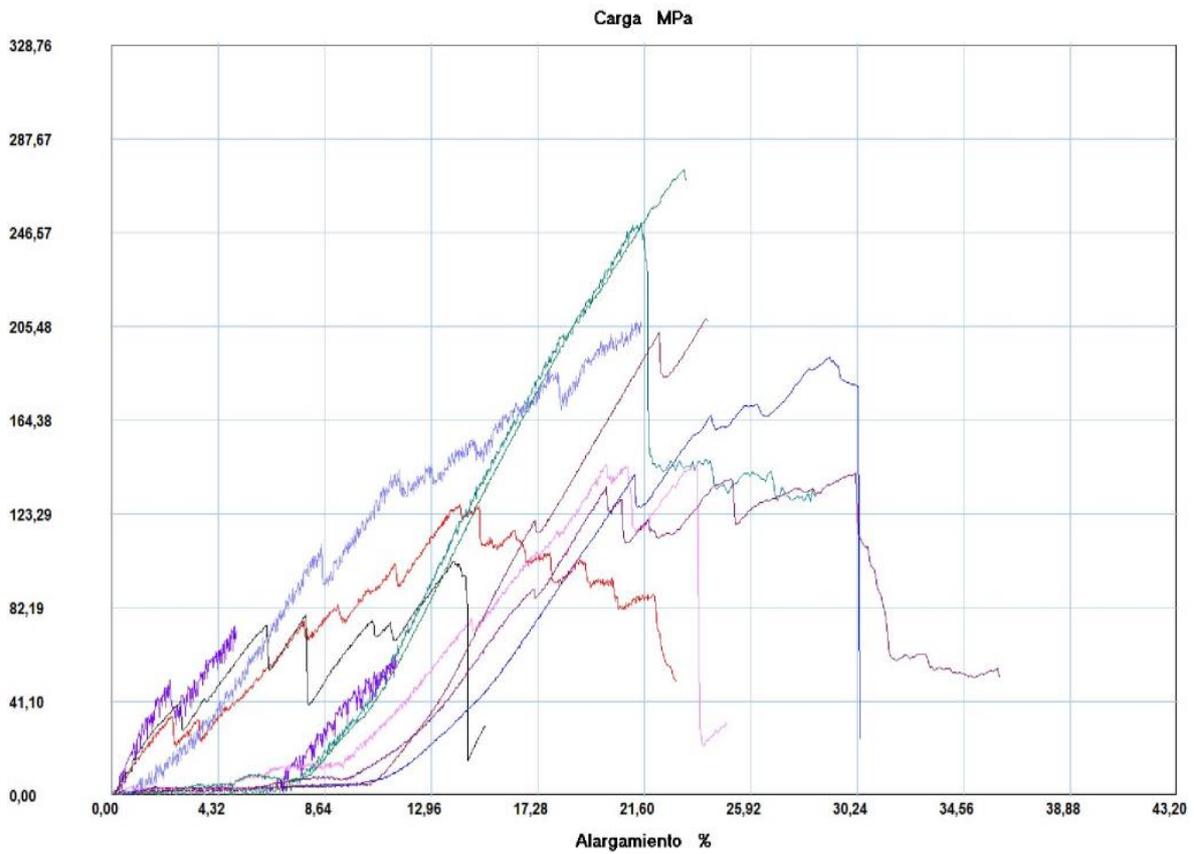


Fuente: Pruebas de compresión in-vitro.

Elaborado por: Laboratorio de Resistencia de Materiales del Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero

Análisis: la prueba de fuerza respecto al desplazamiento generó valores altos entre 1567,23 N hasta aproximadamente 3659,40 N; mientras que el desplazamiento del material indicó valores respecto a su fuerza de entre 0,46 y 0,91 mm; igual como en casos anteriores las muestras se comportaron de forma muy variable en la prueba por lo que la aproximación de una tendencia hacia las fuerzas resistivas debió ser probado mediante los estadísticos de tendencia central y de dispersión.

**Gráfico Nro. 11.** Prueba de carga Filtek Bulk Fill 3M

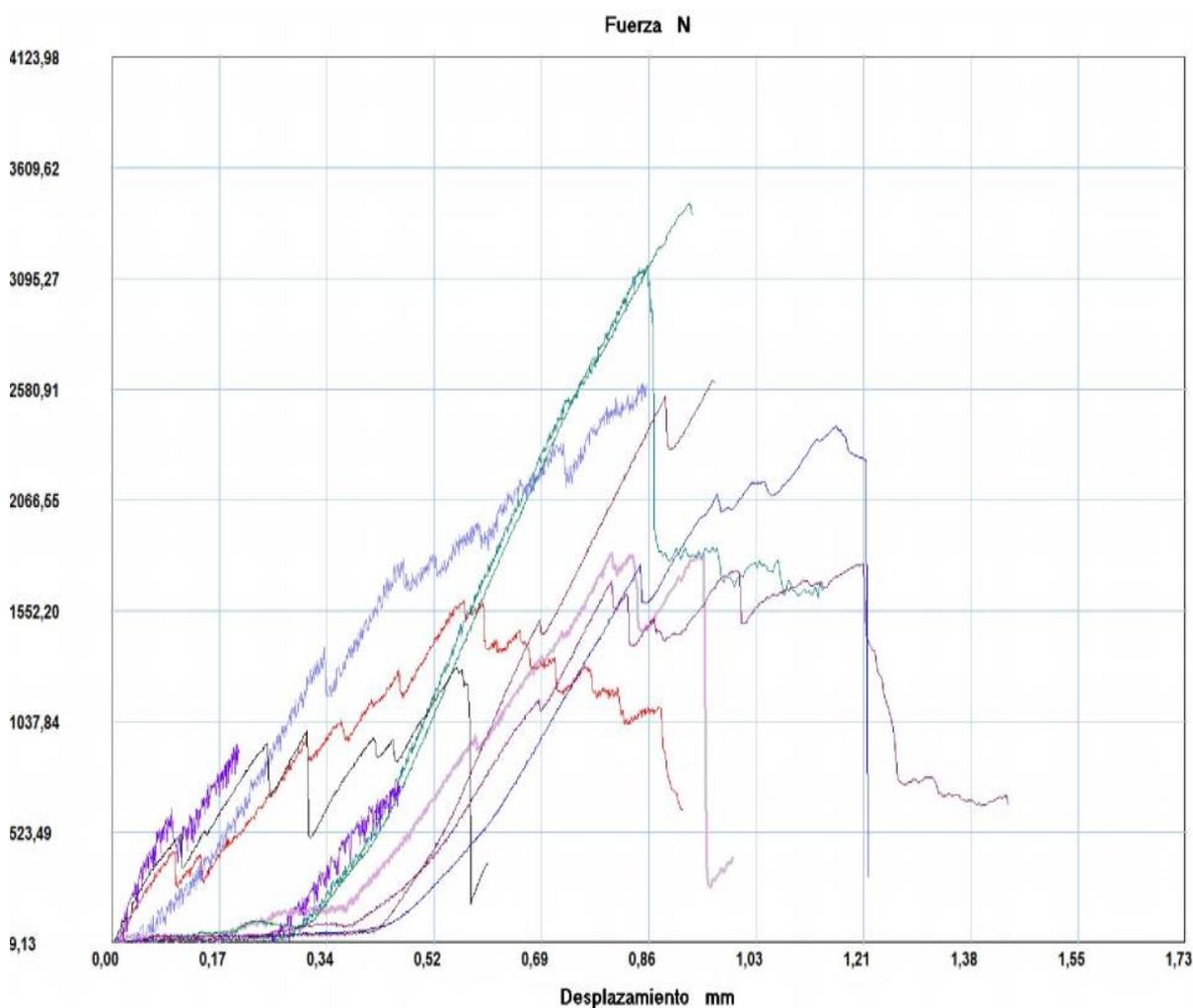


Fuente: Pruebas de compresión in-vitro.

Elaborado por: Laboratorio de Resistencia de Materiales del Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero

Análisis: los valores de porcentaje de alargamiento mostraron como en los otros casos una variabilidad alta respecto a la carga generada ubicándose en valores pico con un máximo de 246,57 MPa aproximadamente, con un valor de alargamiento de 21,60 %, la cantidad máxima de porcentaje de alargamiento fue de 34,56 % en una de las muestras con una prueba de carga de 123,29 MPa y una muestra por encima de los 164,38 MPa. La mayoría de muestras se encontraron con valores de porcentaje de alargamiento por debajo de 21,60 % en relación a su carga, no se pudo destacar mediante la gráfica una relación de grupo en la prueba por la varianza entre los valores de la prueba.

**Gráfico Nro. 12.** Prueba de fuerza Filtek Bulk Fill 3M

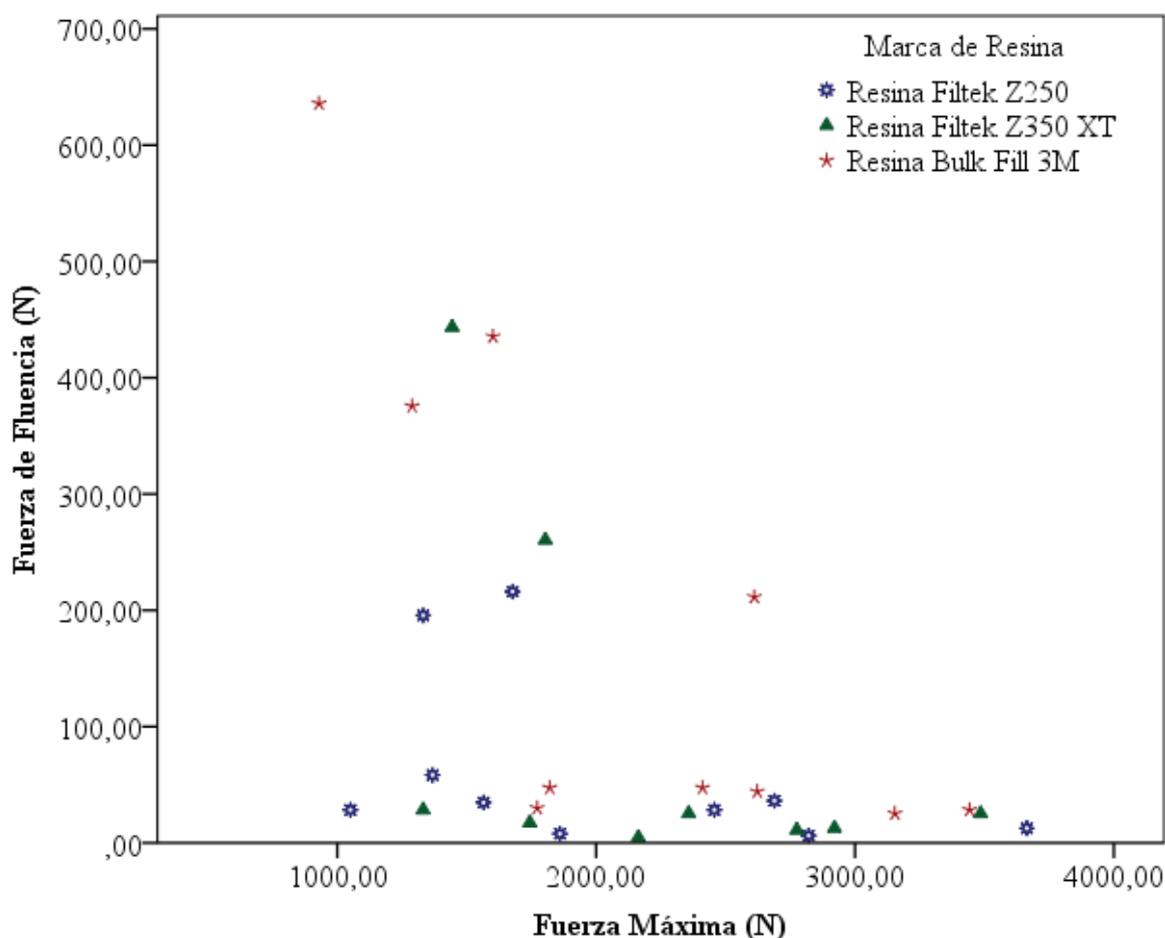


Fuente: Pruebas de compresión in-vitro.

Elaborado por: Laboratorio de Resistencia de Materiales del Centro de Fomento Productivo Metalmeccánico Carrocero

Análisis: la mayor fuerza aplicada a los bloques de prueba de Bulk Fill 3M indicó un valor máximo de prueba de 3609,62 N aproximadamente con un desplazamiento de 0,86 mm y un valor máximo de desplazamiento de 1,40 mm en relación a la fuerza por encima de 523,49 N; la concentración de fuerza en las muestras se mostró por debajo del valor de desplazamiento de 0,86 mm; se pudo notar que el impacto de fuerzas mínimas estuvo por debajo de 9,13 N el desplazamiento del material fue determinante, aunque este comportamiento fue muy variable en el total de las muestras.

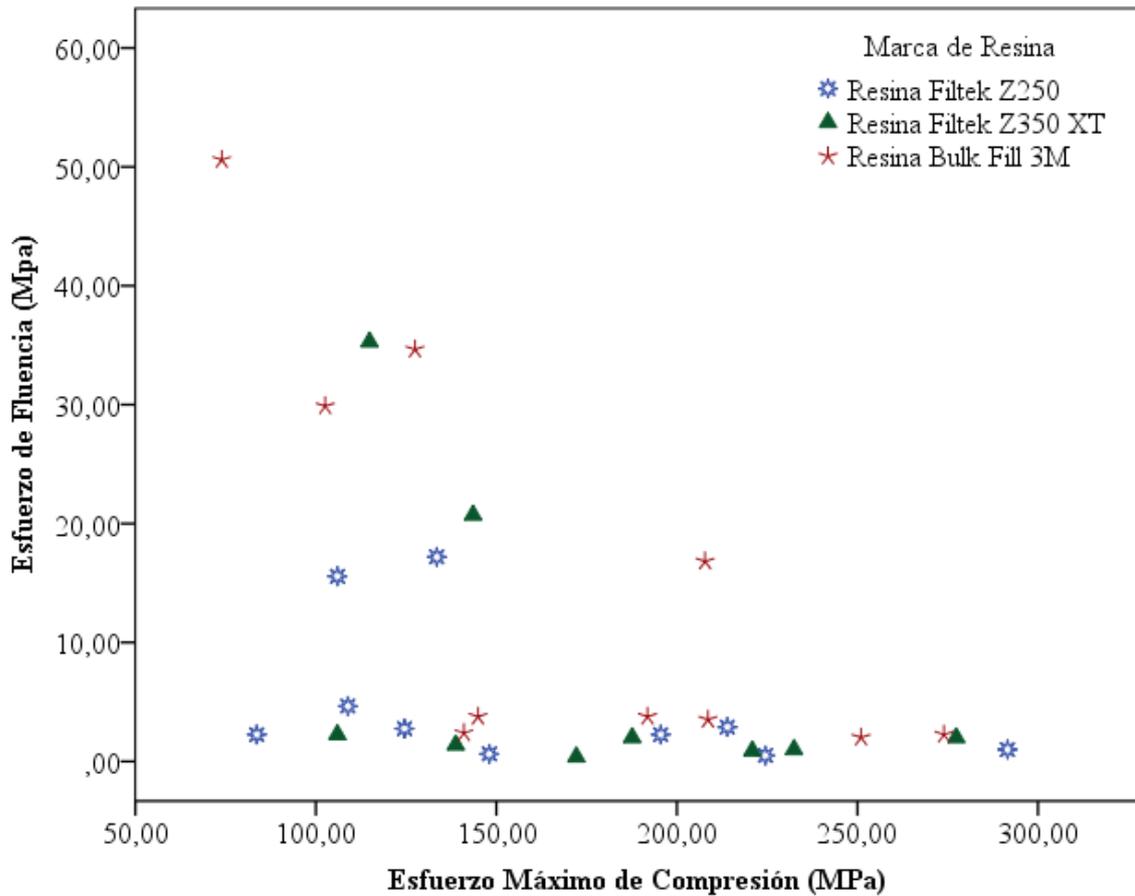
**Gráfico Nro. 13.** Relación entre la fuerza de fluencia y fuerza máxima.



Fuente: Pruebas de compresión vitro procesado en SPSS v.25.  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

Análisis: la fuerza máxima y la fuerza de fluencia por marca de resina determinó que la resina Bulk Fill 3M obtuvo valores muy variados en las pruebas denotando en algunas muestras valores superiores a los 600 N de fluencia con fuerza máxima menores a 1000 N, y en más del 50 % de estas muestras los valores de fluencia fueron menores a 100 N con un rango de fuerza máxima de entre 1800 N a cerca de 4000 N. La muestra en que se observó menor varianza después de la resina Bulk Fill fue la resina Filtek Z350 XT en cuyo caso solo 2 muestras denotaron valores altos, en el caso del 70 % de las muestras tuvieron valores diversos de fuerza máxima entre 1300 N y 3600 N aproximadamente respecto a la medida de fluencia menor a 100 N; finalmente el material que mostró valores menores de los tres materiales fue la resina Filtek Z250 con cantidades de fuerza máxima entre 1000 y 3700 N aproximadamente en relación a la fuerza de fluencia con un valor máximo de menos de 220 N; se pudo verificar que este material obtuvo más variabilidad en la fuerza máxima y menor variabilidad respecto a la fuerza de fluencia.

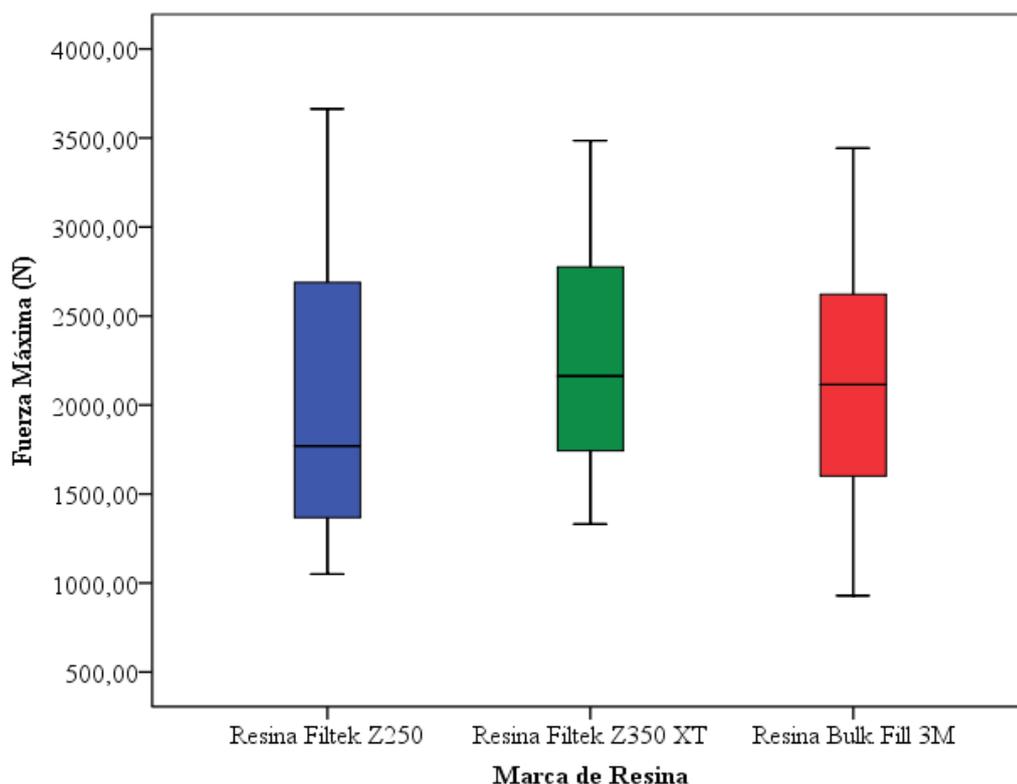
**Gráfico Nro. 14.** Relación entre el esfuerzo máximo de fluencia y esfuerzo máximo de compresión.



Fuente: Pruebas de compresión in-vitro procesado en SPSS v.25.  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

Análisis: el comportamiento se determinó a partir de los datos generados, en las pruebas mostró el mismo comportamiento de dispersión como en el gráfico Nro. 13 esto en razón de que la fuerza de fluencia fue proporcional a su esfuerzo y de igual forma la fuerza máxima a su esfuerzo máximo de compresión (MPa), las probetas Filtek Z250 generó cantidades de esfuerzo de fluencia entre 0 y 10 MPa con cantidades de esfuerzo máximo de entre 60 a cerca de 300 MPa, de igual manera como se indicó en el gráfico anterior el 70 % del material Filtek Z350 XT tuvo un esfuerzo máximo diverso y solo un 20 % denoto un esfuerzo de fluencia por encima de 20 MPa, es importante destacar que en este material una de las muestras no determinó valores en razón de que la misma se destruyó de forma inmediata no logrando capturar datos para su medición; finalmente en el caso de Bulk Fill 3M el 60 % de las muestras se comportaron de forma muy variable en el esfuerzo máximo y el 40 % se mostró con cantidades de esfuerzo de fluencia por encima de 20 MPa.

**Gráfico Nro. 15.** Comparativo de fuerza máxima por material de resina.



Fuente: Pruebas de compresión in-vitro procesado en SPSS v.25.  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

**Tabla Nro. 10.** Estadísticos descriptivos Fuerza máxima (N) y Esfuerzo Máximo (Mpa).

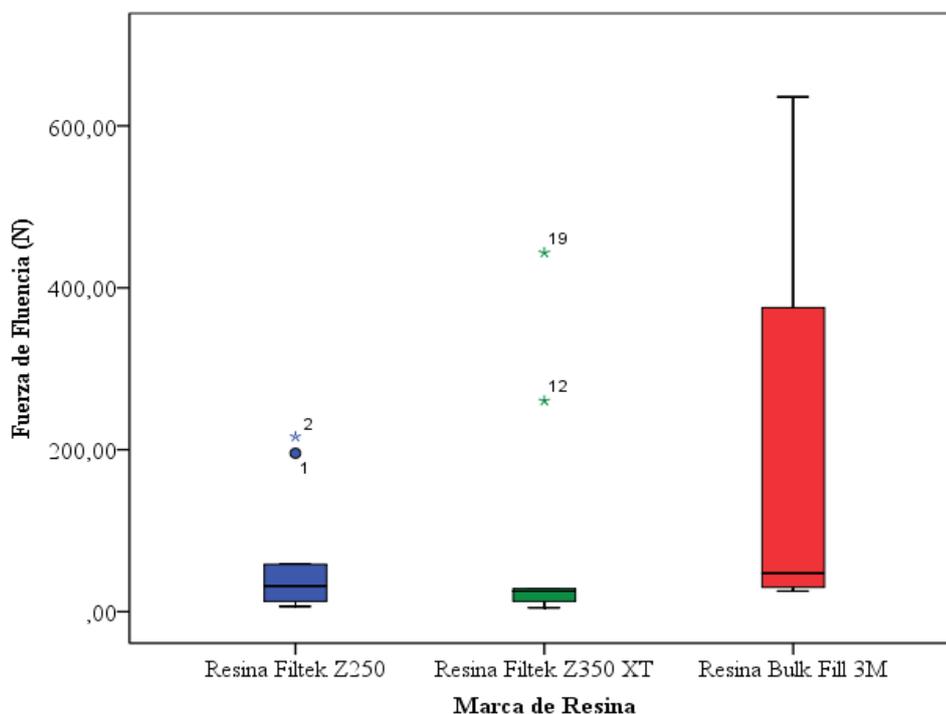
<b>Tipo de Resina</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Coefficiente de Variación</b>
<b>Fuerza Máxima (N)</b>				
Resina Filtek Z250	2048,308	1768,72	827,39494	40%
Resina Filtek Z350 XT	2224,8811	2163,17	725,82312	33%
Resina Bulk Fill 3M	2165,382	2115,84	814,06864	38%
<b>Esfuerzo Máximo (MPa)</b>				
Resina Filtek Z250	162,998	140,75	65,84118	40%
Resina Filtek Z350 XT	177,05	172,14	57,76157	33%
Resina Bulk Fill 3M	172,305	168,37	64,77707	38%

Fuente: Pruebas de compresión in-vitro procesado en SPSS v.25.  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

Análisis: la fuerza máxima que se observó en las muestras estableció que la resina Filtek Z350 XT tuvo los valores de rango más altos, seguido de la resina Bulk Fill 3M y finalmente la Filtek Z250; la mediana más alta fue registrado en el material Z350 XT 3M, al igual que en la resina Bulk Fill, y el valor más bajo de fuerza máxima aplicado fue generado en la

resina Filtek Z250; el material más variable en las pruebas de fuerza fue en la resina Filtek Z250 y el material de menor variabilidad en razón de su rango intercuartilístico (RIQ) fue la resina Z350 XT. En función del coeficiente de variación entre los materiales la cantidad porcentual menor lo obtuvo la resina Filtek Z350 XT con el 33 %. En lo que respecta al esfuerzo máximo (MPa) el valor promedio más alto al esfuerzo máximo fue obtenido por la resina Filtek Z350 XT (177,05 MPa), seguido de la resina Bulk Fill (172,305 MPa) y finalmente la Filtek Z250 3M (162,998 MPa), la variación entre materiales mostró que la resina Filtek Z350 XT fue más estable con el coeficiente de variación más bajo del 33%.

**Gráfico Nro. 16.** Comparativo de fuerza de fluencia por material de resina



Fuente: Pruebas de compresión in-vitro procesado en SPSS v.25.  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

**Tabla Nro. 11.** Estadísticos descriptivos Fuerza de fluencia (N)

<b>Tipo de Resina</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Coefficiente de Variación</b>
Resina Filtek Z250	62,481	31,555	77,29434	124%
Resina Filtek Z350 XT	92,0356	25,24	154,43256	168%
Resina Bulk Fill 3M	188,074	47,33	219,77924	117%

Fuente: Pruebas de compresión in-vitro procesado en SPSS v.25.  
Elaborado por: María Victoria Peñafiel

Análisis: en lo que refiere a las medidas de fuerza de fluencia en relación al tipo de resina se observó que el valor promedio más alto en esta prueba correspondió a la resina Bulk Fill 3M, seguido de la resina Filtek Z350 XT y con la medida más baja de entre las 3 resinas

estuvo la Z250 la variación entre las muestras denotó una dispersión más alta en la resina Filtek Z350 XT destacando en la gráfica Nro. 10 mayor estabilidad considerando que el valor del CV correspondió a la desviación de la media por la presencia de datos atípicos, de igual forma en el material de resina Filtek Z250, la variabilidad del Bulk Fill 3M fue menor en función del CV.

### 7.1. Contrastación de hipótesis

Se requirió comprobar si estadísticamente se podía establecer cuál es el material de mejor resistencia a las fuerzas compresivas, para ello se buscó comparar los grupos de materiales respecto a su esfuerzo máximo, para este fin se realizó la prueba de normalidad de la variable cuantitativa.

**Tabla Nro. 12.** Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Esfuerzo Máximo de Compresión (MPa)	0,952	29	0,208

a Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Pruebas de compresión in-vitro procesado en SPSS v.25.

Elaborado por: María Victoria Peñafiel

Los valores de la prueba de normalidad fueron mayores a 0,05 ( $p=0,208$ ) por lo que se afirma que la distribución de datos es Normal. Para esta distribución de datos y para comprobar la hipótesis de investigación se usó la prueba de análisis de varianzas ANOVA.

$H_0$ = No hay diferencias estadísticamente significativas entre el esfuerzo máximo de compresión y los diferentes materiales de restauración.

Decisión:  $p < 0,05$  rechaza  $H_0$

**Tabla Nro. 13.** Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
0,204	2	26	0,817

Fuente: Pruebas de compresión in-vitro procesado en SPSS v.25.

Elaborado por: María Victoria Peñafiel

**Tabla Nro. 14. ANOVA**

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Entre grupos</b>	981,368	2	490,684	0,123	0,885
<b>Dentro de grupos</b>	103471,36	26	3979,668		
<b>Total</b>	104452,73	28			

Fuente: Pruebas de compresión in-vitro procesado en SPSS v.25.

Elaborado por: María Victoria Peñafiel

El valor de significancia fue mayor a 0,05 ( $p=0,817$ ) y el estadístico de Levene de igual forma concluyó que no hay suficiente evidencia para encontrar diferencias entre los grupos materiales de restauración. Sin embargo, los estadísticos descriptivos demostraron que la resina que obtuvo mayor resistencia fue la nanohíbrida representada por la Filtek Z350 XT.

## 8. DISCUSIÓN

En el presente estudio se compara la resistencia de las resinas híbrida, nanohíbrida y Bulk Fill a la fuerza de compresión mediante pruebas de laboratorio. Obteniendo resultados sobre la fuerza máxima de la resina Filtek Z250 3M una media de 2048,308 N, la resina Filtek Z350 XT 3M una media de 2224,881 N y la resina Filtek Bulk Fill 3M una media de 2165,382 N. Sobre la fuerza de fluencia la resina Filtek Z250 3M tiene una media de 62,481 N, la resina Filtek Z350 XT 3M una media de 92,0356 N y la Filtek Bulk Fill 3M una media de 188,074 N. Con los siguientes datos se establece una comparación con el estudio realizado por Guerra <sup>(46)</sup> en el cual menciona la resistencia a la compresión entre la resina Filtek Z350 XT con técnica incremental y la Bulk Fill con técnica monoincremental, respecto a la fuerza máxima la Z350 XT obtuvo 2584,80 N mientras que la Bulk Fill 2402,67 N. Se puede notar que los valores reportados de la resina Z350 XT con respecto a la fuerza máxima tienen concordancia con los valores obtenidos en este estudio, al contrario de la resina Bulk Fill en la cual los valores no coinciden.

En los datos recopilados en esta investigación sobre el esfuerzo máximo de compresión medido en MPa, la resina Filtek Z250 3M tiene una media de 162,998 MPa, la Filtek Z350 XT 3M una media de 177,05 MPa y la resina Filtek Bulk Fill 3M una media de 172,305 MPa. En Perú, en un trabajo de investigación publicado en el año 2018, comparan la resistencia a la compresión y flexión de las resinas Bulk Fill (Opus™ Bulk Filk, Tetric® N-Ceram Bulk Fill y Filtek™ Bulk Fill) y la resina Filtek Z350 XT, en el cual las resinas Bulk Fill presentan mayor resistencia, a pesar de ser resinas monoincrementales las mismas que utilizan diferentes sistemas para iniciar la fotoiniciación. La resina que obtiene mayor resistencia es la Filtek™ Bulk Fill con una media de 235.59 MPa y la más baja la Filtek Z350 XT con 99.28 MPa. <sup>(47)</sup> Estos datos no coinciden con la presente investigación, ya que según los resultados arrojados, la resina Z350 XT tiene mejor resistencia a la compresión que la resina Bulk Fill.

En el estudio realizado por Garzón <sup>(48)</sup> sobre la resistencia a la compresión de la resina Filtek P60 3M polimerizada con lámpara LED, se encuentran resultados muy variables, el grupo de control tiene una resistencia media de 111 MPa, mientras que el grupo en el que el material es polimerizado con calor y nitrógeno se encuentran valores de 167,97 MPa, sin embargo no coinciden con los valores que menciona la descripción de la casa comercial, en la que la resistencia compresiva es de 350 MPa a 400 MPa. La resina P60 es de la casa comercial 3M al igual que las resinas utilizadas en este estudio, por esto se puede establecer

semejanzas en sus valores, pero dichos datos se acercan solamente a los de la resina Filtek Z250 con un resistencia media de 162,97 MPa.

Falcón et al <sup>(8)</sup> para comparar la resistencia a la compresión entre la resina Filtek Z250 y la resina SonicFill, utiliza probetas de 4x4 mm y las somete a pruebas de laboratorio, se obtiene resultados de 289,7 MPa para la Filtek Z250 y 257,73 MPa para la SonicFill. Se compara los resultados de las probetas por ser las mismas medidas utilizadas en este estudio, y dichos valores están por debajo con una diferencia aproximadamente de 87 MPa.

De igual forma se han realizado estudios sobre resistencia a la compresión pero en órganos dentales, este es el caso de Millingalli <sup>(49)</sup> que realiza una investigación en premolares, para determinar la compresión de dos resinas de la casa comercial 3M específicamente la Filtek Z350 XT y la Filtek Bulk Fill Fluida y de dos resinas de la casa comercial VOCO entre las que están la Grandio y la Grandio Flow. Las resinas 3M alcanzan en promedio 305,32 MPa y las VOCO 277,58 MPa. Ninguno de los dos valores se asemeja a los de este estudio, concluyendo que uno de los factores para que los resultados infieran significativamente, sea por que las muestras fueron manipuladas directamente en el órgano dentario y no en probetas.

Según los resultados se concluye que no hay diferencias estadísticamente significativas entre el esfuerzo máximo de compresión y las diferentes resinas utilizadas en este estudio, pero en el análisis estadístico descriptivo la resina que obtiene mayor resistencia a la compresión es la Filtek Z350 XT.

## 9. CONCLUSIONES

- Mediante la aplicación de encuestas se seleccionó y se concluyó que la marca comercial de los tres tipos de resina más adecuada para los estudiantes de Clínica Integral según sus conocimientos es la marca 3M ESPE, debido a que el 68 % escogieron la Filtek Z250 en la resina híbrida, el 62,7 % la Filtek Z350 XT en la resina nanohíbrida y el 71 % la Filtek Bulk Fill en la resina Bulk Fill, razón por la cual logró ser la marca escogida para la elaboración de las muestras. Con las encuestas también se determinó que las marcas comerciales 3M ESPE y Kerr con el 42 % y 18,9 % respectivamente fueron las resinas de mayor uso en los estudiantes para los tratamientos dentales.
- Se elaboró las probetas de cada grupo de resina concluyendo que al seguir estrictamente las instrucciones del fabricante las muestras que se realizaron fueron idóneas y por consiguiente se logró utilizarlas en las pruebas de resistencia a la compresión en la Máquina de ensayos universal.
- Se evaluó el grado de resistencia a la compresión de cada grupo de resina, obteniendo la fuerza máxima y la fuerza de fluencia en newtons (N) y el esfuerzo máximo de compresión en megapascuales (MPa). La resina Filtek Z250 obtuvo medias de 2048,308 N, 62,481 N y 162,998 MPa respectivamente, mientras que la resina Filtek Z350 XT alcanzó medias de 2224,8811 N, 92,0356 N y 177,05 MPa respectivamente y la Filtek Bulk Fill anotó valores sobre la fuerza máxima de 2165,382 N, la fuerza de fluencia como 188,074 N y el esfuerzo máximo de compresión valores de 172,305 MPa. Con los datos mencionados se estableció la comparación de la resistencia a la fuerza de compresión entre los tres grupos mediante pruebas de normalidad y se concluyó una distribución de datos normales, en el análisis de varianzas ANOVA y el estadístico de Levene se determinó que no hay suficiente evidencia para encontrar diferencias entre los grupos de estudio, esto se comprobó debido a que los valores de significancia fueron mayores a 0,05 ( $p=0,817$ ). Sin embargo se determinó en los estadísticos descriptivos que el grupo de resina que obtuvo mayor resistencia a la compresión fue la resina nanohíbrida representada por la Filtek Z350 XT.

## **10. RECOMENDACIONES**

- Es necesario que para futuras investigaciones se utilice varias marcas comerciales de resinas sobre todo de las de tipo Bulk Fill por ser nuevas en el mercado y la marca comercial Kerr por ser altamente ocupada en la Clínica Integral de la Carrera de Odontología.
- Es importante que, tanto para realizar restauraciones dentales en boca como para pruebas de laboratorio de materiales de restauración dental, se sigan las indicaciones que muestra el fabricante para obtener resultados eficaces.
- Se recomienda que para nuevos estudios se incremente el número de muestras, con la idea de que el modelo estadístico de prueba tenga una estimación elevada por lo tanto exista mayor evidencia para comprobar las diferencias significativas entre los materiales y se sugiere el uso de la resina Z350 XT en restauraciones posteriores, por su significancia en favor de la resistencia a la compresión.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López De Castro Bolufer A, Acosta Escanaverino IA, López De Castro Alonso A. Factores relacionados con el fracaso de las restauraciones dentales de resina y amalgama. *Rev* 16 abril. 2017;56(265):104–12.
2. Germscheid W, Gosse De Gorre L, Sullivan B, O’Neill C, Price RB, Labrie D. Post-curing in dental resin-based composites. *Dent Mater* [Internet]. 2018;34(9):1367–77. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.06.021>
3. Opdam NJM, Van de Sande FH, Bronkhorst E, Cenci MS, Bottenberg P, Pallesen U, et al. Longevity of Posterior Composite Restorations : A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res*. 2014;20(10):1–9.
4. Bonilla Aguilar K. Análisis In-Vitro de Filtración Marginal en restauraciones con resina compuesta usando materiales de base cavitaria: Ionómero de vidrio convencional vs. Ionómero de vidrio modificado con resina. 2012.
5. Park J, Lee G, Kim J, Park M, Ko C, Kim H-I, et al. Polymerization shrinkage , flexural and compression properties of low-shrinkage dental resin composites. *Dent Mater J*. 2014;33(1):104–10.
6. Almeida-Chetti VA, Macchi RL, Iglesias ME. Effect of Post-Curing treatment on mechanical properties of composite resins. *Acta Odontológica Latinoam*. 2014;27(2):72–6.
7. Pallesen U, Van Dijken JW, Halken J, Hallonsten A-L, Höigaard R. A prospective 8-year follow-up of posterior resin composite restorations in permanent teeth of children and adolescents in Public Dental Health Service : reasons for replacement. *Clin Oral Invest*. 2013;1–9.
8. Falcón Cabrera G, Benavente Acurio P. Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo bulk fill. 2017.
9. Vélez Cuenca TM. Resistencia de la resina convencional (nanohíbrida) y resina Bulk-Fill a la fractura con técnicas incremental y monoincremental. Estudio comparativo in-vitro. 2016.
10. Tsujimoto A, Barkmeier WW, Fischer NG, Nojiri K, Nagura Y, Takamizawa T, et al. Wear of resin composites : Current insights into underlying mechanisms, evaluation methods and influential factors. *Jpn Dent Sci Rev* [Internet]. 2017;1–12. Available

from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdsr.2017.11.002>

11. González IB. Estudio Comparativo in vitro de la resistencia compresiva y la dureza superficial de un sistema de resina compuesta monoincremental (SonicFill <sup>TM</sup>) y uno convencional (Herculite <sup>®</sup> Precis). 2013.
12. Huayhua Revolledo ED. Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas. 2013.
13. Once Guanga DE. Resistencia a la fuerza de compresión: Resina Nanohíbrida y Nanoparticulada. Estudio In Vitro. 2017.
14. Blanco Lerech S, Frías Tarón S, Tarón Dunoyer A, Bustillo Arrieta JM, Díaz Caballero A. Resistencia a la compresión del ionómero de vidrio y de la resina compuesta . Estudio in vitro. Rev Odontológica Mex [Internet]. 2017;21(2):109–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rodMex.2017.05.006>
15. Rodríguez G DR, Pereira S NA. Evolución y Tendencias Actuales en Resinas Compuestas. Acta Odontológica Venez. 2008;46(3):1–19.
16. Hervás García A, Martínez Lozano MA, Cabanes Vila J, Barjau Escribano A, Fos Galve P. Resinas compuestas . Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006;11:215–20.
17. Pérez P AM, Fereira P JL, Espina-Fereira ÁI, Ortega-Pertuz AI. Análisis estructural de las resinas dentales expuestas al incremento controlado de la temperatura. Estudio con fines forenses. Cienc Odontológica. 2016;13(1):52–66.
18. Aliaga Vera I. Sistema de razonamiento basado en casos y análisis estadístico inferencial en la predicción de fracasos de restauraciones de resina compuesta en sector posterior. 2014.
19. Malucín Martínez MDLÁ. Comparación in vitro del grado de microfiltración de las resinas compuestas aplicadas mediante la técnica incremental con las resinas Bulk-fill colocadas mediante la técnica en bloque en cavidades clase I en molares humanos. 2016.
20. Kortaberria M, Alzola E. Biocompatibilidad de los composites y cementos dentales. 2014.
21. Cuevas Suárez CE, D'Accorso NB, Zamarripa Calderón JE. Uso en odontología de

- resinas polimerizadas por apertura de anillos. *Acta Odontológica Venez.* 2009;
22. Alvear Oña DE. Cambio de color por exposición al café de dos tipos de resinas compuestas utilizadas en restauraciones dentales. *Estudio In Vitro.* 2015.
  23. Carrillo Sánchez C, Monroy Pedraza AM. Materiales de resinas compuestas y su polimerización. *Rev ADM.* 2009;LXV(4):10–7.
  24. Abad Vélez DJ. Determinar el estado de las restauraciones directas de resina compuesta en el sector posterior, realizadas durante el período 2012 - 2013, a los pacientes que acudieron a la Clínica Integral de Adultos de la Universidad Nacional de Loja. Período Marzo - J. 2016.
  25. Restrepo Lluís J. Influencia del espesor de tres resinas compuestas translúcidas de diferente tonalidad sobre la luminosidad. 2014.
  26. Suárez Bonilla DA. Carillas indirectas en resina compuesta como Tratamiento Alternativo Estético - Restaurador. 2018.
  27. Zeballos López L, Valdivieso Pérez Á. Materiales dentales de restauración. *Rev Actual Clínica.* 2013;30:1498–504.
  28. Orozco Barreto R, Álvarez Gayosso C, Guerrero Ibarra J. Fotopolimerización de resinas compuestas a través de diversos espesores de tejido dental. *Rev Odontológica Mex.* 2015;19(4):222–7.
  29. Carrillo Sánchez C, Monroy Pedraza AM. Métodos de activación de la fotopolimerización. *Rev ADM.* 2009;LXV(5):18–28.
  30. López Soto OP, Acebedo Vallejo JE, Joya Rodríguez LD, López Macías AM. Evaluación de la intensidad de salida de la luz de las lámparas de fotocurado de una clínica dental. *Rev Colomb Investig en Odontol.* 2011;2(4):24–32.
  31. Vaca MJ, Ceballos L, Fuentes M V, Osario R, Toledano M, García-Godoy F. Sorción y solubilidad de materiales formulados con resina. *Av en Odontomatología.* 2003;19(6):283–9.
  32. Zafra Vallejo M. Estudio experimental, in vitro, sobre la estabilidad cromática de los composites Amaris® (VOCO). 2012.
  33. Baldión Elorza PA, Vaca Hortua DA, Álvarez Silva CA, Agaton Montes DA. Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta.

- Rev Colomb Investig en Odontol. 2011;1(3):51–9.
34. Suarez R, Lozano F. Comparación de la dureza superficial de resinas de nanotecnología , según el momento del pulido : In vitro. Rev Estomatol Hered. 2014;24(1):11–6.
  35. Noboa Quintana MA. Estudio comparativo in vitro para comprobar la estabilidad de color en resinas fotopolimerizables pulidas y no pulidas sumergidas en sustancias pigmentantes. 2015.
  36. 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. Rev CES Odont. 2017;30(1):3–16.
  37. Braga RR, Ferracane JL. Alternatives in polymerization contraction stress management. Crit Rev Oral Biol Med. 2004;15(3):176–84.
  38. Manhart J, García-Godoy F, Hickel R. Direct posterior restorations: clinical results and new developments. Dent Clin N Am. 2002;46:303–39.
  39. 3M, Dentales L de P. Filtek™ Z250 Restaurador Universal Perfil Técnico del Producto. 2009.
  40. 3M. Filtek Z350 XT Restaurador Universal Perfil técnico del producto. 2017.
  41. 3M. Filtek Bulk Fill Resina para posteriores Perfil Técnico del producto. 2014.
  42. Murgueitio Piedrahita R. Propiedades mecánicas en odontología. Rev Estomatol. 2001;9(2):30–8.
  43. Alfaro Moctezuma PE, Ángeles Medina F, Osorno Escareño M del C, Núñez Martínez JM, Romero Esquiliano G. Fuerza de mordida: su importancia en la masticación, su medición y sus condicionantes clínicos. Parte I. Rev ADM. 2012;LXIX(2):53–7.
  44. Hernández Gonzáles R, Moraga Castillo R, Velásquez Castilla M, Gutiérrez Flores F. Resistencia compresiva vidrio ionómero Ionofil Molar y Vitremer según tiempo de exposición en saliva artificial. Rev Clin Periodoncia Implant Rehab Oral. 2013;6(2):75–7.
  45. Torres J, Redondo J. Reparación y automatización de una máquina universal de ensayos. Rev Cienc e Ing. 2009;30(2):171–9.

46. Guerra Midolo DD. Resistencia a la compresión entre una resina con técnica incremental Filtek Z350 XT de 3M ESPE y una monoincremental Filtek Bulk Fill de 3M ESPE. Estudio In Vitro, Arequipa, 2017. 2017.
47. Borja Farfán NE, Loyola Livias OD. Comparación in vitro de la resistencia a la compresión y resistencia flexural de resinas Bulk Fill (Opus <sup>TM</sup> Bulk Fill , Tetric <sup>®</sup> N-Ceram Bulk Fill y Filtek <sup>TM</sup> Bulk Fill). 2019.
48. Garzón Flores JE. Estudio comparativo de resistencia a la compresión de la resina Filtek P60 3M sometida a calor y presión; Estudio In Vitro. 2016.
49. Millingalli Vega HS. Determinar la resistencia a la compresión vertical en cuatro resinas de nanotecnología de dos casas comerciales en técnica cominada entre resina fluida y convencional a través de la técnica incremental en restauraciones clase II ocluso-distal. 2016.

## 12. ANEXOS

### 12.1. Encuesta aplicada a los estudiantes de Clínica Integral

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE ODONTOLÓGIA

PROYECTO PARA DETERMINAR QUE TIPO DE RESINA SERIA LA MAS ADECUADA PARA SU USO EN LA CLÍNICA DE LA CARRERA DE ODONTOLÓGIA

SELECCIONAR UNA OPCIÓN DE ACUERDO A SU CONOCIMIENTO Y PRÁCTICA EN CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS

**\*Obligatorio**

1. Dirección de correo electrónico \*

\_\_\_\_\_

2. Según la clasificación de las resinas por el tamaño de partículas, ¿cuál cree usted que sería la más indicada para trabajar en la clínica odontológica? \*

Marca solo un óvalo.

- Híbrida  
 Nanohíbrida  
 Bulk Fill

3. Sobre la resina Bulk Fill ¿cuál es la marca comercial que usted conoce y la aplicaría para sus tratamientos dentales? \*

Marca solo un óvalo.

- Filtek Bulk Fill 3M ESPE  
 Tetric N-Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent

4. Sobre la resina nanohíbrida ¿cuál es la marca comercial que usted conoce y aplicaría para sus tratamientos dentales? \*

Marca solo un óvalo.

- Filtek Z350 XT 3M ESPE  
 TPH3 Dentsply  
 Brilliant NG Coltene

5. Sobre la resina híbrida ¿cuál es la marca comercial que usted conoce y aplicaría para sus tratamientos dentales? \*

Marca solo un óvalo.

- Filtek Z250 3M ESPE  
 Tetric Evoceram Ivoclar Vivadent  
 APH Dentsply

6. ¿Qué marca comercial de resina usted utiliza en sus tratamientos dentales que realiza en clínica integral? \*

**7. Seleccione el semestre al que pertenece**

*Marca solo un óvalo.*

- Séptimo
- Octavo
- Noveno
- Décimo

---

Con la tecnología de  
 Google Forms

## 12.2. Recepción de muestras



Centro de Fomento Productivo  
Metalmecánico Carrocero



Honorable Gobierno  
Provincial de Tungurahua

### RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

Informe N°: 060405091420190412-ECP	
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>	
Empresa / Cliente: María Victoria Peñafiel Rodríguez.	
Dirección: Portoviejo y Pasaje Tena, Cda. Los Shyrís, Riobamba.	
Núm. de cédula / RUC: 0604050914	Teléfono: 0958795925
E-mail: mariavictoria5952@gmail.com	

<b>DATOS INFORMATIVOS</b>
Laboratorio: Resistencia de Materiales
Designación del material: Material dental.
Método de ensayo: ISO 4049:2009. Odontología - Materiales de restauración a base de polímeros.

#### Número de Probetas cuantificadas

N°	Identificación del grupo	Descripción del material	Probetas a Ensayar
1	060405091420190412-ECP 01	Resina Z250 XT 3M	10
2	060405091420190412-ECP 02	Resina Z350 XT 3M	10
3	060405091420190412-ECP 03	Resina Bulk Fill 3M	10
<b>Total</b>			<b>30</b>

Nota: La fabricación de las probetas en tipo y cantidad es declarada por el cliente.



ENSAYO SOLICITADO

No.	No. DE PROBETA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE RECEPCIÓN
1	060405091420190412-ECP 01-1	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
2	060405091420190412-ECP 01-2	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
3	060405091420190412-ECP 01-3	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
4	060405091420190412-ECP 01-4	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
5	060405091420190412-ECP 01-5	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
6	060405091420190412-ECP 01-6	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
7	060405091420190412-ECP 01-7	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
8	060405091420190412-ECP 01-8	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
9	060405091420190412-ECP 01-9	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
10	060405091420190412-ECP 01-10	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
11	060405091420190412-ECP 02-1	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
12	060405091420190412-ECP 02-2	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
13	060405091420190412-ECP 02-3	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
14	060405091420190412-ECP 02-4	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
15	060405091420190412-ECP 02-5	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
16	060405091420190412-ECP 02-6	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
17	060405091420190412-ECP 02-7	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
18	060405091420190412-ECP 02-8	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
19	060405091420190412-ECP 02-9	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
20	060405091420190412-ECP 02-10	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
21	060405091420190412-ECP 03-1	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
22	060405091420190412-ECP 03-2	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
23	060405091420190412-ECP 03-3	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
24	060405091420190412-ECP 03-4	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
25	060405091420190412-ECP 03-5	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
26	060405091420190412-ECP 03-6	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
27	060405091420190412-ECP 03-7	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
28	060405091420190412-ECP 03-8	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
29	060405091420190412-ECP 03-9	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12
30	060405091420190412-ECP 03-10	Cumple con los criterios dimensionales	2019/04/12

**DATOS INFORMATIVOS:** De acuerdo a los criterios de aceptación y rechazo las probetas cumplen con el número mínimo de muestras para el ensayo y en las dimensiones.

**NOTA:** LA INFORMACION CONSIGNADA EN ESTE FORMULARIO ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE. POSTERIORMENTE A LA EJECUCIÓN DEL(LOS) ENSAYOS NO SE ADMITIRÁ ARREGLOS DE ESTA INFORMACION NI DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS. FAVOR REVISAR ANTES DE SU FIRMA.

<b>Elaborado por:</b> Ing. Fernando Galarza Mg. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	<b>Ing. Fernando Tibán R.</b> Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	<b>Aprobado por:</b> Ing. Esteban López Espinel MEng. Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC
 Cliente		

### 12.3. Pruebas de laboratorio y resultados



Centro de Fomento Productivo  
Metalmeccánico Carroceros



Honorable Gobierno  
Provincial de Tungurahua

**LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES**  
**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MATERIALES POLIMÉRICOS.**  
**INFORME DE RESULTADOS N°: 060405091420190412-ECP**

**DATOS GENERALES**

N° de proforma: RM\_2019\_027  
 Empresa / Cliente: María Victoria Peñafiel Rodríguez  
 RUC/C.I.: 0604050914 Ciudad: Riobamba  
 Dirección: Portoviejo y Pasaje Tena, Cdla. Los Shyris.  
 Teléfono: 0958795925 Correo: mariavictoria5952@gmail.com  
**DATOS DEL ENSAYO:**  
 Lugar de Ejecución del Ensayo: Laboratorio de Resistencia de Materiales.  
 Dirección: Ambato/Catiglatá, Toronto y Río de Janeiro.  
 Método de ensayo: ISO 4049:2009. Odontología - Materiales de restauración a base de polímeros.  
 Tipo de ensayo: Cuantitativo. Tipo de probeta: Cilíndrica.  
 Equipo utilizado: Máquina de ensayos universal Polímeros Metrotest Modelo: MTE 50. Serie: 8210MD02  
 Velocidad de ensayo: 2 mm/min. Precarga: 0,01 N.  
 Fecha de Inicio de Ensayo: 2019/04/18 Fecha de Finalización de Ensayo: 2019/04/18  
 Los resultados obtenidos en el presente informe corresponden a ensayos realizados en probetas de *material dental*. Las probetas fueron recibidas en el Laboratorio de Resistencia de Materiales del CFPMC del H.G.P. Tungurahua.

**OBJETOS DE ENSAYO**

Numero de Probetas cuantificadas:

N°	Identificación del grupo	Descripción del material	Probetas a Ensayar
1	060405091420190412-ECP 01	Resina Z250 XT 3M	10
2	060405091420190412-ECP 02	Resina Z350 XT 3M	10
3	060405091420190412-ECP 03	Resina Bulk Fill 3M	10
Total			30

Observaciones: Ninguna.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>	
Ing. Fernando Galarrza Mg. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Ing. Fernando Tiban R. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Ing. Esteban López E. MEng. Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC

Fecha de entrega de Informe: 25 de abril de 2019.  
N°. Factura: 001-002-000006848.

Código: RG-RM-012  
 Fecha de Elaboración: 11-02-2016  
 Fecha de última aprobación: 18-04-2018  
 Revisión: 3

INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN DE  
PLÁSTICOS RÍGIDOS

Página 1 de 4

Resultados:

Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dimensiones mm		Fuerza máxima (N)	Fuerza de fluencia (N)	Esfuerzo máximo de compresión (MPa)	Esfuerzo de fluencia (MPa)
				Diámetro	Longitud				
1	060405091420190412-ECP 01-1	25,9	50,0	4	4	1331,67	195,65	105,97	15,57
2	060405091420190412-ECP 01-2	25,9	50,0	4	4	1677,21	216,16	133,47	17,20
3	060405091420190412-ECP 01-3	25,9	50,0	4	4	1860,23	7,89	148,03	0,63
4	060405091420190412-ECP 01-4	25,9	50,0	4	4	1367,96	58,38	108,86	4,65
5	060405091420190412-ECP 01-5	25,9	50,0	4	4	2456,64	28,40	195,49	2,26
6	060405091420190412-ECP 01-6	25,9	50,0	4	4	1565,18	34,71	124,55	2,76
7	060405091420190412-ECP 01-7	25,9	50,0	4	4	2688,58	36,29	213,95	2,89
8	060405091420190412-ECP 01-8	25,9	50,0	4	4	1050,82	28,40	83,62	2,26
9	060405091420190412-ECP 01-9	25,9	50,0	4	4	3663,67	12,62	291,54	1,00
10	060405091420190412-ECP 01-10	25,9	50,0	4	4	2821,12	6,31	224,50	0,50
Promedio $\bar{X}$						2048,308	62,481	162,999	4,972
Desviación estándar $S_{n-1}$						827,395	77,294	65,842	6,151
Coeficiente de variación $CV$						40,394	123,709	40,394	123,709

Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dimensiones mm		Fuerza máxima (N)	Fuerza de fluencia (N)	Esfuerzo máximo de compresión (MPa)	Esfuerzo de fluencia (MPa)
				Diámetro	Longitud				
11	060405091420190412-ECP 02-1	25,7	55,3	4	4	2920,52	12,62	232,41	1,00
12	060405091420190412-ECP 02-2	25,7	55,3	4	4	1803,43	260,34	143,51	20,72
13	060405091420190412-ECP 02-3	25,7	55,3	4	4	2357,24	25,24	187,58	2,01
14	060405091420190412-ECP 02-4	25,7	55,3	4	4	1743,48	17,35	138,74	1,38
15	060405091420190412-ECP 02-5	25,7	55,3	4	4	2163,17	4,73	172,14	0,38
16	060405091420190412-ECP 02-6	25,7	55,3	4	4	1331,67	28,40	105,97	2,26
17	060405091420190412-ECP 02-7	25,7	55,3	4	4	3485,37	25,24	277,36	2,01
18	060405091420190412-ECP 02-8	25,7	55,3	4	4	2775,36	11,04	220,86	0,88
19	060405091420190412-ECP 02-9	25,7	55,3	4	4	1443,69	443,36	114,88	35,28
20	060405091420190412-ECP 02-10	25,7	55,3	4	4	No se registraron valores	No se registraron valores	No se registraron valores	No se registraron valores
Promedio $\bar{X}$						2224,881	92,036	177,050	7,324
Desviación estándar $S_{n-1}$						725,823	154,433	57,759	12,289
Coeficiente de variación $CV$						32,623	167,797	32,623	167,797

Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dimensiones mm		Fuerza máxima (N)	Fuerza de fluencia (N)	Esfuerzo máximo de compresión (MPa)	Esfuerzo de fluencia (MPa)
				Diámetro	Longitud				
21	060405091420190412-ECP 03-1	25,5	62,8	4	4	1601,47	435,47	127,44	34,65
22	060405091420190412-ECP 03-2	25,5	62,8	4	4	3154,04	25,24	250,99	2,01
23	060405091420190412-ECP 03-3	25,5	62,8	4	4	929,33	635,86	73,95	50,60
24	060405091420190412-ECP 03-4	25,5	62,8	4	4	2611,27	211,43	207,80	16,83
25	060405091420190412-ECP 03-5	25,5	62,8	4	4	1820,79	47,33	144,89	3,77
26	060405091420190412-ECP 03-6	25,5	62,8	4	4	1289,07	375,52	102,58	29,88
27	060405091420190412-ECP 03-7	25,5	62,8	4	4	2410,89	47,33	191,85	3,77
28	060405091420190412-ECP 03-8	25,5	62,8	4	4	2622,31	44,18	208,68	3,52
29	060405091420190412-ECP 03-9	25,5	62,8	4	4	3442,77	28,40	273,97	2,26
30	060405091420190412-ECP 03-10	25,5	62,8	4	4	1771,88	29,98	141,00	2,39
Promedio $\bar{X}$						2165,382	188,074	172,315	14,966
Desviación estándar $S_{n-1}$						814,069	219,779	64,781	17,489
Coeficiente de variación $CV$						37,595	116,858	37,595	116,858

## 12.4. Certificado del Laboratorio de Resistencia de materiales del Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero



### **QUIEN SUSCRIBE, A PETICIÓN DEL INTERESADO**

### **CERTIFICA**

QUE LA SEÑORITA PEÑAFIEL RODRÍGUEZ MARÍA VICTORIA C.I. #. 0604050914 TESISISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD, CARRERA DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO (UNACH), REALIZÓ ENSAYOS DE LABORATORIO PARA EL DESARROLLO DE SU PROYECTO DE INVESTIGACIÓN TITULADO: "RESISTENCIA DE LAS RESINAS HÍBRIDA, NANOHÍBRIDA Y BULK FILL A LA FUERZA DE COMPRESIÓN" EN EL CENTRO DE FOMENTO PRODUCTIVO METALMECÁNICO CARROCERO DEL HONORABLE GOBIERNO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.

FECHAS RELACIONADAS PEDIDO RM\_2019\_027:

RECEPCIÓN MUESTRAS: 2019-04-12

EMISIÓN INFORME: 2019-04-25

EL PORTADOR PUEDE HACER USO DEL PRESENTE CERTIFICADO DE LA MANERA QUE ESTIME CONVENIENTE.

Ambato, 26 de Abril del 2019

*Ing. Esteban López Espinel*  
**Director Técnico de Ensayos e Inspecciones**  
**Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero**  
**H. Gobierno Provincial Tungurahua**  
Contacto: +593 3 3730350 Ext: 1  
Móvil: +593 993960745  
skype: esteban\_fernando\_lopez  
Mail: esteban.lopez@tunguraua.gob.ec

