



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA**

TESIS

**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DE DOS RESINAS COMPUESTAS: VITTRA APS-
FGM Y FILTEK Z-350 XT-3M, AREQUIPA 2018.**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANO DENTISTA

**PRESENTADO POR:
BACHILLER LIZETH AURELIA PUMA MENDOZA**

**ASESOR:
MG. HUBER SANTOS SALINAS PINTO**

**AREQUIPA, PERÚ
DICIEMBRE 2018**

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis lo dedico con amor para mi guía espiritual Dios padre, que siempre fué y es mi soporte espiritual, emocional, con el cual he contado en mis victorias y fracasos, gracias a su amor paciente y misericordioso me he sentido acompañada y motivada a no rendirme.

A mis padres Maura Mendoza Benavidez, Paulino Puma Maque quienes me dieron su apoyo, su amor y me ayudaron a lograr mis metas.

A mis hermanos Yamil, Elmer y Esmeralda, quienes a pesar de la distancia física, siempre los tuve presente.

AGRADECIMIENTOS

A todos los maestros que fueron parte de mi formación académica. A todos ellos que fueron de influencia en mi formación como profesional y me prepararon para los retos que me esperan.

Esta tesis se ha llevado a cabo gracias a la dirección de los doctores Huber Salinas Pinto y el Dr. Xavier Sacca Urday quienes me brindaron su apoyo en este trabajo de investigación científica, resolviendo mis dudas, facilitando el acceso a datos y otros.

A la familia de la Sra. Evangelina Larico y su esposo el Dr. Antonio, quienes me brindaron su confianza y desde que me conocieron recibí mucho amor y apoyo a nivel espiritual y profesional.

Gracias

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo comparar la resistencia a la compresión de dos resinas de nanorrelleno de diferentes marcas, una más nueva que la otra en el mercado. La resina compuesta VITTRA APS-FGM de alto contenido inorgánico en su composición y la otra, resina compuesta también, de alto contenido de relleno inorgánico más conocida y usada, FILTEK Z-350 XT - 3M.

Para llevar a cabo el trabajo se confeccionaron un total de 20 muestras, 10 para cada resina compuesta, sus dimensiones fueron de 4,2mm de diámetro y 8,4mm de alto, confeccionadas en una matriz de acero prefabricada para facilitar su manipulación y obtener muestras homogéneas. Las probetas cilíndricas de resina fueron polimerizadas según las indicaciones del fabricante y pulidas con discos Soft-Lex. Luego fueron mantenidos a 37°C y 100% de humedad relativa por 24 horas. Posteriormente, se llevaron al laboratorio donde se realizó el ensayo de compresión en la máquina universal de ensayos (marca INSTRON modelo 23-100). Los valores se obtuvieron en Megapascales (MPa).

El trabajo de investigación fue de tipo experimental, con diseño comparativo, laboratorial, transversal y prospectivo. Para la recolección de datos se utilizó la técnica de observación y como instrumento se elaboró una ficha de observación, donde se registró la información obtenida.

Los resultados muestran que la resina compuesta VITTRA APS-FGM obtuvo una resistencia de 243,679 MPa y la FILTEK Z-350 XT fue 239.317 MPa. Al comparar ambos grupos, no se evidenció diferencias estadísticamente significativas entre ellos, es decir, ambas resinas compuestas evidenciaron igual resistencia a la compresión.

Palabras clave:

Resistencia a la compresión, Resinas compuestas.

ABSTRACT

The aim of this research was to compare the compression resistance of two resins for nano-filling of two different brands, one newer to the market than the other. The compound resin VITTRA APS-FGM with high inorganic content in its composition and the other, also compound, with a high content of inorganic filling, more used and better known, FILTEK Z-350 XT - 3M.

In order to complete this research, a total of 20 samples were created, 10 for each compound resin; their measurements were 4,2mm in diameter and 8,4mm high, made in a prefabricated steel matrix to facilitate its manipulation and obtain homogeneous samples. The cylindrical test tubes with resin were polymerized in compliance with the instructions of the manufacturer and polished with Soft-Flex discs. Then, they were kept at 37°C and 100% relative humidity for 24 hours. Afterwards, they were taken to the laboratory, where a compression test was carried out in the universal testing machine (INSTRON model 23-100). The values were obtained in Mega-Pascals (MPa).

The research project was experimental, with a comparative, laboratory, transverse, and prospective design. For the data collection, the observation technique was used and as an instrument, an observation list was created, where all gathered data was recorded.

The results show that the compound resin VITTRA APS-FGM obtained a resistance of 243,679 MPa and FILTEK Z-350 XT, 239,317 MPa. When comparing both groups there was no evidence of statistically significant differences between them, that is, both composed resins evidenced the same resistance to compression.

Key words:

Resistance to compression, Compound Resins.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.4.1 Importancia de la Investigación	2
1.4.2 Viabilidad de la Investigación.....	4
1.5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	6
2.1.2 Antecedentes Locales.....	8
2.2 BASES TEÓRICAS	8
2.2.1 Resina Compuesta	8
2.2.1.1 Concepto	8
2.2.1.2 Composición.....	9
2.2.1.3 Clasificación de las Resinas Compuestas	13
2.2.1.4 Propiedades de las Resinas Compuestas	20
2.2.2 Polimerización	24
2.2.2.1 Definición.....	24
2.2.2.2 Fotopolimerización.....	25
2.2.2.3 Técnicas de fotoactivación	26

2.2.3 Compresión	28
2.2.3.1 Resistencia a la compresión	28
2.2.3.2 Método de resistencia compresiva	29
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	31
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.1 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS PRINCIPAL Y DERIVADAS	32
3.2 VARIABLES; DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL	32
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	33
4.1 DISEÑO METODOLÓGICO	33
4.2 DISEÑO DE MUESTRA	33
4.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	35
4.4 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	37
4.5 ASPECTOS ÉTICOS	37
CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	38
5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO:	38
5.2 ANÁLISIS INFERENCIAL:	46
5.3 COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS:	49
5.4 DISCUSIÓN:	51
CONCLUSIONES:	53
RECOMENDACIONES:	54
FUENTES DE INFORMACIÓN	55
ANEXOS	60
ANEXO NRO. 1: FICHA DE RECOLECCIÓN LABORATORIAL Nro 1- Nro 2	61
ANEXO NRO. 2: MATRIZ DE DATOS	62
ANEXO NRO. 3: DOCUMENTACIÓN SUSTENTATORIA	63
ANEXO NRO. 4: SECUENCIA FOTOGRÁFICA	67

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1	: Comparación de la altura de las muestras de resinas VITTRA APS de la FGM y FILTEK Z-350 de la 3M.....	38
TABLA N° 2	: Comparación del diámetro de las muestras de resinas VITTRA APS de la FGM y FILTEK Z-350 de la 3M.....	40
TABLA N° 3	: Comparación de la carga máxima de las muestras de resinas VITTRA APS de la FGM y FILTEK Z-350 de la 3M.....	42
TABLA N° 4	: Comparación de la resistencia a la compresión de las muestras de resinas VITTRA APS de la FGM y FILTEK Z-350 de la 3M.....	44
TABLA N° 5	: Prueba T de student para comparar la altura y diámetro de las muestras de resinas VITTRA APS de la FGM y FILTEK Z-350 de la 3M.....	46
TABLA N° 6	: Prueba T de student para comparar la carga máxima aplicada a las muestras de resinas VITTRA APS de la FGM y FILTEK Z-350 de la 3M.....	47
TABLA N° 7	: Prueba T de student para comparar la resistencia a la compresión de las muestras de resinas VITTRA APS de la FGM y FILTEK Z-350 de la 3M.....	48

ÍNDICES DE GRÁFICOS

- GRÁFICO N° 1** : Comparación de la altura de las muestras de resinas VITTRA APS de la FGM y FILTEK Z-350 de la 3M..... 39
- GRÁFICO N° 2** : Comparación del diámetro de las muestras de resinas VITTRA APS de la FGM y FILTEK Z-350 de la 3M..... 41
- GRÁFICO N° 3** : Comparación de la carga máxima de las muestras de resinas VITTRA APS de la FGM y FILTEK Z-350 de la 3M..... 43
- GRÁFICO N° 4** : Comparación de la resistencia a la compresión de las muestras de resinas VITTRA APS de la FGM y FILTEK Z-350 de la 3M..... 45

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, el uso de resina compuesta ha aumentado significativamente y en todo este tiempo ha evolucionado. Sin embargo, también han presentado diversos inconvenientes, como lo refiere Según Opam, en su investigación que hizo, las causas más frecuentes para el recambio por fracaso de una restauración directa con resina compuesta son la fractura y microfiltración marginal¹. Debido a ello se ha buscado mejorar las propiedades físicas -mecánicas y estéticas de la resina compuesta, ya que son un factor importante en el comportamiento clínico. El tipo, tamaño, cantidad y distribución de relleno inorgánico (partículas de relleno) mejoran las propiedades físico-mecánicas de la matriz de resina. Entre ellas, la resistencia a la compresión. A mayor porcentaje en peso de relleno inorgánico, mayor resistencia a la compresión de resina compuesta. Y debido a ello muchas industrias dentales han propuesto alternativas reforzando la composición de resina compuesta entre ellas la marca FGM con la resina compuesta VITTRA APS-FGM que ofrece alta carga de material de relleno inorgánico en peso de 72 a 82% (52-60%de volumen) esto nos lleva a investigar la propiedad de resistencia a la compresión ya que está ligada al relleno inorgánico y que requiere evaluación por ser de reciente lanzamiento en el mercado.

El presente estudio tuvo como objetivo principal comparar la resistencia a la compresión de dos resinas compuestas VITTRA APS –FGM y FILTEK Z-350 XT de 3M y como objetivos específicos determinar la resistencia a la compresión in vitro de la resina compuesta VITTRA APS – FGM y determinar la resistencia a la compresión in vitro de la resina compuesta FILTEK Z-350 XT -3M. Para poder valorar su comportamiento mecánico frente a los esfuerzos a los que puede ser sometida una restauración sobre todo en dientes posteriores.

Este estudio de investigación está compuesto por 5 capítulos, capítulo I: planteamiento del problema; capítulo II: marco teórico; capítulo III: hipótesis y variables de la investigación; capítulo IV: metodología y capítulo V: análisis y discusión.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Desde que se dio la invención del Dr. Rafael L. Bowen 1962, donde la matriz orgánica de la resina estaba formada por Bis-GMA (bisfenol A glicil metacrilato), más el agregado de partículas inorgánicas (relleno) reduciendo aún más el cambio dimensional y aumentando su resistencia. Esta mezcla de material orgánica y material inorgánico es tratado con un silano y así producir una adhesión². Se ha tratado de mejorar las propiedades de la resina compuesta, añadiendo nuevos monómeros en la matriz y aumentando la cantidad de partículas de relleno a la resina compuesta, todo con la finalidad de obtener una resina con alta estética y sobre todo con las mejores propiedades mecánicas entre ellos, la resistencia a la compresión. Ya que esta es la propiedad que mide el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga antes de fracturarse, en este caso resinas compuestas³. Por lo que sería ideal encontrar valores. Como se sabe una de las principales causas de fracaso de restauraciones con resina compuesta es la fractura¹, ya que las resinas reciben una gran carga masticatoria que deben soportar durante la masticación. Estas fracturas generan complicaciones postoperatorias como hipersensibilidad, caries adyacente a las restauraciones, también filtración marginal y así disminuyendo el tiempo de longevidad de las restauraciones⁴.

Como profesionales al servicio de nuestros pacientes pensando siempre en ofrecerles la mejor atención y manejar en la práctica clínica materiales que ofrezcan estética y funcionalidad, reflejados en nuestros trabajos como es el caso de restauraciones a base de resinas. Por ello el presente trabajo de investigación tiene como finalidad hacer un estudio comparativo in vitro de la resistencia a la compresión de dos resinas; una de ellas VITTRA APS-FGM, una resina de nanorelleno de alto contenido de carga inorgánica, siendo esta resina recientemente incorporado al mercado latinoamericano y se comparará con una resina compuesta también de alto

contenido de relleno inorgánico, una de la más usadas y estudiadas FILTEK Z-350 XT de la 3M.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Habrán diferencias en la resistencia a la compresión in vitro de dos resinas compuestas: VITTRA APS - FGM y FILTEK Z-350 XT - 3M, Arequipa, 2018?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo General

- Comparar la resistencia a la compresión in vitro de dos resinas compuestas: VITTRA APS - FGM y FILTEK Z-350 XT - 3M.

1.3.2 Objetivo Específicos

- Determinar la resistencia a la compresión in vitro de la resina compuesta VITTRA APS - FGM.
- Determinar la resistencia a la compresión in vitro de la resina compuesta FILTEK Z-350 XT -3M.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Importancia de la Investigación

La resina de nanorelleno VITTRA APS de alto contenido de relleno inorgánico, es un material nuevo, con poco tiempo en el mercado, por ende no se ha estudiado su rendimiento clínico ni sus propiedades mecánicas, comparándola a una resina que es también de alta carga inorgánica pero ya estudiada y de más tiempo en el mercado nos referimos a la resina FILTEK Z-350 XT de la 3M.

La resina VITTRA APS en su formulación no tiene el Bis-GMA, pero donde están otros monómeros que lo conforman el UDMA Y TEGMA su uso de este tipo de resinas se volvió muy común, en países como Europa, recientemente se ha incorporado al mercado

latinoamericano. Además de haber incorporado un alto contenido de relleno inorgánica en peso que va de 72 a 82% (50% al 60% en volumen) compuesta totalmente de cargas nanométricas (100 a 200nm) las nanoesferas de un complejo de sílica y zirconia le confiere al composite mejor desempeño mecánico, mayor resistencia al desgaste y estética ⁵. El tamaño nanométrico y el formato de las partículas de carga le dan a la superficie una gran capacidad en resistir a impactos y procesos abrasivos. Esta característica combinada con una matriz polimérica altamente resistente le confiere al producto alta resistencia al desgaste y consecuentemente mantenimiento de la lisura y brillo⁵.

Las resinas compuestas han estado evolucionado, pero con ello trajo inconvenientes entre ellas la fractura como lo refiere Opam en su investigación ¹, debido a ello se ha buscado mejorar las propiedades mecánicas, ya que las resinas reciben una gran carga masticatoria.

Las resinas compuestas de alta viscosidad tienen alta resistencia a la fractura debido a que absorben y distribuyen mejor el impacto de las fuerzas de masticación⁶.

Este trabajo de investigación tiene como conveniencia observar y determinar cuál de estos dos materiales, tienen mejores propiedades mecánicas: resistencia a la compresión. Entre ellos una resina de nanorelleno con una alta carga inorgánica por peso que va de 72% a 82%, VITTRA APS-FGM y la otra resina compuesta con alta carga inorgánica por peso que va de 72.5% a 78.5% FILTEK Z-350 XT-3M.

En cuanto a la relevancia social, beneficiará al paciente, ya que con resinas que contengan alta carga de relleno, se disminuirá las posibilidades de fracturas en tejido dental a causa de las restauraciones y tendrán mayor longevidad sus restauraciones.

Este estudio beneficiará a los odontólogos, dándoles información sobre la importancia del uso de resinas con alta carga de relleno y

cómo influyen sus propiedades mecánicas, aumentando el tiempo de vida de las restauraciones en boca. Disminuyendo las posibilidades de fractura en restauraciones de resina, sobre todo en el sector posterior.

En cuanto a las implicaciones prácticas, el profesional debe tener un conocimiento del material a elegir en diferentes situaciones, buscando nuevas aplicaciones, actualizándose.

El valor teórico de esta investigación aporta conocimiento sobre la resistencia a la compresión, de estas dos resinas compuestas, que se traduce en tener menor probabilidad de fractura durante la masticación a causa de restauraciones con resina compuesta.

1.4.2 Viabilidad de la Investigación

La presente investigación; es viable ya que la investigación cuenta con los recursos necesarios para su desarrollo.

A. Recursos humanos

- **Investigador** : Bach. Lizeth Aurelia Puma Mendoza
- **Asesor** : Mg. Huber Santos Salinas Pinto

B. Recursos financieros

El presente trabajo de investigación fue financiado en su totalidad por la investigadora.

C. Recursos materiales

- Campo de trabajo
- Guantes de latex
- Barbijos
- Lapicero indeleble
- Resinas VITTRA APS de la FGM -lote-210917.
- Resina FILTEK Z-350 XT de la 3M-lote N877738.
- Discos sof-lex (EVE)

D. Equipos

- Máquina universal de ensayos marca INSTRON modelo 23-100.
- Molde maestro de acero.
- Lámpara LED H. de fotocurado, marca Woodpecker.
- Micromotor eléctrico
- Radiómetro marca Woodpecker.
- Calibrador tipo Vernier marca TRUPER
- Incubadora de laboratorio

E. Instrumental

- Espátula para resina
- Atacador para resina
- Platina de vidrio
- Cubre objetos (placas de vidrio para microscopio)
- Mandril
- Sonda periodontal

F. Recursos Institucionales

- Universidad Alas Peruanas-Filial Arequipa.
- Laboratorio de ensayos de materiales. Escuela de Ingeniería de Materiales. Universidad Nacional de San Agustín-Arequipa.

1.5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación no tiene limitaciones, porque es un estudio in vitro. No hay factores externos que pueden alterar o modificar los procesos a ejecutarse, ya que están controlados y se cuenta con los recursos necesarios para su realización.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Lema Murillo Carlos Eduardo. **COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESINAS COMPUESTAS NANOPARTICULAS FUERA Y DENTRO DE LA FECHA DE VALIDEZ** .QUITO 2015. Se realizó un estudio in vitro, se utilizó la resina compuesta nanoparticulada FILTEK Z-350 que este fuera de la fecha de validez y dentro de la validez y se pudo concluir que las resinas nanoparticuladas fuera del tiempo de validez presentan menor resistencia a la compresión que las que se encuentran dentro del tiempo de validez ⁷.

Montalvo Bombón Inés Monserrath. **INFLUENCIA DE LOS TIPOS DE POLIMERIZACIÓN ANTE EL EFECTO DE FUERZAS COMPRESIVAS SOBRE UNA RESINA DE NANO PARTÍCULA, UNA RESINA BULK FILL Y UN CERÓMERO. ESTUDIO IN VITRO.** QUITO –2017. Al comparar los resultados adquiridos entre los grupos de estudio sometidos a polimerización por luz y calor, se determinó que el cerómero Ceramage (grupo G1 de 204.87MPa) soporta mayor resistencia a la compresión que la resina de nanopartícula 3M FILTEK Z-350 XT (G2 de 85.27MPa, G3 50.94MPa) y la resina 3M Filtek Bulk fill (G4 193.77MPa y G5 57.61MPa) ⁸.

De la Torre Maldonado, Juan Sebastián. **RESISTENCIA COMPRESIVA: ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO ENTRE UN CERÓMERO Y UNA RESINA DE NANOTECNOLOGÍA SOMETIDA A DOS TIPOS DE COMPLEMENTACIÓN DE POLIMERIZACIÓN.** Quito.2016. Resultados: se obtuvo un valor promedio para el Grupo 1 de 231,19 MPa (resina Filtek TM Z350 XT fotopolimerizada con luz LED durante 40 segundo más un ciclo en el autoclave de 20 minutos

a 120° C y 1.5 atmosferas), para el Grupo 2 de 180,50 MPa (resina Filtek TM Z350 XT fotopolimerizada con luz LED durante 40 segundos más un ciclo en el microondas de 5 minutos a 800 watts de potencia dentro de 200 ml de suero fisiológico) y finalmente para el Grupo 3 una media de 163,36MPa⁹.

Millingalli Vega Hernán Santiago. **DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN VERTICAL EN CUATRO RESINAS DE NANOTECNOLOGÍA DE DOS CASAS COMERCIALES EN TÉCNICA COMBINADA ENTRE RESINA FLUIDA Y CONVENCIONAL A TRAVÉS DE LA TÉCNICA INCREMENTAL EN RESTAURACIONES CLASE II OCLUSO-DISTAL.** Quito. 2016. Se determinó que la resistencia a la compresión vertical de resinas nanopartículas en órganos dentales es de 305,32 Mpa (resina nanopartículas Filtek Bulk fill fluida- Filtek Z350 XT (3M, ESPE)) y las resinas Nano-híbrida en órganos dentarios con 277,58 Mpa. (Resina Nano-híbrida Grandio Flow - Grandio (VOCO))¹⁰.

Medina Armijo José Santiago. **“EVALUACIÓN COMPARATIVA IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN VERTICAL DE RESINAS HÍBRIDAS, RESINAS FLUIDAS Y CEMENTO IONÓMERO DE VIDRIO DE RESTAURACIÓN DE DIFERENTES CASAS COMERCIALES DISTRIBUIDAS EN LA CIUDAD DE LOJA LUEGO DE SER SOMETIDAS A BEBIDAS CARBONATADAS DURANTE EL PERIODO JUNIO-NOVIEMBRE 2011”.** ECUADOR 2010 – 2011. Resultados: la resina híbrida de mayor resistencia a la compresión fue la Filtek TM Z-250 3M con un valor de 228,04 MPa; en cambio del grupo de las resinas fluidas las de mayor resistencia fueron la FILTEK Z-350-3M y BRILLIANT FLOW Coltene Whaledent con valores similares de 149,87 MPa, y por último el ionómero más resistente a la compresión vertical fue el Vitremer TM 3M ESPE con 100,50 MPa¹¹.

2.1.2 Antecedentes Locales

Guerra Midolo Diego Dashiell. **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ENTRE UNA RESINA CON TÉCNICA INCREMENTAL AL FILTEK Z- 350 XT DE 3M ESPE Y UNA MONOINCREMENTAL FILTEK BULK FILL DE 3M ESPE ESTUDIO IN VITRO AREQUIPA 2017.**

Los resultados demostraron que la resina FILTEK Z350 XT de 3M ESPE con técnica incremental obtuvo mayor resistencia a la compresión (214.61 MPa) que la FILTEK BULK FILL de 3M ESPE (196.17 MPa), siendo estas diferencias estadísticamente significativas, coligiendo que la primera resina fue mejor que la segunda¹².

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Resina Compuesta

2.2.1.1 Concepto

Son materiales sintéticos y son el resultado de mezclar la matriz de resina fase orgánica con partículas de relleno inorgánico, unidas gracias a un agente de conexión, constituida por agentes silanos ². Una molécula bifuncional capaz de interactuar con ambos componentes simultáneamente ¹³.

Además, a ello se incorporaron otros componentes como sistemas iniciadores/activadores; que permiten el inicio y polimerización del material; sistemas inhibidores y estabilizadores, que controlan la polimerización y modificadores ópticos, los cuales otorgan la translucidez y sombra adecuada del material ².

2.2.1.2 Composición

A. Matriz de resina

La mayoría de resinas emplean una mezcla de monómeros como el Bis-GMA, uno de los ingredientes más utilizados, también tenemos el trietilenglicol dimetacrilato o TEGDMA y el dimetacrilato de uretano o UDMA. El bis-GMA, TEGMA Y UDMA, son los ingredientes de la matriz de resina que más se emplean para formar estructuras de polímero entrecruzado en los selladores y las resinas compuestas².

El bis-GMA y el UDMA son monómeros que poseen un alto peso molecular, otorgándole a la resina compuesta una alta viscosidad, debido a la presencia de fuertes enlaces de puentes de hidrogeno intermoleculares, lo cual, si bien provee menor contracción de polimerización y mejores propiedades mecánicas, dificulta su manipulación¹⁴⁻¹⁵.

Para disminuir la viscosidad del material y a su vez mejorar su manipulación, ha sido necesario agregar monómeros diluyentes de menor peso molecular como el TEGMA, el cual es utilizado en una relación de 1:1 con bis-GMA o UDMA permitiendo obtener una resina más fluida a la cual se le puede agregar la mayor cantidad de relleno inorgánico posible¹⁶⁻¹⁷.

B. Relleno Inorgánico

Son fibras y/o partículas de refuerzo que se dispersan en la matriz². Entre los minerales más usados en la actualidad son: cuarzo, zirconita, silicato de aluminio¹⁸. La incorporación de partículas de relleno dentro de la matriz de resina mejora las propiedades del material³.

B.1 Beneficios del relleno

El propósito principal de las partículas de relleno es reforzar la resina compuesta y reducir la cantidad de material de la matriz. Muchas de las propiedades de las resinas compuestas dentales se han mejorado gracias a un aumento de la carga del relleno ²:

1. Refuerzo de la matriz de resina, que provoca una mayor dureza, resistencia y una disminución del desgaste.
2. Reducción de la contracción de polimerización.
3. Reducción de la expansión y contracción térmica.
4. Aumento de la viscosidad y por ello mejora en su manipulación (el monómero líquido más el relleno dan lugar a una consistencia pastosa).
5. Disminución en la absorción de agua, menor reblandecimiento y tinción.
6. Aumento de la radiopacidad y de la sensibilidad diagnóstica gracias a la incorporación de cristales de estroncio y bario y otros materiales pesados que absorben los rayos X.

Se incrementan también las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión resistencia a la tracción y aumenta el módulo de elasticidad (rigidez); también aumenta la resistencia a la abrasión. Un aumento en la fracción volumétrica del relleno de partículas adheridas mejora las propiedades físicas y mecánicas a niveles comparables con los de los dientes y por ello mejora sus propiedades clínicas y su durabilidad ².

C. Agentes De Unión

Es el encargado de realizar la unión entre el relleno y la matriz de resina, los más usados son los organosilanos². Estas moléculas bifuncionales, tienen un grupo silano en un extremo que se une a los grupos hidroxilo de las partículas de sílice y un grupo metacrilato en el otro extremo que se une a los monómeros de la matriz. Permitiendo la formación de un fuerte enlace covalente entre las partículas de relleno inorgánico y la matriz orgánica pudiendo así unir ambas partes¹⁹.

D. Iniciadores/activadores

El proceso de polimerización de las resinas compuestas comienza cuando los monómeros reaccionan con un agente iniciador que reacciona frente a un estímulo²⁰, el cual puede ser por activación química o activación por luz².

Por activación química: los productos que se activan químicamente se suministran en dos pastas, una de ellas contiene un iniciador de peróxido de benzoilo (PB) y la otra contiene un activador de amina terciaria aromática. Cuando se mezclan, las aminas reaccionan con el PB para formar radicales libres, por lo que se inicia la polimerización².

Por activación de la luz: la exposición a una luz visible azul (longitud de onda de aprox.468nm.) produce un estado de excitación del agente fotosensible, que le hace interactuar con la amina orgánica terciaria y formar los radicales libres que inician la polimerización².

En las resinas compuestas activadas por luz visible, el agente fotosensible que se emplea comúnmente es la

canforoquinona (CQ) y que absorbe la luz azul con una longitud de onda entre 400 y 500nm. Se precisa muy poca cantidad de CQ (0.2% o menos del peso de la pasta) y la cantidad de amina que se requieren para interaccionar con la CQ, como el dimetil aminoetil metacrilato (DMAEMA), también se debe encontrar en una baja proporción, aproximadamente 0.15% en peso².

E. Estabilizadores/Inhibidores

Los inhibidores se añaden a los sistemas de resinas para minimizar o prevenir la polimerización accidental o espontánea de los monómeros. Si se forman radicales libres en el caso, por ejemplo, de una exposición accidental a la luz ambiental mientras se está dispensando el material, los inhibidores reaccionan con los radicales libres mucho más de prisa que los radicales libres con los monómeros. Esto interrumpe una reacción en cadena. Después de que todos los inhibidores se hayan consumido comienza la reacción en cadena. Un inhibidor comúnmente utilizado es el hidroxitoluenobutilado (HTB)².

F. Modificadores Ópticos

Corresponden a distintos tipos de pigmentos que son utilizados en las resinas compuestas para que tengan una apariencia natural (tono y traslucidez). Estos pigmentos se obtienen utilizando cantidades minúsculas de partículas de óxidos metálicos².

2.2.1.3 Clasificación de las Resinas Compuestas

A. Según el Tamaño de sus Partículas de Relleno

A.1 Resinas de macrorelleno

Fueron usualmente formuladas con cuarzo. El promedio de sus partículas de relleno era de 10 a 50µm. Este material fue uno de los que primero apareció en el mercado, pero su uso fue en decadencia ya que pese a que presentaba buenas propiedades mecánicas, tenía una muy baja resistencia al desgaste, su desempeño clínico era deficiente y su acabado estético pobre, ya que presentaba poco brillo debido a su rugosidad y ello hacía difícil su pulido por lo que tendían a pigmentarse¹⁹⁻²¹. Los rellenos más usados en este tipo de resinas fueron el cuarzo, vidrio de estroncio o bario⁶.

A.2 Resinas de microrelleno

Se incorporaron al mercado con el objetivo de solucionar los problemas estéticos de las resinas de macrorelleno. Sus partículas de relleno corresponden a sílice coloidal con un 50% de carga en peso, con un tamaño de partícula promedio de 0,04 µm con un rango que va desde 0,01 – 0,05 µm. Clínicamente estas resinas se comportaban mejor en la región anterior, donde la tensión masticatoria es relativamente pequeña, proporcionando un alto pulimento y brillo superficial, confiriendo alta estética a la restauración. Dado que presentaba una baja carga de relleno inorgánico, tenían propiedades mecánicas bajas por lo que no se podían usar en lugares de gran requerimiento mecánico, por ejemplo, caras oclusales

del sector posterior²⁰⁻²², ya que presentaban mayor porcentaje de sorción acuosa, alto coeficiente de expansión térmica y menor módulo de elasticidad⁶.

A.3 Resinas híbridas

Se denominan así por estar reforzados por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje en peso de 60% o más, con tamaños de partículas que oscilan entre 0,6 y 1 μm , incorporando sílice coloidal con tamaño de 0,04 μm . Corresponden a la gran mayoría de los materiales compuestos actualmente aplicados al campo de la odontología⁶.

Los aspectos que caracterizan a estos materiales son: disponer de gran variedad de colores y capacidad de mimetización con la estructura dental, menor contracción de polimerización, baja sorción acuosa, excelentes características de pulido y texturización, abrasión, desgaste y coeficiente de expansión térmica muy similar al experimentado por las estructuras dentarias, fórmulas de uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia⁶.

A.4 Resinas microhíbridas

Corresponden a una evolución de las anteriores y se diseñaron con el objetivo de mejorar aún más las propiedades estéticas del material, y a su vez preservar las propiedades mecánicas. Este tipo de resinas tienen un alto porcentaje de relleno de partículas sub-métricas (más del 60% de volumen). Presentan partículas de relleno de un promedio de

tamaño menor a un 1 um con un rango de 0,4-0,9 um según la marca comercial del producto. Estas partículas permiten una superficie satisfactoriamente pulida, buena resistencia mecánica y textura superficial, lo que permite su uso tanto en piezas dentarias anteriores y posteriores⁶⁻¹⁹⁻²¹

A.5 Resinas de nanorelleno

Contienen como relleno inorgánico partículas esferoidales de nanorelleno de un tamaño promedio entre 5nm y 100nm. Esto permite que las partículas de relleno sean agregadas en altas concentraciones, lo que ofrecen alta traslucidez, pulido superior, similar a las resinas de microrelleno pero manteniendo propiedades mecánicas lo suficientemente buenas como las resinas híbridas, para poder utilizar el material tanto en el sector anterior como posterior. Este relleno se dispone en forma individual o agrupada en nanoclusters¹⁹⁻²². Aquí se encuentran las dos resinas que vamos a estudiar la primera resina llamada VITTRA APS. Ésta nueva resina tiene una alta carga inorgánica en peso que va de 72 a 82% (52-60% de volumen) compuesta totalmente de cargas nanométricas (100 a 200nm) las nanoesferas de un complejo de sílica y zirconia le confiere al composite mejor desempeño mecánico, mayor resistencia al desgaste y estética. La formulación de Vittra APS no tiene presencia del Bis-GMA, teniendo a UDMA Y TEGMA como matriz⁵.

La resina FILTEK™Z-350 XT de la 3M es también una resina de alta carga inorgánica ya estudiada y de más tiempo en el mercado, tiene una carga de relleno inorgánico por peso de aproximadamente 72.5%

(55.5% en volumen) para colores traslucidos y para el resto de colores es de 78.5% (63.3% en volumen). Los materiales de relleno son una combinación de sílice no aglomerado/no agregado de 20nm, de relleno de zirconio no aglomerado/no agregado de 4 a 11nm, y un relleno clúster agregado de zirconio/sílice (partículas de sílice de 20nm y de zirconio de 4 a 11 nm.).La resina contiene bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA²³.

B. Según la Cantidad de Relleno

B.1 Resinas compuestas de baja viscosidad o fluidas.

A este tipo de resinas se les ha disminuido el porcentaje de relleno inorgánico y se han agregado a la matriz de resina algunas sustancias o diluyentes para de esta forma tornarla menos viscosa o fluida. Entre sus ventajas destaca: la alta capacidad de humectación de la superficie dental, asegurando la penetración en todas las irregularidades, tienen el potencial de fluir en pequeños socavados, puede formar espesores de capa mínimos, lo que previene el atrapamiento de burbujas de aire, tiene un bajo módulo elástico (3,6 - 7,6 GPa), Aunque este tipo de resinas posee una alta contracción de polimerización (4 a 7 %), su gran elasticidad es un factor que contrarresta el esfuerzo interfacial. Sin embargo, la radiopacidad de la mayoría de estos materiales es insuficiente, por lo que puede producir confusión a la hora de determinar caries recurrente. Algunas de las indicaciones para estos materiales son: restauraciones de clase V, abfracciones, restauraciones oclusales⁶.

B.2 Resinas compuestas de alta viscosidad, condensables, de Cuerpo pesado, compactables o empacables.

Estas resinas compuestas son de alta densidad son resinas con un alto porcentaje de relleno. Este tipo de resinas han sido llamadas erróneamente "condensables". Sin embargo, ellas no se condensan ya que no disminuyen su volumen al compactarlas, sencillamente ofrecen una alta viscosidad que trata de imitar la técnica de colocación de las amalgamas. La consistencia de este tipo de materiales permite producir áreas de contacto más justos con la banda matriz que los logrados con los materiales de viscosidad estándar en restauraciones clase II. Para obtener esta característica, se desarrolló un compuesto denominado PRIMM (Polimeric Rigid Inorganic Matrix Material), formado por una resina Bis-GMA ó UDMA y un alto porcentaje de relleno de partículas irregulares (superior a un 80% en peso) de cerámica (Alúmina y Bióxido de Silicio). De esta forma se reduce la cantidad de matriz de resina aumentando su viscosidad y creando esta particular propiedad en su manejo, diferente a las resinas híbridas convencionales, ya que estas resinas son relativamente resistentes al desplazamiento durante la inserción. Su comportamiento físico-mecánico supera a las resinas híbridas, sin embargo, su comportamiento clínico es similar al de las resinas híbridas. Como principales inconvenientes destacan la difícil adaptación entre una capa de resina y otra, la dificultad de manipulación y la poca estética en los dientes anteriores. Un aspecto que se debe tomar en cuenta es la forma de polimerización, ya que se han

obtenido mejores resultados con la técnica de polimerización retardada. Otro aspecto esencial para obtener mejores resultados es la utilización de una resina fluida como liner. La resina fluida al poseer un bajo módulo de elasticidad, escurre mejor y por eso posibilita una mayor humectación, adaptación y funciona como un aliviador de tensión, compensando el estrés de contracción de polimerización de la resina de alta viscosidad al ser colocadas sobre la resina fluida. Su principal indicación es la restauración de cavidades de clase I, II y VI⁶.

C. Según su sistema de activación

C.1 Resinas de activación química

Los productos que se activan químicamente se suministran en dos pastas, una de ellas contiene un iniciador de peróxido de benzoilo (PB) y la otra contiene un activador de amina terciaria. Cuando las dos pastas se mezclan, la amina reacciona con el PB para formar radicales libres, por lo que se inicia la polimerización².

C.2 Resinas de activación por luz.

Las resinas compuestas fotopolimerizables se suministran en una sola pasta que está dentro de una jeringa que impide la exposición a la luz. La exposición a una luz visible azul (longitud de onda de aprox.468nm.) produce un estado de excitación del agente fotosensible, que le hace interactuar con la amina orgánica terciaria y formar los radicales libres que inician la polimerización².

En las resinas compuestas activadas por luz visible, el agente fotosensible que se emplea comúnmente es la canforoquinona (CQ) y que absorbe la luz azul con una longitud de onda entre 400 y 500nm. Se precisa muy poca cantidad de CQ (0.2% o menos del peso de la pasta). La amina que se requieren para interaccionar con la CQ, como el dimetil aminoetil metacrilato (DMAEMA) también se debe de encontrar en una baja proporción, aproximadamente 0.15% en peso ².

C.3 Resinas compuestas de fraguado dual.

Una manera de superar la limitación de la profundidad de fraguado y otros problemas que se asocian con la polimerización en una misma resina. Estas resinas están disponibles en el mercado y consisten en dos pastas fotopolimerizables, una de ellas contiene peróxido de benzoilo (PB) y la otra contiene una amina terciaria aromática. Cuando se mezclan las dos pastas y se exponen a la luz, se promueve la fotopolimerización mediante la combinación amina/CQ y la quimio polimerización mediante la interacción amina/PB ².

D. Según su técnica de trabajo

D.1 Técnica incremental

La técnica incremental se caracteriza por la construcción progresiva de la restauración, agregando pequeños incrementos menores a 2mm de grosor de material en capas sucesivas, los cuales se van fotoactivando de manera consecutiva, con el fin de disminuir la magnitud del efecto de la contracción de polimerización y con ello atenuar la tensión residual

entre diente y restauración, mejorando así el sellado marginal de la restauración y reduciendo la posibilidad de filtración²⁴, ésta técnica es usada en la resina Vittra APS y en la resina FILTEK Z-350 XT de la 3M.

D.2 Técnica monoincremental

La técnica es muy práctica y de un solo paso en la cavidad se debe colocar la resina en es incrementos de 4mm hasta 5 mm, utilizando la lámpara halógena 40 s con potencia de 550 a 1000 mW/cm² o con lámpara led con potencia de 1000 a 2000 mW/cm² 10 segundos ²⁵.

2.2.1.4 Propiedades de las Resinas Compuestas

A. Resistencia a la fractura

Esta es una propiedad que tiene que ver con la tensión necesaria para provocar una fractura y que se pone a prueba durante la masticación, Las resinas compuestas presentan diferentes resistencias a la fractura y va a depender de la cantidad de relleno, las resinas compuestas de alta viscosidad tienen alta resistencia a la fractura debido a que absorben y distribuyen mejor el impacto de las fuerzas de masticación ⁶.

B. Resistencia a la compresión y a la tracción

La fuerza de tracción es aquella que tiende a largar la longitud de un cuerpo; la fuerza de compresión es aquella que tiende a acortar la longitud de dicho cuerpo. Están relacionadas con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor resistencia a la compresión y a la tracción ⁶.

C. Resistencia al desgaste

Es la capacidad que poseen las resinas compuestas de oponerse a la pérdida superficial, como consecuencia del roce con la estructura dental, el bolo alimenticio o elementos tales como cerdas de cepillos. Esto no tiene un efecto perjudicial inmediato, pero lleva a la pérdida de la forma anatómica de las restauraciones disminuyendo la longevidad de estas. La abrasibilidad de un material guarda relación con el módulo de resiliencia del mismo. El módulo de resiliencia es la cantidad máxima de energía que un material puede absorber sin sufrir una deformación permanente y mediante su cálculo se puede predecir el grado de abrasión de un material durante la masticación; cuanto mayor sea este módulo, mayor será la abrasibilidad del material ⁶⁻²⁶.

D. Contracción de polimerización

Las moléculas de la matriz de una resina compuesta (monómeros) se encuentran separadas antes de polimerizar por una distancia promedio de 0,3-4 nm. (Distancia de unión secundaria), al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esa distancia se reduce a 0,15 nm (distancia de unión covalente). Ese "acercamiento" o reordenamiento espacial de los monómeros (polímeros) provoca la reducción volumétrica del material ⁶.

E. Textura superficial

Se refiere a la uniformidad de la superficie del material de restauración. En las resinas compuestas, esta propiedad está relacionada en primer lugar con el tipo, tamaño y cantidad de las partículas de relleno y en segundo lugar con la técnica de acabado y pulido. Una resina rugosa

favorece la acumulación de placa bacteriana y puede ser un irritante mecánico especialmente en zonas próximas a los tejidos gingivales. Durante el pulido de las restauraciones se logra una menor energía superficial, evitando la adhesión de placa bacteriana, se elimina la capa inhibida y de esta forma se prolonga en el tiempo la restauración de resina compuesta⁶.

F. Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad o módulo de Young se define como la proporción existente entre la tensión a que se somete el material y la deformación reversible o elástica que éste sufre²¹. El módulo de elasticidad indica la rigidez de un material. Un material con un módulo de elasticidad elevado será más rígido, en cambio un material que tenga un módulo de elasticidad más bajo es más flexible. En las resinas compuestas esta propiedad igualmente se relaciona con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor módulo elástico⁶.

G. Coeficiente de expansión térmica

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

estar sometidas a temperaturas que van desde los 0° C hasta los 60° C ⁶.

H. Sorción de agua

Es la incorporación de agua en la resina y esto puede causar solubilidad de la matriz afectando negativamente las propiedades de la resina, fenómeno conocido como degradación hidrolítica. Dado que la sorción es una propiedad de la fase orgánica, a mayor porcentaje de relleno, menor será la sorción de agua ⁶.

I. Radiopacidad

Un requisito de los materiales de restauración de resina es la incorporación de elementos radio opacos, tales como, bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio y lantano, los cuales permiten interpretar con mayor facilidad a través de radiografías la presencia de caries alrededor o debajo de la restauración ⁶.

J. Estabilidad del color

Las resinas compuestas sufren alteraciones de color debido a manchas superficiales y decoloración interna. Las manchas superficiales están relacionadas con la penetración de colorantes provenientes principalmente de alimentos y cigarrillo, que pigmentan la resina. La decoloración interna ocurre como resultado de un proceso de foto oxidación de algunos componentes de las resinas como las aminas terciarias. Es importante destacar que las resinas fotopolimerizables son mucho más estables al cambio de color que aquellas químicamente activadas ⁶.

2.2.2 Polimerización

2.2.2.1 Definición

Es una reacción química que consiste en la adición sucesiva de monómeros hasta formar una molécula de mayor peso molecular llamada polímero. Para que esta reacción se produzca, los monómeros deben ser activados a través de un agente iniciador ²⁷.

Cuando dos o más monómeros diferentes reaccionan para formar un polímero, este material es conocido como copolímero y sus propiedades no solo están relacionadas a los monómeros, sino que también a la unión de ellos ²⁸.

La mayoría de las resinas dentales polimerizan por adición; un mecanismo donde los monómeros de polimerización se activan uno a uno y se van uniendo sucesivamente para formar una cadena cada vez más grande. Esta cadena puede seguir creciendo hasta que se agote todo el monómero ².

El proceso de polimerización por adición se puede dividir en tres etapas:

1. Iniciación: La molécula del iniciador (canforoquinona), se energiza y se activa en presencia de una molécula (amina orgánica), formando radicales libres, gracias a la exposición de luz azul (longitud de onda entre 468nm)². Esto le brinda energía al sistema, la cual es transmitida a los monómeros permitiendo la ruptura de un doble enlace de carbono (c=c) presente en su estructura. Con esto el monómero se une al radical libre a través de un enlace covalente, formando una nueva molécula que constituye un nuevo radical libre, capaz de continuar la propagación de la reacción ²⁸.

2. Propagación: Es una reacción en cadena hasta que se agota el monómero ²⁹.
3. Terminación: Corresponden a la unión de dos radicales libres, resultando en la unión de una cadena larga o también de que exista la posibilidad de la formación cadenas individuales, una con una unión doble y la otra saturada. La primera es la más deseada que se forme en las resinas compuestas y a la última se le conoce como terminación desproporcionada ²⁹.

Al polimerizar la resina compuesta, ocurren dos fenómenos anexos a ella y que no pueden ser evitados: uno es la exotermia y el otro la contracción por polimerización. La exotermia se produce ya que el material pasa de un estado de mayor energía a un estado de menor energía liberando calor al medio. La contracción por polimerización o contracción volumétrica se produce al acortarse las distancias entre monómeros que se encuentran separados por fuerzas de Van der Waals para aproximarse entre sí a una distancia que les permita generar los enlaces covalentes entre ellos durante la polimerización, esto disminuye el volumen total de la masa. Esta contracción volumétrica se encuentra influenciada directamente por el peso molecular de los monómeros de la fase matriz, el tipo y cantidad de relleno inorgánico y por la cantidad de conversión de monómero a polímero que ocurre durante la polimerización ²⁹⁻³⁰⁻³¹.

2.2.2.2 Fotopolimerización

Inicialmente las resinas poseían un sistema de activación química, presentándose en forma de dos pastas, una con un iniciador y otra un acelerador, las cuales al mezclarse permitían su polimerización. Este tipo de resina presentaba

desventajas, entre ellas inestabilidad del color en el tiempo, bajo tiempo de trabajo. En la actualidad se usan sistemas activados por la luz visible con una longitud de onda entre 400 y 500nm. donde el agente fotosensible que se emplea comúnmente es la canforoquinona (CQ) la cual en presencia de una amina orgánica alifática es capaz de generar radicales libres que inician la reacción de polimerización ².

Existen distintas fuentes lumínicas que varían tanto en el espectro de longitud de onda como en la intensidad de la luz emitida. Esto incide directamente en las propiedades mecánicas de las resinas y la profundidad de la polimerización ³². Entre ellas tenemos polimerización por luz ultravioleta, por luz visible, luz halógena, además de luz de arco plasma y por último luz L.E.D.

2.2.2.3 Técnicas de fotoactivación

A. Fotoactivación continua o convencional

Es la técnica más empleada y difundida, aquí la aplicación de luz es por un período continuo durante el proceso de polimerización de 20-40 segundos, ejemplo: 40s -800 mw /cm². Esta técnica provee a la resina una rápida reacción de polimerización sin presencia de la fase pregel, induciendo mayor tensión en la interfaz diente/restauración y comprometiendo el sellado marginal ³³.

B. Fotoactivación gradual o soft-start

La resina compuesta es polimerizada en sus inicios con baja densidad de luz y en un corto período de tiempo, posterior a ello, se aplica una densidad de luz convencional por un mayor periodo de tiempo y se mantiene hasta el final. Esta técnica permite prolongar la fase pregel de la resina compuesta, y proporciona energía

suficiente para un adecuado grado de conversión. Esta técnica puede reducir la magnitud de tensiones provenientes de la contracción de polimerización, y proporcionan una mejor adaptación marginal de las restauraciones con resina compuesta³³.

C. Fotoactivación discontinua o de pulso tardío

Esta técnica aplica primero un pulso de energía con una densidad de potencia de $150-200\text{mw/cm}^2$, con un corto periodo de exposición (3 a 5 segundos), aguarda 3 minutos y enseguida, un alto pulso de energía $500-600\text{mw/cm}^2$ es aplicado por 30-40s. Esta manera de polimerización facilita un mayor tiempo para maximizar la fase pregel posibilitando mayor escurrimiento de las tensiones provenientes de la contracción de polimerización de las resinas fotopolimerizable³³.

D. Fotoactivación gradual exponencial o rampa

Esta técnica inicia con luz de baja densidad y va gradualmente aumentando sobre el tiempo para una alta densidad de energía. Ejemplo 150mw/cm^2 siendo aumentado a 600mw/cm^2 en 30s. Este método proporciona a la resina una reacción de polimerización más lenta, reduciendo así las tensiones³³.

E. Fotoactivación alto pulso de energía

Aquí se encuentran aparatos como el Arco de plasma, Laser de Argon y algunas lámparas de luz halógena. Quienes fueron confeccionados con la intención de polimerizar la resina rápidamente reduciendo el tiempo clínico de una confección. El tiempo de polimerización varía de 3s, 10s, 20s de exposición, teniendo una potencia de energía de $1000-2800\text{mw/cm}^2$. Estos

aparatos no fueron muy aceptados por los profesionales, por el alto costo y su mantención, además proporcionan una polimerización muy rápida lo cual es muy desfavorable para la interface diente restauración, condicionando un mayor índice de infiltración marginal ³³.

2.2.3. Compresión

Es un proceso mecánico que consiste en someter a un cuerpo a la acción de fuerzas que tienden a comprimir, deformar o romper su longitud. El resultado de estas tensiones se conoce como esfuerzo de compresión ³⁴.

2.2.3.1 Resistencia a la compresión

Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga (fuerza de compresión) que tiende a comprimirlo o acortarle longitudinalmente, deformándolas o rompiéndolas. Si la carga es mayor a la resistencia que el cuerpo le opone como reacción se fracturará o romperá, dada que el cuerpo le opuso ha sido superada³⁵.

La fórmula para calcular la resistencia a la compresión, será la división entre carga máxima y el área original de la probeta ³⁴.

La fuerza masticatoria máxima registrada es de 4.337N mantenida por 2 segundos. Sin embargo, las fuerzas registradas en la masticación, medidas con un tensiómetro y sistemas de telemetría, tienen una media de 756N. Estas fuerzas disminuyen según la ubicación de la pieza dental. En la primera molar y segunda molar, dichas fuerzas varían entre 400 a 890N. En cambio, en el área de premolares se encuentra entre 222 y 445N. En caninos varía entre 133 a 334N y en la región de incisivos se registran fuerzas entre 89 y 111N ³.

El máximo esfuerzo compresivo que resiste un composite antes de romperse oscila entre 235 y 260 Mpa para los compuestos convencionales y microrellenos y 360 a 400 MPa para los híbridos ³⁵.

La dentina tiene una similar resistencia a la compresión 297 MPa el esmalte 384 MPa la resistencia será mayor cuanto mayor sea el relleno. Sin embargo, las propiedades del esmalte varían algo con la posición sobre el diente ya que el esmalte de la cúspide es más resistente que el de los costados del diente, las propiedades también varía con la estructura histológica por ejemplo el esmalte es más resistente a la compresión en dirección paralela a los prismas del esmalte que en sentido perpendicular a ellos. Por otra parte, las propiedades de la dentina son independientes de la estructura sin importar la dirección de su tensión ³.

Por otro lado, cuando una pieza es restaurada con resina compuesta en la superficie oclusal, esta recibe la carga directamente en el material restaurador, la cual se ve desgastada o fracturada. Es decir, la resistencia a la compresión del material es dependiente de la carga oclusal y del tipo de resina que el profesional utilice ³⁶⁻³⁷⁻³⁸.

2.2.3.2 Método de resistencia compresiva

Los cuerpos ante cargas opuestas se deforman y se rompen. Estas deformaciones y rupturas no solo dependen de la naturaleza del biomaterial del cual se encuentran formados y de la carga aplicada, sino también de la forma del cuerpo. Para evitar que el factor forma del cuerpo influya en los experimentos que miden cargas o tensiones y deformaciones, se ha estandarizado la forma y dimensiones de los cuerpos de prueba, llamadas también probetas de

ensayo. Estos son cuerpos cilíndricos, cuyo alto es el doble de su diámetro³⁴. Para luego ser llevados a su medición de resistencia a la compresión a la “Maquina universal de ensayos donde se someterán a fuerzas de compresión, que progresivamente irá aumentando hasta que la resina se rompa en una determinada carga de fuerza la cual será expuesta³⁴.

En probetas confeccionadas de resina, trabajos anteriores, refieren que antes de la medición en la Maquina universal de ensayo , estas sean mantenidas a 37°C y 100% de humedad relativa por 24 horas para luego ser llevados a su medición de resistencia a la compresión a la “Maquina universal de ensayos³⁹⁻⁴⁰.

La fórmula para calcular la resistencia a la compresión, será la división entre carga máxima y el área original de la probeta³⁴.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

➤ Resinas compuestas:

Son materiales sintéticos y son el resultado de mezclar la matriz de resina fase orgánica con partículas de relleno inorgánico, unidas gracias a un agente de conexión, constituida por agentes silanos¹. Una molécula bifuncional capaz de interactuar con ambos componentes simultáneamente⁷.

➤ Resistencia a la compresión:

Cuando se sitúa un cuerpo bajo una carga y este hace un máximo esfuerzo compresivo antes de romperse³⁴.

➤ Compresión:

Es un proceso mecánico que consiste en someter a un cuerpo a la acción de fuerzas que tienden a comprimir, deformar o romper su longitud. El resultado de estas tensiones se conoce como esfuerzo de compresión³⁴.

➤ Técnica incremental:

Construcción progresiva de restauración con resinas agregando incrementos de 2mm a menos de grosor²⁴.

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS PRINCIPAL Y DERIVADAS

Hipótesis Principal

Es probable que las restauraciones con resina compuesta Vittra APS - FGM presente mayor resistencia a la compresión in vitro, que la resina compuesta FILTEK Z-350 XT - 3M.

Hipótesis Derivadas

- Es probable que la resina compuesta VITTRA APS–FGM, presente menor resistencia a la compresión in vitro en comparación con la resina compuesta FILTEK Z-350 XT - 3M.

- Es probable que la resina VITTRA APS--FGM presenten la misma resistencia a la compresión in vitro que la resina compuestas FILTEK Z-350 XT- 3M.

3.2 VARIABLES; DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL

VARIABLE	INDICADORES	NATURALEZA	ESCALA DE MEDICIÓN
Resistencia a la compresión	MPa	Cuantitativa	Razón

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 DISEÑO METODOLÓGICO

- **Tipo de investigación:** La presente investigación es de tipo experimental, porque se interviene la variable “resistencia a la compresión in vitro” y así obtendremos mediciones de la resistencia a la compresión en condiciones controladas dentro de un laboratorio.
- **De acuerdo con la temporalidad:** Es transversal, porque se realizó una medición de la variable “resistencia a la compresión in vitro” en la máquina universal de ensayos.
- **De acuerdo con el lugar donde se obtuvieron los datos:** Es laboratorial, porque fue un estudio in vitro controlado.
- **De acuerdo con el momento de recolección de datos:** Es prospectivo porque los datos se obtuvieron a futuro; después de la planeación.
- **De acuerdo a la finalidad investigativa:** Es comparativa, porque se buscó diferencias en la resistencia a la compresión in vitro de dos resinas compuestas: VITTRA APS-FGM y FILTEK Z-350 XT-3M.

4.2 DISEÑO DE MUESTRA

Población: Está constituida por dos grupos de resinas compuestas; una resina VITTRA APS de la FGM y la otra FILTEK Z-350 XT de la 3M. para este trabajo de investigación se utilizará una muestra, de acuerdo a la siguiente fórmula de Eagle.

Según la fórmula:

$$n = \frac{Z\alpha^2 \cdot p \cdot q}{E^2}$$

Dónde:

Z α = nivel de confianza 95%(1.96)

P = probabilidad que ocurra el fenómeno in vitro 98%

q = probabilidad de que el fenómeno no ocurra 100-p=2%

E = error muestral in vitro 10%

Reemplazando

$$n = \frac{(1.96)^2 (98)(2)}{10^2}$$

$$n = 7.52$$

$$n = 8 \text{ por grupo}$$

Se utilizaron 8 unidades de estudio para cada grupo, sin embargo este valor se aumentó a 10, con las siguientes características.

Criterios de inclusión

- Resina compuesta VITTRA APS de la FGM.
- Resina compuesta FILTEK Z-350 XT de la 3M .
- Color de resina A2.
- Resinas compuestas dentro de la fecha de validez.
- Muestras sin errores de confección y pulidas.
- Muestras con dimensiones de diámetro entre 4.14mm a 4.18mm y de altura entre 8.33mm y 8.38mm (medidas que están en el promedio de 4.2mm de diámetro y 8.4mm de altura).

Criterios de exclusión

- Muestras con errores de confección
- Muestras sin pulir.

4.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas

La recolección de datos se realizó en base a la técnica de observación laboratorial ya que los valores de nuestra medición de variable se obtuvo con la ayuda de un instrumento mecánico “Maquina universal de ensayos marca INSTRON modelo 23-100”.

Instrumentos

En este estudio se utilizó la ficha de observación. (Anexo 01)

Procedimiento para la recolección de datos

Para este estudio se solicitó permisos al departamento de Ing. de Materiales, para hacer uso del laboratorio de ensayos de materiales de la Escuela de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de San Agustín (UNSA).

Se realizó un estudio de resistencia compresiva, para ello se confeccionaron 20 cilindros de 4,2mm de diámetro por 8,4mm de altura, 10 fueron de resina compuesta VITTRA APS de la marca FGM y 10 de resina FILTEK Z-350 XT de la 3M, para ello se mandó a confeccionar al tornero una estructura de metal de acero, en forma cuadrada con una altura de 8mm, con 6cm de largo y 6cm de ancho, esta estructura tiene en su parte central un agujero circular de diámetro de 4mm que atraviesa de un lado a otro, además esta estructura está seccionada por la mitad, lo que facilitó el retiro de la probeta cilíndrica de resina.

La lámpara L.E.D. H woodpecker, que se utilizó, fue medida con el radiómetro marca woodpecker, para verificar la intensidad de la luz, antes de la confección de las muestras y confirmando que ésta sea constante y adecuada, dando como medida 1025mw/cm^2 .

Se realizó 10 muestras de resina compuesta VITTRA APS de la marca FGM. Encima de una platina de vidrio, se puso el molde maestro de acero y se colocó resina compuesta con la técnica incremental, cada uno de

1.5mm, el cual fue calculado con una sonda periodontal luego de medirla se compacto con el atacador de resina, posterior a ello se fotopolimerizó 20 segundos con la lámpara L.E.D. H de la marca woodpecker con $1025\text{mw}/\text{cm}^2$ de intensidad, se repitió el procedimiento 5 veces y un último incremento hasta alcanzar la altura de 8,4mm. Se compactó y se polimerizó otros 20 segundos colocando un cubreobjetos (placa de vidrio), para lograr uniformidad en la superficie, seguidamente se retiró la muestra del molde para pulir las superficies con discos sof-lex (EVE), con diferentes granos. 1^{ro} con grano grueso (disco azul), 2^{do} con grano mediano (disco rojo), 3^{ro} con grano fino (disco amarillo) y 4^{to} con grano extrafino.(disco blanco).El tiempo de pulido por cada disco fue 15 segundos a 10.000/ rpm. con un micromotor eléctrico. Seguidamente se realiza la medición de los cilindros de resina con el calibrador de Vernier marca Truper.

Luego se confeccionó 10 muestras de la resina compuesta FILTEK Z-350 XT de la 3M. Se colocó resina en el molde maestro de acero con la técnica incremental, cada uno de 2mm, el cual fué calculado con una sonda periodontal, luego de medirlo se compacto con un atacador de resina, posterior a ello se fotopolimerizó 20 segundos con una lámpara L.E.D. H. de la marca woodpecker con $1025\text{mw}/\text{cm}^2$ de intensidad, se repitió el procedimiento por 3 veces y un último incremento 2,4 para llegar a 8,4mm.

Se compactó y se polimerizó otros 20 segundos colocando un cubreobjetos (placa de vidrio), para lograr uniformidad en la superficie, seguidamente se retiró la muestra del molde para pulir las superficies con discos sof-lex (EVE) con diferentes granos 1ro con grano grueso (disco azul), 2do con grano mediano (disco rojo), 3ro con grano fino (disco amarillo) y 4to con grano extrafino.(disco blanco).El tiempo de pulido por cada disco fue 15 segundos a 10.000/ rpm. con un micromotor eléctrico. Seguidamente se realiza la medición de los cilindros de resina con el calibrador de Vernier marca Truper.

Una vez obtenido los 10 cilindros de resina por cada grupo de unidad de estudio, las muestras fueron mantenidas en una incubadora de laboratorio a 37°C y 100% de humedad relativa por 24 horas para luego ser llevados a

su medición de resistencia a la compresión a la “Maquina universal de ensayos marca INSTRON modelo 23-100” del laboratorio de ensayos de materiales de la Escuela de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de San Agustín, UNSA. Donde se posicionó las probetas de resina cilíndrica en forma perpendicular a la base del dispositivo acoplado para este test. Y fueron resistiendo fuerzas de compresión hasta su ruptura de las probetas de resina a una velocidad de 1mm/minuto, la máquina de ensayos tiene una fuerza de carga de 100KN. Posteriormente se compararon los resultados.

4.4 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para determinar si existe o no diferencias entre ambos grupos de estudio respecto a la resistencia a la compresión, se utilizó la prueba estadística T de Student a un nivel de confianza de 95% (0.05). El proceso estadístico se realizó con la ayuda de software EPI – INFO versión 6.0. La información de los resultados una vez obtenidos fueron tabulados en una hoja de cálculo Excel, a partir de la misma se procesó los datos. A partir de esta se presentó los resultados a través de la confección de tablas y gráficos.

4.5 ASPECTOS ÉTICOS

La presente investigación cumple con los principios éticos universales de la investigación científica, ya que se solicitó permiso para poder hacer uso del laboratorio de ensayos de materiales de la escuela de Ingeniería de materiales de la Universidad Nacional De San Agustín.

También se cumple el principio de beneficencia ya que al término del trabajo se brindará información de los resultados, los cuales se podrán encontrar en la biblioteca de la universidad y en internet a través de la página de la universidad.

Finalmente, en esta investigación no se verá comprometida la salud de seres vivos, ya que este estudio contó con unidades de estudio que fueron materiales dentales por lo que se cumple el principio de no maleficencia.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

5.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO:

TABLA N° 1

**COMPARACIÓN DE LA ALTURA DE LAS MUESTRAS DE RESINAS
VITTRA APS DE LA FGM Y FILTEK Z-350 DE LA 3M**

Altura	Grupo de Estudio	
	Vittra APS	Filtek Z-350
Media Aritmética	8.354	8.357
Desviación Estándar	0.013	0.014
Valor Mínimo	8.33	8.33
Valor Máximo	8.37	8.38
	10	10

Fuente: Matriz de datos

INTERPRETACIÓN:

En la presente tabla mostramos la comparación llevada cabo entre los cilindros confeccionados para los dos grupos de resinas motivo de investigación, la VITTRA APS-FGM Y LA FILTEK Z-350 XT-3M.

Los resultados obtenidos nos permiten establecer que, para las resinas VITTRA APS de la marca FGM la altura que se obtuvo de los cilindros fue de 8.354 mm, mientras que para las resinas FILTEK Z-350 de 3M, la altura correspondió a 8.357 mm. En ambos grupos los cilindros confeccionados tuvieron una altura mínima de 8.33 mm, llegando a un máximo de 8.37 mm en la VITTRA APS-FGM y de 8.38 mm para la FILTEK Z-350 XT-3M.

GRÁFICO N° 1

COMPARACIÓN DE LA ALTURA DE LAS MUESTRAS DE RESINAS VITRA APS DE LA FGM Y FILTEK Z350 DE LA 3M

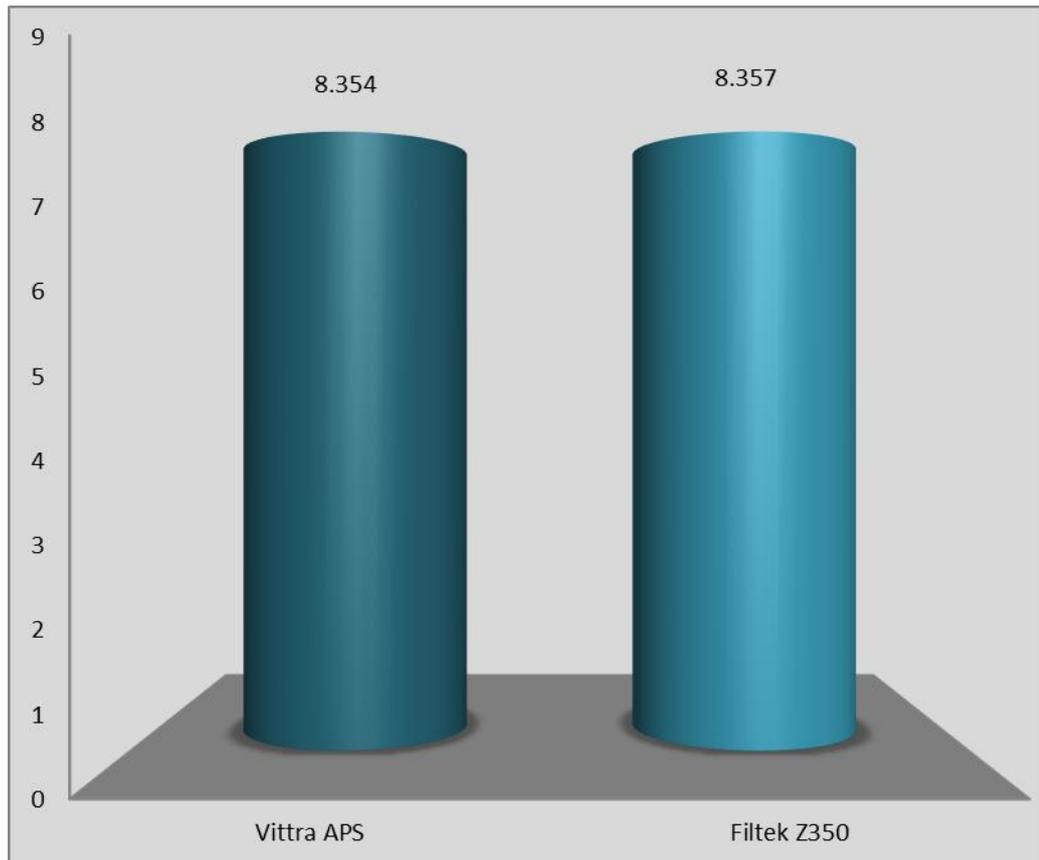


TABLA N° 2
COMPARACIÓN DEL DIÁMETRO DE LAS MUESTRAS DE RESINAS
VITTRA APS DE LA FGM Y FILTEK Z-350 DE LA 3M

Diámetro	Grupo de Estudio	
	Vittra APS	Filtek Z-350
Media Aritmética	4.158	4.159
Desviación Estándar	0.010	0.009
Valor Mínimo	4.15	4.14
Valor Máximo	4.18	4.17
Total	10	10

Fuente: Matriz de datos

INTERPRETACIÓN:

En la tabla N° 2 procedemos a comparar el diámetro de los cilindros confeccionados con las resinas VITTRA APS de la marca FGM y FILTEK Z-350 XT de la 3M, las cuales luego fueron sometidos a la máquina universal de ensayos para establecer su resistencia.

Como se puede observar de los resultados obtenidos, para el grupo conformado por los cilindros de la resina compuesta VITTRA APS-FGM, el diámetro evidenciado correspondió a 4.158 mm, respecto al grupo de resinas compuestas FILTEK Z-350 XT-3M el diámetro observado llegó a un valor promedio de 4.159 mm, es decir, la diferencia entre ambos grupos fue de 0.001 mm. Así mismo, el diámetro mínimo fue de 4.15 mm para las resinas VITTRA APS-FGM y de 4.14 mm para el de resinas FILTEK Z-350 XT-3M.

GRÁFICO N° 2

COMPARACIÓN DEL DIÁMETRO DE LAS MUESTRAS DE RESINAS VITTRA APS DE LA FGM Y FILTEK Z-350 DE LA 3M

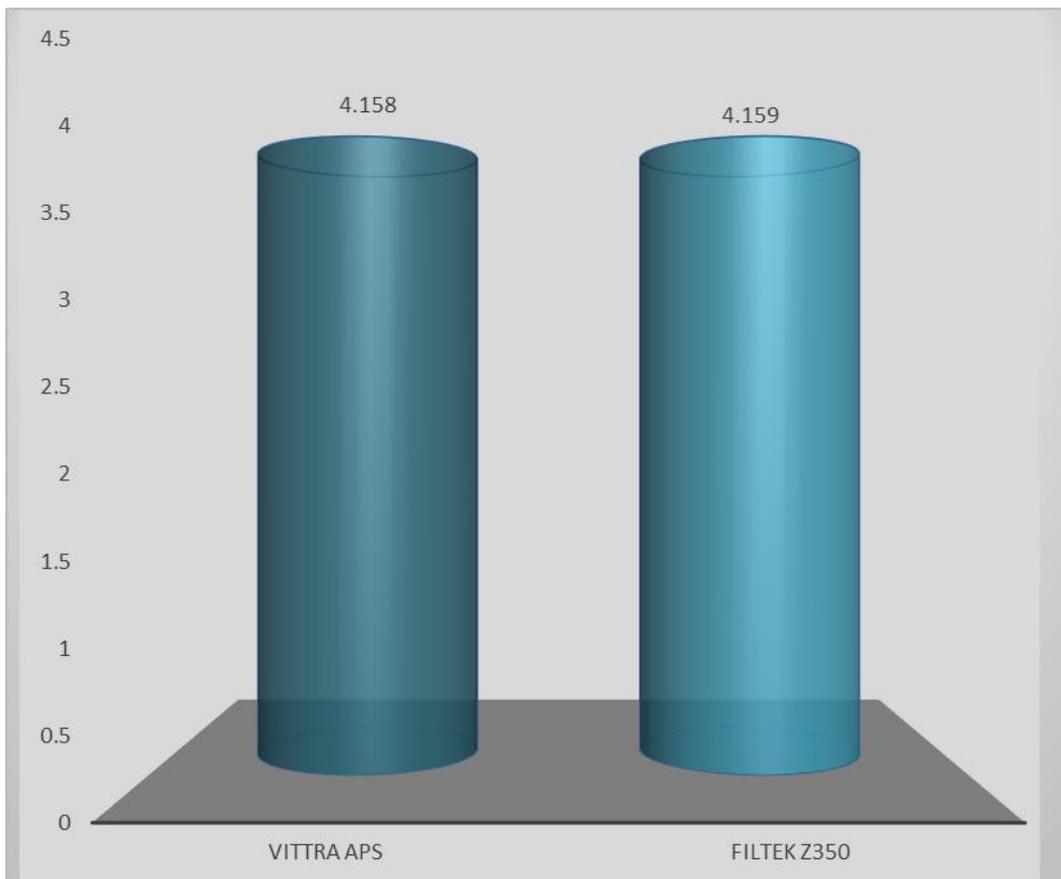


TABLA N° 3**COMPARACIÓN DE LA CARGA MÁXIMA DE LAS MUESTRAS DE RESINAS VITTRA APS DE LA FGM Y FILTEK Z-350 DE LA 3M**

Carga Máxima	Grupo de Estudio	
	Vittra APS	Filtek Z-350
Media Aritmética	3307.20	3250.70
Desviación Estándar	246.20	604.77
Valor Mínimo	2942	2091
Valor Máximo	3651	3800
Total	10	10

Fuente: Matriz de datos

INTERPRETACIÓN:

La tabla que se muestra nos presenta la información correspondiente a la carga máxima que se obtuvo al someter a ambos grupos de estudio, conformadas por las resinas compuestas VITTRA APS-FGM Y FILTEK Z-350 XT-3M, a las fuerzas de compresión.

De acuerdo con los resultados a los que hemos arribado luego de la experimentación, el promedio de carga máxima medida en el grupo de resinas compuestas VITTRA APS-FGM fue de 3307.20 MPa, en tanto, para el grupo de resinas FILTEK Z350, el promedio evidenciado fue ligeramente menor, con una media aritmética de 3250.70 MPa. Así mismo, se observa que para las resinas VITTRA APS-FGM, la carga mínima aplicada fue de 2942, mientras que para las FILTEK Z-350 XT-3M fue de 2091 MPa.

GRÁFICO N° 3

COMPARACIÓN DE LA CARGA MÁXIMA DE LAS MUESTRAS DE RESINAS VITRA APS DE LA FGM Y FILTEK Z-350 DE LA 3M

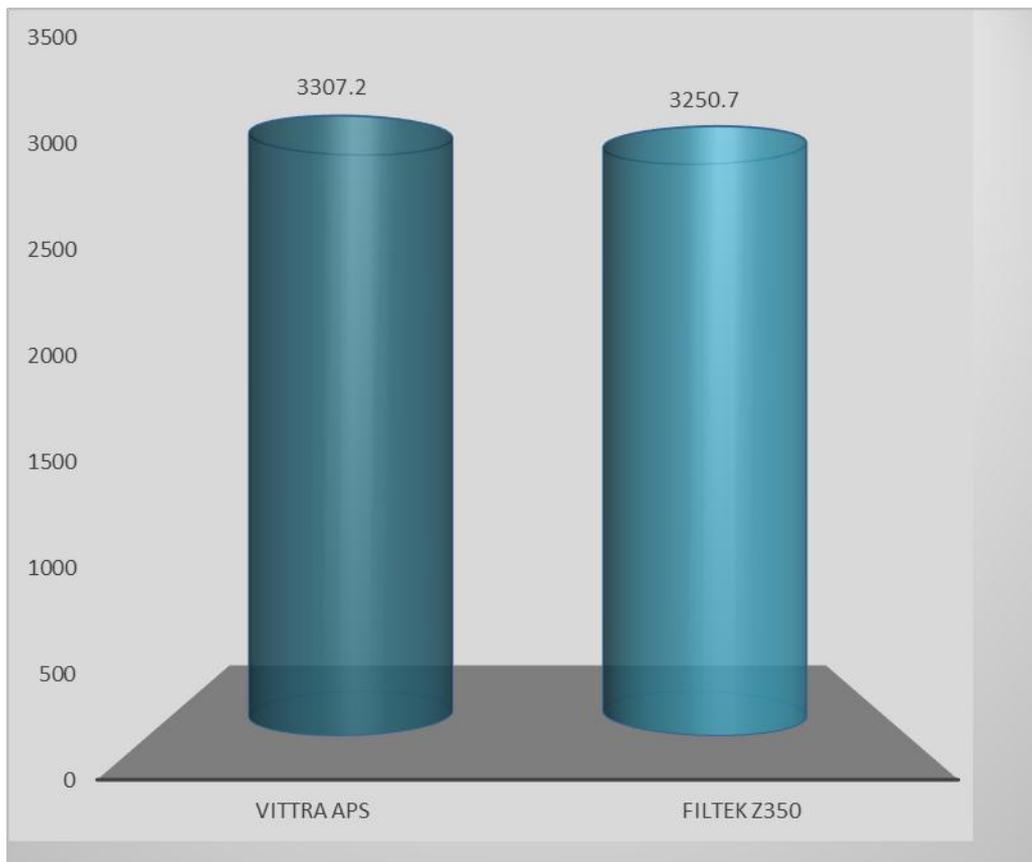


TABLA N° 4**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DE RESINAS VITTRA APS DE LA FGM Y FILTEK Z-350 DE LA 3M**

Resistencia a la Compresión	Grupo de Estudio	
	Vittra APS	Filtek Z-350
Media Aritmética	243.679	239.317
Desviación Estándar	18.716	44.777
Valor Mínimo	216.46	154.59
Valor Máximo	269.92	282.30
Total	10	10

Fuente: Matriz de datos

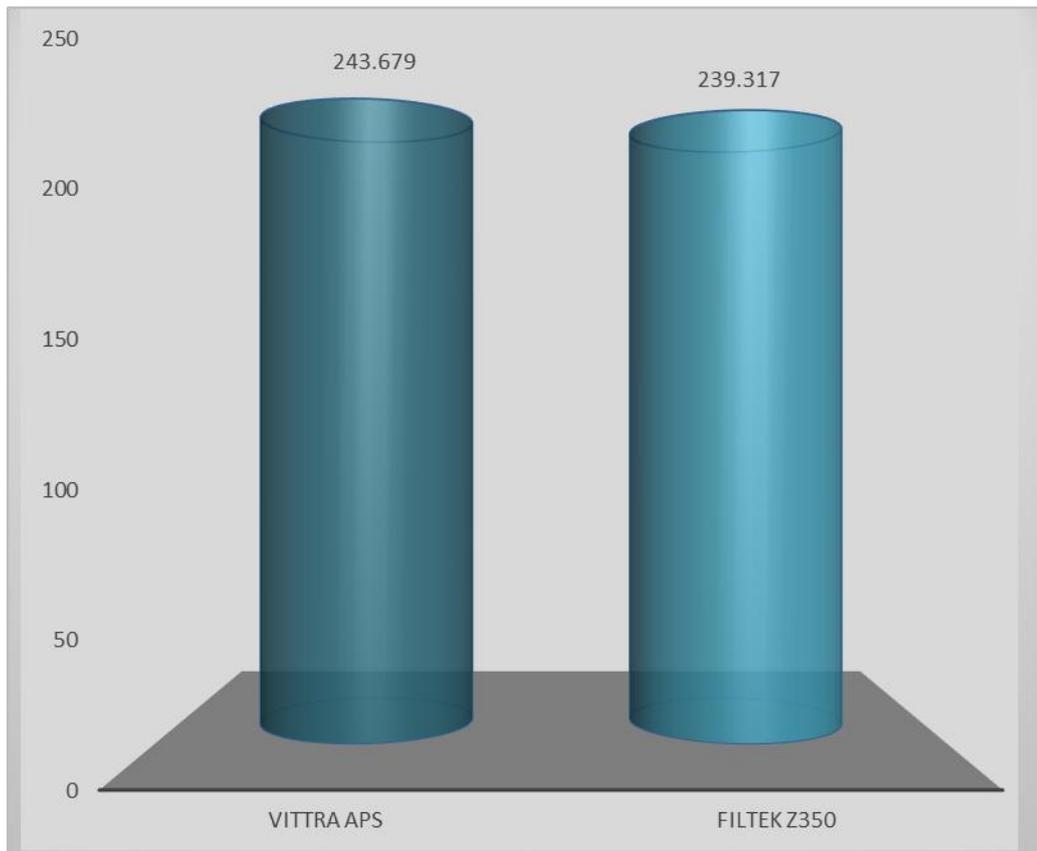
INTERPRETACIÓN:

En la tabla N° 4 mostramos la comparación llevada a cabo respecto a la resistencia a la compresión, que es nuestro objetivo de investigación principal, entre las resinas compuestas VITTRA APS de la marca FGM y las FILTEK Z-350 XT de la marca 3M.

Los resultados obtenidos nos permiten colegir que, para el grupo de resinas VITTRA APS se obtuvo una resistencia a la compresión equivalente a un promedio de 243.679 MPa, en tanto, para el grupo conformado por las resinas FILTEK Z-350, su media aritmética fue ligeramente inferior, con un valor de 239.317 MPa. Además, la resistencia mínima observada para las resinas VITTRA APS fue de 216.46 MPa y para las FILTEK Z-350 XT-3M correspondió a 154.59 MPa.

GRÁFICO N° 4

COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DE RESINAS VITRA APS DE LA FGM Y FILTEK Z-350 DE LA 3M



5.2 ANÁLISIS INFERENCIAL:

TABLA N° 5

PRUEBA T DE STUDENT PARA COMPARAR LA ALTURA Y DIÁMETRO DE LAS MUESTRAS DE RESINAS VITTRA APS DE LA FGM Y FILTEK Z-350 DE LA 3M

GRUPOS DE ESTUDIO	Valor Estadístico	Grados de Libertad	Significancia P
ALTURA	0.222	18	0.643 ($P \geq 0.05$) N.S.
DIÁMETRO	0.049	18	0.828 ($P \geq 0.05$) N.S.

Para comparar la altura y diámetro de los cilindros confeccionados tanto por las resinas compuestas VITTRA APS como de la FILTEK Z-350 (Tablas N° 1 y 2) para ser sometidas a la máquina universal de ensayos, se aplicó la prueba estadística t de Student, la cual nos permite establecer si existen, o en su defecto no, diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos de estudio respecto a estas variables, las cuales son de naturaleza cuantitativa y con escala de medición razón.

Es importante mencionar que estas dos características estudiadas en los cilindros de resinas confeccionados para nuestra investigación (altura y diámetro) no deben diferir entre los dos grupos de estudio, pues deben empezar en las mismas condiciones para evitar cualquier sesgo respecto a su resistencia a la compresión. Como se observa de la aplicación de la prueba estadística, las diferencias encontradas entre ambos grupos respecto a su altura y diámetro no fueron estadísticamente significativas, es decir, ambos empiezan igual respecto a los dos parámetros medidos aquí.

TABLA N° 6

**PRUEBA T DE STUDENT PARA COMPARAR LA CARGA MÁXIMA
APLICADA A LAS MUESTRAS DE RESINAS VITTRA APS DE LA FGM Y
FILTEK Z-350 DE LA 3M**

GRUPOS DE ESTUDIO	Valor Estadístico	Grados de Libertad	Significancia P
CARGA MÁXIMA	0.075	18	0.787 ($P \geq 0.05$) N.S.

En la comparación llevada a cabo de la carga máxima ejercida tanto en el grupo de resinas compuestas VITTRA APS de la marca FGM y FILTEK Z-350 XT de la 3M (Tabla N° 3) cuando estas fueron sometidas a la máquina universal de ensayos, se aplicó la prueba estadística t de Student, la cual nos permite establecer si existen, o en su defecto no, diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos de estudio respecto a la carga aplicada, la cual es una variable de naturaleza cuantitativa y con escala de medición razón.

De acuerdo a los resultados obtenidos luego de aplicar los procedimientos estadísticos correspondientes, podemos afirmar fehacientemente que, según la prueba, las diferencias encontradas respecto a la carga máxima aplicada entre ambos grupos de estudio no fueron estadísticamente significativas, es decir, la carga máxima a la cual fueron sometidas ambas resinas compuestas fue iguales, por lo tanto podemos colegir que ambas se comportaron de la misma manera.

TABLA N° 7

PRUEBA T DE STUDENT PARA COMPARAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS DE RESINAS VITTRA APS DE LA FGM Y FILTEK Z-350 DE LA 3M

GRUPOS DE ESTUDIO	Valor Estadístico	Grados de Libertad	Significancia P
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	0.081	18	0.779 ($P \geq 0.05$) N.S.

En la tabla N° 7 comparamos la resistencia a la compresión observada en los cilindros confeccionados tanto por las resinas compuestas VITTRA APS - FGM como de la FILTEK Z-350 XT-3M (Tabla N° 4) luego de haber sido sometidas a la máquina universal de ensayos, para llevar a cabo esta comparación se aplicó la prueba estadística t de Student, la cual nos permite establecer si existen, o en su defecto no, diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos de estudio respecto a su resistencia, la cual es una variable de naturaleza cuantitativa y con escala de medición razón.

Con los resultados a los cuales hemos arribado, podemos afirmar que, según la prueba estadística aplicada, las diferencias encontradas respecto a la resistencia a la compresión entre ambos grupos de estudio no fueron estadísticamente significativas, es decir, las resistencias a la compresión en los cilindros de resinas compuestas de ambas marcas estudiadas fueron igual.

5.3 COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS:

Hipótesis Principal:

Es probable que las restauraciones con resina compuesta VITTRA APS - FGM presente mayor resistencia a la compresión in vitro, que la resina compuesta FILTEK Z-350 XT - 3M.

Regla de Decisión:

Si $P \geq 0.05$ No se acepta la hipótesis.

Si $P < 0.05$ Se acepta la hipótesis.

Conclusión:

De acuerdo con los resultados obtenidos en nuestra investigación (Tabla N° 7), procedemos a rechazar nuestra hipótesis principal, puesto hemos encontrado que tanto las resinas compuestas VITTRA APS-FGM como la FILTEK Z-350 XT – 3M tuvieron la misma resistencia a la compresión al ser sometidas a la máquina universal de ensayos, pues sus diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Primera Hipótesis Derivada:

Es probable que la resina compuesta VITTRA APS – FGM, presente menor resistencia a la compresión in vitro en comparación con la resina compuesta FILTEK Z-350 XT – 3M.

Regla de Decisión:

Si $P \geq 0.05$ No se acepta la hipótesis.

Si $P < 0.05$ Se acepta la hipótesis.

Conclusión:

Tomando en cuenta los resultados obtenidos (Tabla N° 7), rechazamos la primera hipótesis derivada, dado que tanto las resinas compuestas VITTRA APS – FGM como las FILTEK Z-350 XT– 3M mostraron tener la misma resistencia a la compresión.

Segunda Hipótesis Derivada:

Es probable que las resina VITTRA APS – FGM presenten la misma resistencia a la compresión in vitro que la resina compuesta FILTEK Z-350 XT – 3M.

Regla de Decisión:

Si $P \geq 0.05$ No se acepta la hipótesis.

Si $P < 0.05$ Se acepta la hipótesis.

Conclusión:

De acuerdo con los resultados a los que hemos llegado luego de realizada la experimentación (Tabla N° 7), procedemos a aceptar nuestra segunda hipótesis derivada, pues las resinas compuestas VITTRA APS- FGM tuvieron igual resistencia a la compresión frente a la máquina universal de ensayos que las resinas FILTEK Z-350 XT – 3M.

5.4 DISCUSIÓN:

En este estudio de investigación se demostró que la resina compuesta VITTRA APS-FGM con una media de 243,679 MPa presenta similar resistencia a la compresión in vitro que la resina FILTEK Z-350 XT-3M con una media de 239.317MPa, resultado de la máquina universal de ensayos marca INSTRON modelo 23-100. En el estudio “Resistencia a la compresión entre una resina con técnica incremental al FILTEK Z350 XT de 3M y una monoincremental bulk fill de 3M estudio in vitro Arequipa 2017”, realizado por Guerra Midolo¹², los resultados demostraron que la resina FILTEK Z-350 XT de 3M con técnica incremental obtuvo mayor resistencia a la compresión (214.61 MPa) que la FILTEK™ BULK FILL de 3M, la diferencia de resultado de nuestra investigación (239.317MPa resina compuesta FILTEK Z-350 XT- 3M y 243.679MPa para la resina compuesta VITTRA APS-FGM) se puede deber a que la resina compuesta Z-350 XT-3M del estudio anterior se realizó la medición seguidamente de la confección de los cilindros de resina y en nuestro estudio se llevó 24 horas después (mantenidos a 37°C y 100% de humedad relativa por 24 horas), como ya se ha estandarizado en otros trabajos de investigación, realizados anteriormente. Otro punto por señalar sería que en el estudio anterior se usó lámpara LED DE 800mw/cm², mientras que en nuestro estudio se usó lámpara LED H. Woodpecker de intensidad de 1025mw/cm². Estudios anteriores han demostrado que utilizando lámparas de mayor intensidad (LED), pueden obtener mayores niveles de polimerización ⁴¹.

En el estudio “Resistencia compresiva: estudio comparativo in vitro entre un cerámico y una resina de nanotecnología sometida a dos tipos de complementación de polimerización, Quito 2016” realizado por De la Torre⁹, se han demostrado que las resinas de nanorrelleno con alta carga inorgánica, sumados a diferentes tipos de complementación de polimerización tienen mayor resistencia a la compresión que un cerámico. Resultado que puede relacionarse con el obtenido en la presente investigación, ya que las resinas de nanorelleno demostraron tener alta resistencia a la compresión, con valores de 239.317MPa y 243.679MPa.

En la investigación de Montalvo⁸ titulada “Influencia de los tipos de polimerización ante el efecto de fuerzas compresivas sobre una resina de nano partícula, una resina bulk fill y un cerómero. Estudio in vitro”. Quito – 2017, se determinó que el cerómero Ceramage soporta mayor resistencia a la compresión que la resina de nanopartícula filtek-350 xt-3M y la resina bulk fill-3M. Sin embargo los resultados obtenidos en nuestra investigación demuestran que las resinas de nanorelleno con alta carga inorgánica evaluadas demuestran alta resistencia a la compresión con valores de 239.317MPa y 243.679MPa.

En este otro estudio. “Determinar la resistencia a la compresión vertical en cuatro resinas de nanotecnología de dos casas comerciales en técnica combinada entre resina fluida y convencional a través de la técnica incremental en restauraciones clase II oclusodistal”. Quito 2016 , realizado por Millingalle¹⁰ ,se ha visto que una técnica combinada de una resina convencional de nanorelleno (Z-350-3M) más una resina fluida también de nanorelleno (bulk fill-3M), a través de la técnica incremental en restauraciones oclusodistal, tienen mayor resistencia a la compresión (305,32MPa), el presente estudio sólo utilizó muestras de resina de nanorelleno, sin incluir otros materiales.

Las resinas compuestas son el material de predilección para los tratamientos de operatoria en la actualidad. La evolución de este material ha permitido tener a disposición las resinas de nanorelleno y de alta carga inorgánica, las que en diferentes estudios han demostrado excelentes propiedades mecánicas, los que se corrobora con los resultados obtenidos en la presente investigación.

CONCLUSIONES:

- PRIMERA** : La resistencia a la compresión de la resina compuesta VITTRA APS-FGM que se obtuvo después de llevada a cabo la experimentación fue, en promedio, de 243.679 MPa.
- SEGUNDA** : La resistencia a la compresión de la resina FILTEK Z-350 XT de la 3M, que se obtuvo después de ser sometida a la máquina universal de ensayos fue, en promedio, de 239.317 MPa.
- TERCERA** : Comparando ambas resinas, las diferencias encontradas respecto a su resistencia a la compresión no fueron estadísticamente significativas, es decir, ambas resinas tienen la misma resistencia.

RECOMENDACIONES:

- PRIMERA** : Se recomienda realizar otros estudios con los cuales se pueda medir la resistencia a la compresión y dureza después de ser sometidos a estímulos tales como el calor, luz ultravioleta para determinar si estos mejoran las propiedades de las resinas.
- SEGUNDA** : Se recomienda llevar a cabo otras investigaciones donde se estudie la resistencia al desgaste de la resina compuesta VITTRA APS-FGM, ya que ésta es una de las ventajas indicadas por el fabricante.
- TERCERA** : Se sugiere a los odontólogos que evalúen el uso clínico de las resinas compuestas tanto de VITTRA APS - FGM como FILTEK Z-350 XT de la 3M, puesto que, según nuestros resultados, ambas son similares respecto a su resistencia a la compresión.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Opdam N. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and Meta-analysis. J Dent Res. 2014; 93(10): 943-9
2. H. Ralph Rawls y J. Esquivel-Upshaw. Resinas para restauraciones. Kenneth J. Anusavice Phillips Ciencia de los materiales dentales .11va ed. España: ELSEVIER .2004.p.400-409.
3. Kenneth J. Anusavice .Propiedades mecánicas de los materiales dentales. Kenneth J. Anusavice .Phillps Ciencia de los materiales dentales .11va ed. España: ELSEVIER .2004.p.75-86.
4. Naranjo, M., Ortiz, P., Díaz, M., Gómez, M., Patiño, MC. (2007). Resistencia a la fractura de dientes intactos y restaurados con resina sometidos a carga constante. Rev CES Odont; 20(2):30-8.
5. fgm.ind.br [Internet]. Brasil.: FGM; actualizado 01 En. 2017 ; citado 21 Jun. 2018. <http://www.fgm.ind.br/site/wp-content/uploads/2017/03/Perfil-Tecnico-Vittra.pdf>
6. Rodríguez G. Douglas, Pereira S. Natalie A. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas Acta Odontológica Venezolana. [Internet].2008.[28/06/2018]:46.(3):1-9.
http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/evolucion_tendencias_resinas_compuestas.asp
7. Lema Murillo Carlos Eduardo. Comparación de la resina a la compresión de resinas compuestas nanopartículas fuera y dentro de la fecha de validez. Tesis para optar el título profesional de odontología.
<http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/3975>.
8. Montalvo Bombón Inés Monserrath. Influencia de los tipos de polimerización ante el efecto de fuerzas compresivas sobre una resina de nano partícula, una resina bulk fill y un cerómero. Estudio in vitro. Tesis para optar el título profesional de odontología.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/11064>

9. De la Torre Maldonado, Juan Sebastián. Resistencia compresiva: estudio comparativo in vitro entre un cerómero y una resina de nanotecnología sometida a dos tipos de complementación de polimerización. Tesis para optar el título profesional de odontología.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5672>
10. Millingalli Vega Hernán Santiago. Determinar la resistencia a la compresión vertical en cuatro resinas de nanotecnología de dos casas comerciales en técnica combinada entre resina fluida y convencional a través de la técnica incremental en restauraciones clase II ocluso-distal. Tesis para optar el título profesional de odontología.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7791>
11. Medina Armijo José Santiago. Evaluación comparativa in vitro de la resistencia a la compresión vertical de resinas híbridas, resinas fluidas y cemento ionómero de vidrio de restauración de diferentes casas comerciales distribuidas en la ciudad de Loja luego de ser sometidas a bebidas carbonatas durante el periodo junio-noviembre 2011. Tesis para optar el título profesional de odontología.
<http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/6637?mode=full>
12. Guerra Midolo Diego Dashiell. Resistencia a la compresión entre una resina con técnica incremental al filtek Z-350 xt de 3M espe y una monoincremental filtek bulk fill de 3m espe estudio in vitro Arequipa 2017. Tesis para optar el título profesional de odontología.
<http://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/6098>
13. Barrancos J. Barrancos P. "Operatoria dental integración clínica". Cuarta ed. Editorial medico panamericana. 2006.
14. Schneider LF; Cavalcante LM; Silikas N. shrinkage stresses Generated during Resing-Composite Application: A review. J Dent Biomech. 2010.
15. Stansbury J; Bowman C. The progress in development of dental restorative material. Material Matter. 2010. 5.3, 73.
16. Culbertson BM, Wan Q, Tong Y. Preparation and evaluation of visible light-cured multi-methacrylates for dental composites. J Macromolec Sci-Pure Appl Chem 1997; 34:2405-21.

17. Holter D, Frey H, Mulhaupt R. Branched bismethacrylates based on Bis-GMA. a systematic route to low shrinkage composites. *Polymer Preprints* 1997;38:84–5.
18. Wikipedia.org.[internet].España.Wikipedia;actualizado 25 Sep.2017; citado 21Jun.2108. <https://es.wikipedia.org/wiki/Composite#Composici%C3%B3n>
19. R. Van Noort. *Introduction to dental materials*. Elsevier. London, UK. 3a ed. 2007.
20. Obrien W. *Dental materials and their selection*. Polimeric restorative materials. Quintessence Publising Co. 2002 .chapter 8, pages113-113.
21. Ferracane JL. Resin composite State of the art. *Dent Mater* (2010), DOI:10.1016/j.dental.2010.10.020.
22. Senawongse P., Pongprueksa P. (2007) Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishingand brushing. *J Esthet Restor Dent*; 19: 265-275.
23. Multimedia.3M [internet].Perú.2010.[Actualizado 2010; Citado 22/06/2018]. Multimedia3M.com;36.<http://multimedia.3m.com/mws/media/725177O/perfil-tecnico-filtek-z350-xt.pdf>
24. Deliperi S, Bardwell D (2002). An alternative method to reduce polymerization shrinkage in direct posterior composite restorations. *J Am Dent Assoc*; 133(10):1387-98.
25. Multimedia.3M.com [Internet].Alemania.2014.[Citado 28/06/2018]. Profile <http://multimedia.3m.com/mws/media/976634O/filtek-bulk-fill-posterior-restorative-technical-product-profile.pdf>
26. Toledano Pérez M. *Arte y Ciencia de los Materiales Odontológicos*. Editorial Avances Medico Dentales, Madrid-España,2009.125-127.
27. Peutzfeld A. “Resin Composite in Dentistry: The monomer systems”. *European Journal of Oral Sciences*. 1997, Volume 105, Pages 97-116.
28. H. Ralph Rawls. *Polímeros Dentales*. Kenneth J. Anusavice. Phillips Ciencia de los materiales dentales .11va ed. España: ELSEVIER .2004.p.154-162.

29. Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006;11:E215-220.
30. Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: A systematic review. *Dental Materials* (2005) 21, 962-970.
31. Moraes RR, Goncalves LS, Lancelotti AC. Nanohybrid resin composites: nanofiller loaded materials or traditional microhybrid resins *Operative dentistry*, 2009, 34-5, 551-557
32. Roberts HW, Vandewalle KS, Berzins DW, Charlton DG. Accuracy of LED and halogen radiometers using different lit surces *J. Esthet Restor Dent.*2006;18(4);214-22.
33. SlideShare.net [internet].Perú: slideshare; 2011. [Publicado el 13 de nov de 2011,citado el 02/07/2018]. http://es.slideshare.net/rita_esposito/metodos-de-fotoactivacion.
34. Steenbeker O. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética y adhesiva. Editorial Ripano, Madrid, 2010: 123-128
35. Toledano Manuel. Arte y Ciencia de los materiales Odontológicos. [Internet]. Madrid, España: Ediciones avances médico - dentales. Recuperado el 27 de marzo de 2016.
<https://www.casadellibro.com/libro-arte-y-ciencia-de-los-materiales-odontologicos/9788487922404/1004411>
36. Cova J. Biomateriales dentales [internet]. 2da Ed. Venezuela: Amolca; 2010.[Citado el 02/07/2018].<https://prezi.com/ujs1k1k3fq5w/cova-biomateriales-dentales-2da-edicion-amolca-venezu/>
37. Macchi Ricardo. Materiales dentales. [Internet] Vol1. 4ta Ed. Buenos Aires: Panamericana;2007.[Citado 02/07/2018]. <http://www.medicapanamericana.com/Libros/Libro/4166/Materiales-Dentales.html>
38. Bhargava A, Sharma C. Mechanical behaviour and testing of materials. [Internet].Vol. 1. 1 ed. Nueva Delhi: PHI; 2011. [Actualizado 2014; Citado 02/07/2018]. <https://books.google.com.pe/books>

39. Acurio, P., Falcón, G., Casas, L. Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. 2017[Internet].Revista Odontología Vital. 2017. Volumen 2, No. 27.pag.69-77. <http://www.scielo.sa.cr/pdf/odov/n27/1659-0775-odov-27-00069.pdf>
40. Yeni Mercedes Salas Castro. Estudio in vitro de la microdureza superficial en resinas compuestas de metacrilato Z350 XT y Silorano P90.2013.Tesis para optar el título profesional de odontología. http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3425/Salas_cy.pdf?sequence=1
41. Mousavinasab SM, Meyers I. Comparison of depth of cure, hardness and heat generation of LED and high intensity QTH light sources. European Journal of Dentistry, July 2011- Vol 5.

ANEXOS

ANEXO NRO. 1

FICHA DE RECOLECCIÓN LABORATORIAL Nro 1

Anexo Nro. 1
Ficha de recolección laboratorial Nro 1

RESINA COMPUESTA VITTRA APS-FGM				
MUESTRA	ALTURA (mm)	DIÁMETRO (mm)	CARGA MÁXIMA (N)	RESISTENCIA MÁXIMA A LA COMPRESIÓN (MPa)
1	8,38	4,15	3030	224,01
2	8,37	4,15	3301	244,08
3	8,35	4,17	3229	236,88
4	8,33	4,15	3488	257,87
5	8,38	4,18	3088	224,81
6	8,37	4,16	3474	255,6
7	8,34	4,16	2942	216,46
8	8,37	4,18	3681	269,92
9	8,36	4,15	3690	267,63
10	8,38	4,16	3256	239,56

FICHA DE RECOLECCIÓN LABORATORIAL Nro 2

Ficha de recolección laboratorial Nro 2

RESINA COMPUESTA FILTEK Z-350 XT-3M				
MUESTRA	ALTURA (mm)	DIÁMETRO (mm)	CARGA MÁXIMA (N)	RESISTENCIA MÁXIMA A LA COMPRESIÓN (MPa)
1	8,37	4,15	3792	280,35
2	8,37	4,14	3800	282,3
3	8,33	4,16	3303	243,02
4	8,37	4,16	3631	267,15
5	8,38	4,16	3757	276,42
6	8,38	4,17	3768	275,69
7	8,35	4,15	2091	154,59
8	8,35	4,16	2618	192,62
9	8,35	4,17	2849	208,63
10	8,38	4,17	2901	212,47

ANEXO NRO. 2
MATRIZ DE DATOS

RESINA COMPUESTA VITTRA APS-FGM				
MUESTRA	ALTURA (mm)	DIÁMETRO (mm)	CARGA MÁXIMA (N)	RESISTENCIA MÁXIMA A LA COMPRESIÓN (MPa)
1	8.35	4.15	3030	224.01
2	8.37	4.15	3301	244.05
3	8.35	4.17	3225	236.88
4	8.33	4.15	3488	257.87
5	8.35	4.18	3085	224.81
6	8.37	4.16	3474	255.6
7	8.34	4.16	2942	216.46
8	8.37	4.15	3651	269.92
9	8.36	4.15	3620	267.63
10	8.35	4.16	3256	239.56

RESINA COMPUESTA FILTEK Z-350 XT -3M				
MUESTRA	ALTURA (mm)	DIÁMETRO (mm)	CARGA MÁXIMA (N)	RESISTENCIA MÁXIMA A LA COMPRESIÓN (MPa)
1	8.37	4.15	3792	280.35
2	8.37	4.14	3800	282.3
3	8.33	4.16	3303	243.02
4	8.37	4.16	3631	267.15
5	8.35	4.16	3757	276.42
6	8.35	4.17	3765	275.69
7	8.35	4.15	2091	154.59
8	8.35	4.16	2618	192.62
9	8.35	4.17	2849	208.61
10	8.38	4.17	2901	212.42

ANEXO NRO. 3

DOCUMENTACIÓN SUSTENTANTORIA



Arequipa, 01 de agosto del 2018

Señor Magister
Ezequiel Collado Cárdenas
Director del Departamento Académico de Ingeniería de Materiales
Universidad Nacional de San Agustín

Presente.-

ASUNTO: Solicito ingreso con fines investigativos

De mi mayor consideración:

Reciba usted el cordial saludo de las autoridades de la Universidad Alas Peruanas y en especial de la Escuela Profesional de Estomatología.

Por medio de la presente hago de su conocimiento que la Srta. PUMA MENDOZA LIZETH AURELIA identificada con el DNI 46071655 egresado y para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista, se ha acogido a la modalidad de Tesis, por lo que, habiendo sido aprobado su Proyecto de Investigación titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DOS RESINAS COMPUESTAS: VITTRA APS-FGM Y FILTEK Z-350 XT-3M. AREQUIPA 2018**

Por este motivo es que, solicito a su digno despacho permitirle el ingreso a las instalaciones del Departamento que dignamente dirige, para la recolección de datos a partir del 03 de agosto hasta el 14 de agosto del 2018.

Agradeciendo anticipadamente la atención que le brinde a la presente, es propicia la ocasión para manifestarle sentimientos de mi más alta consideración.

Atentamente,

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONSTANCIA

El suscrito, Ing. Elmer Mamani Calcina, responsable del Laboratorio de Ensayo de Materiales, hace constar que:

La señorita Lizeth Aurelia Puma Mendoza identificad con DNI 46071655, ha realizado ensayos de compresión de Resina Compuesta Vittra APS-FGM y Resina Compuesta FILTEK Z-350 XT-3M, resultados que fueron entregados a la interesada.

Se expide la presente a la solicitud de la interesada.

Arequipa, 10 de agosto del 2018


Mg. ESEQUIEL N. COLADO CARDENAS
DIRECTOR
Departamento Académico de Ingeniería de Materiales




Ing. Elmer Mamani Calcina
Laboratorio de Ensayo de Materiales



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
MATERIALES
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MATERIALES



**ENSAYO DE COMPRESIÓN
INFORME DE LABORATORIO**

Número total de páginas:1

SOLICITADO POR : Lizeth Aurelia Puma Mendoza; DNI: 46071655
DIRECCIÓN : Urb. Leoncio Prado K-11, Paucarpata, Arequipa
REALIZADO POR : Laboratorio de Ensayo de Materiales
MUESTRA : Resina Compuesta Vittra APS-FGM
FECHA DE EJECUCIÓN : 06/08/2018
FECHA DE EMISIÓN : 10/08/2018

RESULTADOS

Muestra	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Carga Máxima (N)	Resistencia máxima a la compresión (MPa)
1	8.35	4.15	3030	224.01
2	8.37	4.15	3301	244.05
3	8.35	4.17	3235	236.88
4	8.33	4.15	3488	257.87
5	8.35	4.18	3085	224.81
6	8.37	4.16	3474	255.60
7	8.34	4.16	2942	216.46
8	8.37	4.15	3651	269.92
9	8.36	4.15	3620	267.63
10	8.35	4.16	3256	239.56

EQUIPO:

- Sistema de prueba de materiales, Marca INSTRON modelo 23-100
- Celda de carga de tensión compresión, estática. Capacidad 100KN

OBSERVACIONES:

- En estos ensayos se registraron las máximas cargas al esfuerzo de compresión de la resina Compuesta Vittra APS-FMG
- Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante
- Estas muestras fueron ensayadas para el trabajo de tesis "Estudio Comparativo in vitro de la resistencia a la compresión de dos resinas compuestas: Vittra APS-FGM y FILTEK Z-350 XT-3M, Arequipa 2018"

Mg. ESEQUIEL COLVADO CARDENAS
DIRECTOR
Departamento Académico de Ingeniería de Materiales



Ing. Elmer Mamani Calcina
Laboratorio de Ensayo de Materiales



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
MATERIALES
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MATERIALES



**ENSAYO DE COMPRESIÓN
INFORME DE LABORATORIO**

Número total de páginas:1

SOLICITADO POR : Lizeth Aurelia Puma Mendoza DNI: 46071655
DIRECCIÓN : Urb. Leoncio Prado K-11, Arequipa
REALIZADO POR : Laboratorio de Ensayo de Materiales
MUESTRA : Resina Compuesta FILTEK Z-350 XT-3M
FECHA DE EJECUCIÓN : 06/08/2018
FECHA DE EMISIÓN : 10/08/2018

RESULTADOS

Muestra	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Carga Máxima (N)	Resistencia máxima a la compresión (MPa)
1	8.37	4.15	3792	280.35
2	8.37	4.14	3800	282.30
3	8.33	4.16	3303	243.02
4	8.37	4.16	3631	267.15
5	8.35	4.16	3757	276.42
6	8.35	4.17	3765	275.69
7	8.35	4.15	2091	154.59
8	8.35	4.16	2618	192.62
9	8.35	4.17	2849	208.61
10	8.38	4.17	2901	212.42

EQUIPO:

- Sistema de prueba de materiales, Marca INSTRON modelo 23-100
- Celda de carga de tensión compresión, estática. Capacidad 100KN

OBSERVACIONES:

- En estos ensayos se registraron las máximas cargas al esfuerzo de compresión de la Resina Compuesta FILTEK Z-350 XT-3M
- Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante
- Estas muestras fueron ensayadas para el trabajo de tesis "Estudio Comparativo in vitro de la resistencia a la compresión de dos resinas compuestas: Vittra APS-FGM y FILTEK Z-350 XT-3M, Arequipa 2018"

Mg. ESEQUIEL N. COLLAO CARDENAS
DIRECTOR
Departamento Académico de Ingeniería de Materiales



Ing. Elmer Mamani Calcina
Laboratorio de Ensayo de Materiales

ANEXO NRO. 4
SECUENCIA FOTOGRÁFICA

Equipos utilizados en la confección de las muestras



Materiales utilizados en la confección de las muestras



Instrumental utilizado en la confección de las muestras



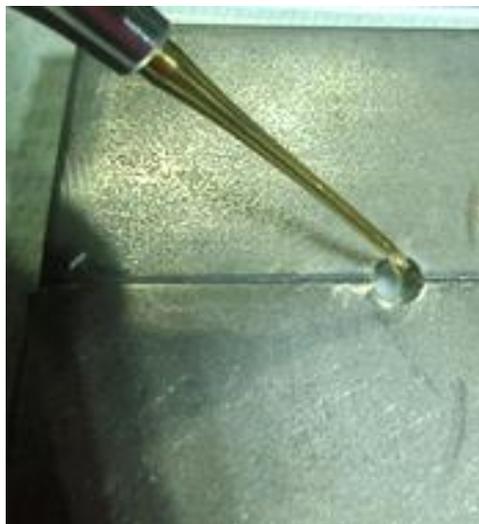
Matriz de acero para la confección de las muestras



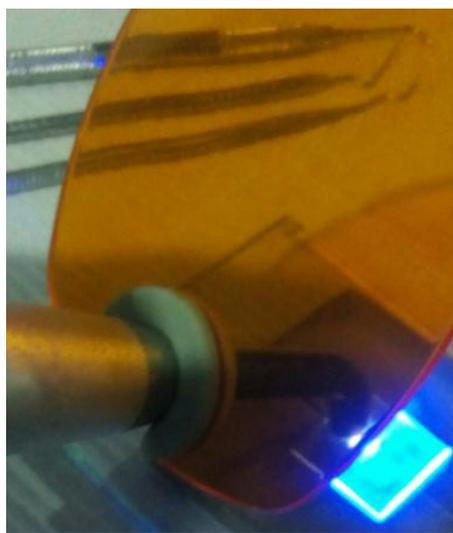
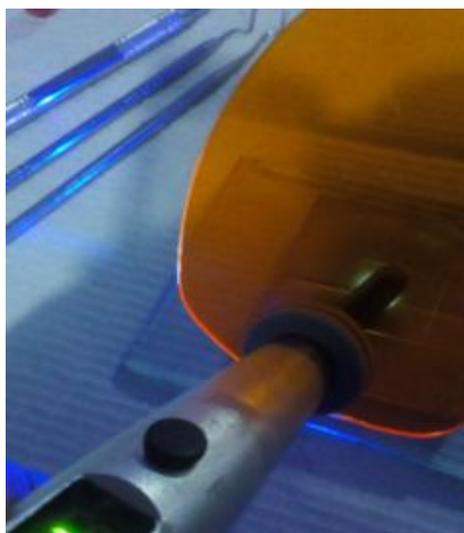
Midiendo la intensidad de la lámpara L.E.D. H. WOODPECKER con el radiómetro.



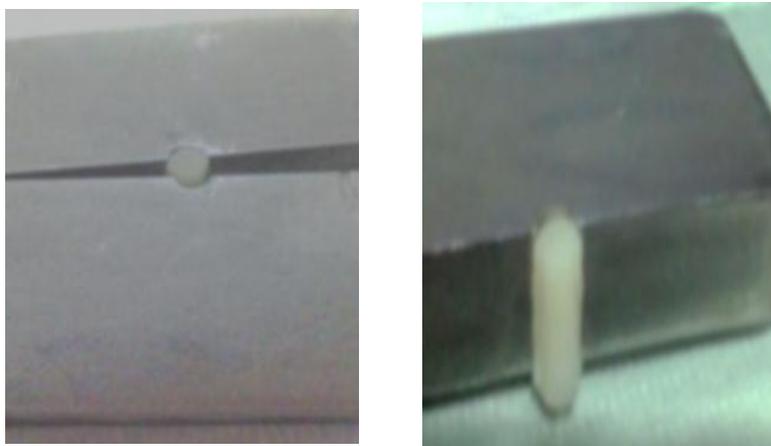
Condensando con el atacador de resina y midiendo con la sonda periodontal la resina compuesta.



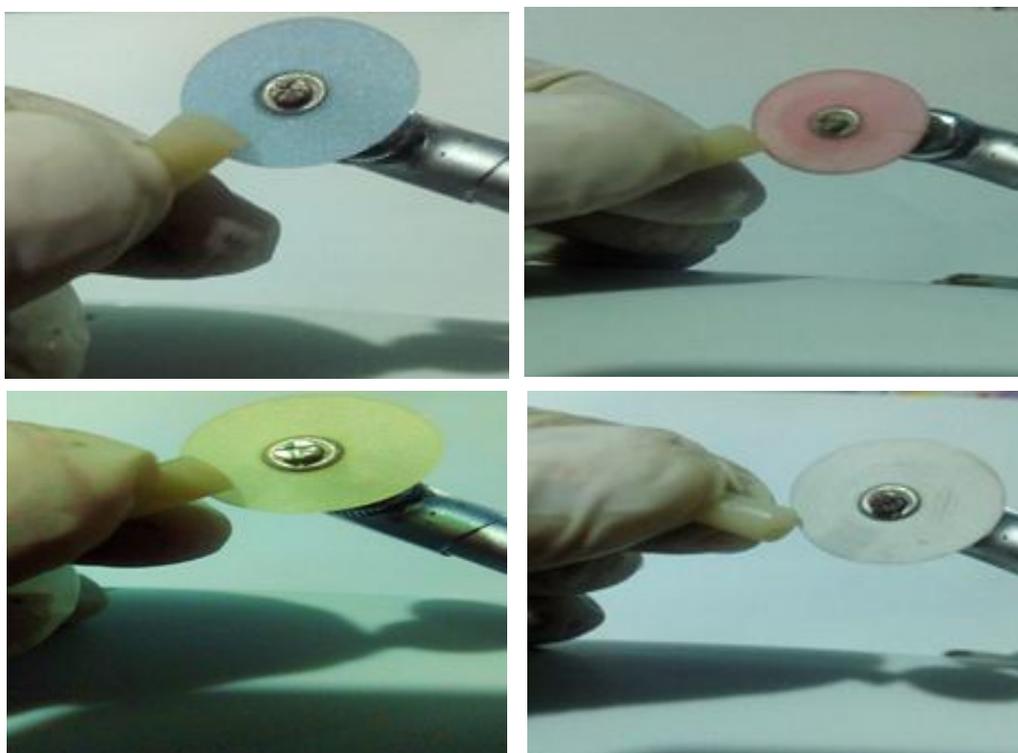
Fotopolimerizando con la lámpara L.E.D. H. woodpecker por 20 segundos cada incremento de resina.



Retirando la probeta de resina compuesta de la matriz de acero prefabricada.



Puliendo las probetas de resina con discos sof-lex (EVE) de diferentes granos, 1ro con grano grueso (disco azul), 2do con grano mediano (disco rojo), 3ro con grano fino (disco amarillo) y 4to con grano extrafino (disco blanco). Cada disco por 15 segundos a 10,000/rpm. Con ayuda de un micromotor eléctrico.



Midiendo las probetas de resina con el calibrador digital marca Truper.



Posteriormente las muestras fueron almacenadas en una incubadora de laboratorio a 37°C y 100% de humedad relativa por 24 horas para luego ser llevados a los ensayos de resistencia a la compresión.



Laboratorio especializado en ensayos mecánicos de materiales. Máquina universal de ensayos marca INSTRON modelo 23-100 del laboratorio de ensayos de materiales de la Escuela de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de San Agustín, UNSA-Arequipa.





Midiendo la resistencia a la compresión de las probetas de resinas compuestas.

