



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

TEMA:

**“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE FUERZAS DIRECTAS
APLICADAS A MATERIALES DE RESTAURACIÓN DENTAL
AMBATO - RIOBAMBA 2018”**

**Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de
Odontólogo**

Autor: Angel Eduardo Bazurto Molina

Tutor: Dra. Mónica Paulina Gómez Panoluisa

RIOBAMBA

2019

REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de sustentación del proyecto de investigación de título: “Resistencia a la compresión de fuerzas directas aplicadas a materiales de restauración dental Ambato - Riobamba 2018”, presentado por Ángel Eduardo Bazurto Molina y dirigida por la Dra. Mónica Paulina Gómez Panoluisa, una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación, escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Salud de la UNACH; para constancia de lo expresado firman:

A... 20 díasdel mes... Febrerodel año... 2019

Dr. Carlos Albán

Presidente del Tribunal

.....

Firma

Dra. Marcela Quisiguiña

Miembro del Tribunal

.....

Firma

Dr. Cristian Sigcho

Miembro del Tribunal

.....

Firma

DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA

Yo, Dra. Mónica Paulina Gómez Panoluisa, Tutora del proyecto de Investigación de título: “Resistencia a la compresión de fuerzas directas aplicadas a materiales de restauración dental Ambato – Riobamba 2018” realizado por el Sr. Ángel Eduardo Bazurto Molina, ha sido planificado y ejecutado bajo mi dirección y supervisión, por tanto, al haber cumplido con los requisitos establecidos por la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Nacional de Chimborazo, autorizo su presentación sustentación y defensa del resultado investigativo ante el tribunal designado para el efecto.

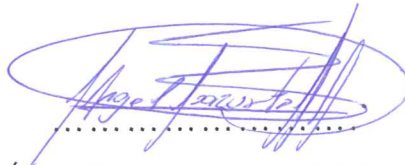


.....
Dra. Mónica Gómez P.

DOCENTE TUTOR

DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA

Yo, Ángel Eduardo Bazurto Molina, portador de la cedula de ciudadanía número 0503627713, por medio del presente documento certifico que el contenido de este proyecto de investigación es de mi autoría, por lo que eximo expresamente a la Universidad Nacional de Chimborazo y a sus representantes jurídicos de posibles acciones legales por el contenido de la misma. Así mismo, autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo para que realice la digitalización y difusión pública de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art.144 de la ley Orgánica de Educación Superior.



Ángel Eduardo Bazurto Molina

050362771-3

AGRADECIMIENTO

Una mano amiga, una guía en el camino que se ha forzado en búsqueda al enriquecimiento académico y quien me ha dirigido y ha sido un apoyo en la elaboración de la presente Tesis la Dra. Mónica Paulina Gómez Panoluisa a quien deseo expresarle mi agradecimiento más sincero por ser mi tutora en este último peldaño de mi vida universitaria, por ser paciente, por compartir sus conocimientos profesionales, que con respeto, paciencia y constancia me ha permitido llegar a cumplir esta meta y expandir mis conocimientos. El llegar a este momento no ha sido fácil, pero con cada dificultad, regla, protocolo o parámetro han hecho de que me forje como el futuro profesional de la salud el cual anhelo ser.

DEDICATORIA

En el presente trabajo de Investigación realizo la dedicatoria a las personas más importantes para mi vida que son Dios, mis Padres y hermano que son los pilares fundamentales y en el día a día de mi vida universitaria pues son la bendición más grande, siendo la brújula que me guía en cada paso, la inspiración por la que cada esfuerzo realizado valió la pena, que con sus sabios consejos, con sus regaños y con su valioso esfuerzo han permitido llegar a culminar esta maravillosa carrera de Odontología y a convertirme en la persona que soy por su ejemplo de lucha perseverancia y amor.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3	JUSTIFICACIÓN.....	5
4	OBJETIVOS.....	7
4.1	Objetivo general.....	7
4.2	Objetivos específicos.....	7
5	MARCO TEÓRICO	8
5.1	Resinas compuestas	8
5.1.1	Composición.....	8
5.2	Propiedades de las resinas.....	10
5.2.1	Resistencia al desgaste.....	10
5.2.2	Textura superficial.....	10
5.2.3	Coefficiente de expansión térmica.....	11
5.2.4	Sorción acuosa (adsorción y absorción) y expansión higroscópica	11
5.2.5	Resistencia a la fractura	11
5.2.6	Resistencia a la compresión	12
5.2.7	Módulo de elasticidad	12
5.2.8	Estabilidad del color	12
5.2.9	Radiopacidad.....	12
5.3	Tipos de resina.....	13
5.3.1.1	Resinas híbridas.....	13
5.4	Aplicación de diferentes técnicas para el uso de resinas	14
5.4.1	Técnica mono incremental	14
5.4.2	Técnica incremental.....	14
5.5	Resinas usadas en este estudio	14

5.5.1 Filtek Z250	14
5.5.2 Brillant NG.....	15
5.5.3 Neofil ^{MT}	15
5.6 Tipos de lámparas usadas para la foto polimerización	15
5.6.1 Polimerización.....	15
5.6.2 Lámpara de luz halógena	16
5.6.3 Lámpara de rayo láser.....	17
5.6.4 Lámpara de luz led	18
5.7 Tipos de foto activación.....	19
5.7.1 Foto activación gradual.....	19
5.7.2 Foto activación gradual exponencial.	19
5.7.3 Foto activación discontinua o pulso tardío.	19
5.8 Compresión.	20
5.8.1 Ensayo de compresión.	20
5.8.2 Método de resistencia compresiva.....	21
6 METODOLOGÍA	22
6.1 Tipo de estudio	22
6.2 Diseño	22
6.3 Muestra	22
6.4 Entorno.....	23
6.5 Criterios de inclusión	23
6.6 Operacionalización de variables.....	24
6.6.1 Variable independiente	24
_ Resistencia a la compresión	24
6.6.2 Variable Dependiente	25
_Material de restauración.....	25
6.7 Intervenciones	26

6.7.1 Realización de cilindros de resina	26
6.7.2 Realización de pruebas de compresión	29
6.8 Técnicas e Instrumentos.....	32
6.8.1 Técnicas	32
6.8.2 Instrumento	32
6.9 Análisis Estadístico.....	32
7 DISCUSIÓN.....	40
8 CONCLUSIONES.....	42
9 RECOMENDACIONES.....	43
10 Bibliografía	44
11 ANEXOS	51

Índice de cuadros

Tabla 1: Estadísticos Descriptivos pruebas de Fuerza máxima de resistencia (N).....	33
Tabla 2: Estadísticos descriptivos de Esfuerzo máximo de compresión Mpa (Mega Pascales)	34
Tabla 3: Comparación con datos del fabricante.....	34
Tabla 4: Pruebas de normalidad.....	35
Tabla 5: Prueba de normalidad en las 30 muestras.....	36
Tabla 6: Tabla Nro. 1. Prueba de significancia Kruskal Wallis	39

Tabla de Gráficos

Grafico 1: fabricación de matriz de acero inoxidable	26
Grafico 2: Estandarización con norma ISO604	26
Grafico 3: Elección de resinas y quipo para la fabricación de cilindros de resina.....	27
Grafico 4: Aplicación de resina por capas de 2mm.....	27
Grafico 5: Foto polimerización de resinas.....	28
Grafico 6: Compactación de resinas por cada capa	28
Grafico 7: Retiro de las muestras	29
Grafico 8: Elección de la máquina de pruebas.....	29
Grafico 9: Calibración de la maquina.....	30
Grafico 10: Colocación de cilindros de resina.....	30
Grafico 11: Colocación de cilindros de resina.....	31
Grafico 12: Obtención de los resultados en Newtons	31

RESUMEN

Las resinas dentales poseen características de resistencia y estética al presentar variedad de colores, ofrecen éxito y longevidad considerables en las restauraciones, a pesar que no logran alcanzar la resistencia que tiene el diente las resinas han ido mejorando en su composición con el uso de la nano tecnología, el objetivo de la investigación es analizar la resistencia de materiales de restauración dental frente a la aplicación de fuerzas directas de compresión. Se realizó la preparación de 30 muestras en forma de cilindros siguiendo lo establecido por las norma ISO604 para polímeros, se escogió tres resinas de diferentes casas comerciales donde fueron sometidas en una máquina universal de pruebas mecánicas (Metrotec serie MTE50) con una fuerza de 50 kilonewtons calibrándola con una precarga de 0 newtons con una velocidad de desplazamiento de 1 milímetro por minuto, aplicando la fuerza hasta lograr la fractura de cada muestra. Los resultados obtenidos de las diferentes resinas fueron de 231 MPa para la resina Neofill, la resina Z250 obtuvo 218 MPa y la resina con menores valores fue la resina Brillant con un valor de 210 mega pascales aunque las dos primeras presentaron resultados similares hay una diferencia estadística significativa con Brillant; los valores estadísticos nos muestran que son adecuados para su uso.

Palabras clave: resinas, resistencia, compresión, polimerización.

Abstract

Dental resins have characteristics of strength and aesthetics to present a variety of colors, offer success and considerable longevity in restorations, although they do not reach the resistance the tooth has, resins have improved in composition with the use of nano technology, the aim of the research is to analyze the strength of dental restorative materials against direct application of compressive forces. 30 samples in cylinders shape established by the ISO604 standard for polymers was performed. Three resins different commercial houses where they were subjected in a universal machine mechanical tests (Metrotec series MTE50) with a force of 50 kilonewtons calibrating a preload 0 newtons with a displacement rate of 1 millimeter per minute was chosen, applying force to achieve each sample fracture. The results of the different resins were 231 MPa for NeoFill resin, Z250 obtained 218 MPa and the resin with lower values was Brillant resin with a value of 210 mega pascals although the first two showed similar results there is a statistical difference significant with Brillant; the statistics show that are suitable for use. The results of the different resins were 231 MPa for NeoFill resin, Z250 obtained 218 MPa and the resin with lower values was Brillant resin with a value of 210 mega pascals although the first two showed similar results there is a statistical difference significant with Brillant; the statistics show us that are suitable for use. The results of the different resins were 231 MPa for NeoFill resin, Z250 obtained 218 MPa and the resin with lower values was Brillant resin with a value of 210 mega pascals although the first two showed similar results there is a statistical difference significant with Brillant; the statistics show that are suitable for use.

Keywords: Resins, resistance, compression, polymerization.



Reviewed by: Caisaguano Janneth



Language English Teaccher

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento de investigación se da a conocer sobre: resistencia a la compresión de fuerzas directas aplicadas a los diferentes materiales de restauración z250, Brillant, Neofill, en la cual podemos destacar que en la actualidad es considerado como uno de los problemas más importantes en el ámbito odontológico, debido a las propiedades de dimensión y resistencia, las cuales se ven afectadas en el proceso masticatorio, la cual provoca la fractura de la resina a poco tiempo después de haber sido realizada la restauración en las piezas dentales. ⁽¹⁾

Se considera que la causa principal en el fracaso en este tipo de rehabilitación es producto de las fuerzas ejercidas mecánicamente por la masticación a la cual es sometido el diente, puesto que en el medio bucal los materiales se encuentran sometidos constantemente a fuerzas de compresión, causando así el desprendimiento o fractura parcial o total del material de restauración definitivo, además este fracaso restaurativo puede ser generado por la diferentes características morfológicas que puede presentar la pieza dental o el material, al momento de la restauración, al no cumplir con los parámetros establecidos en la morfología dental o anatómica, pudiendo causar malestar en el paciente y generar problemas oclusales a futuro, siendo uno de los problemas más graves para desarrollar afectaciones en la articulación temporomandibular. ⁽²⁾

Este tema es interesante para saber cuánto puede resistir una restauración en el ambiente bucal permitiendo tener una idea más clara de él porque las resinas han logrado sustituir el uso de amalgamas en odontología.

En la actualidad es de conocimiento odontológico que en el mercado dental se ha desarrollado nuevas generaciones de materiales de restauración definitiva, como son: resinas nano híbridas, de nano partícula, de macropartícula entre otras. Por la cual se hace imprescindible realizar un estudio en el cual demuestre y se establezca la eficacia del material y demostrar que tipo de material restaurativo posee mejores características dimensionales de adaptabilidad y resistencia para aplicarlos a la hora de someterlos a pruebas mecánicas en la cavidad oral, puesto que debe cumplirse con ciertas características que brinden al Odontólogo y paciente la durabilidad y eficacia de la misma, esto ayudará al odontólogo en su práctica diaria a mejorar la calidad y garantizar su tratamiento, permitiendo confianza y seguridad del paciente a largo plazo.

La evaluación de las diferentes resinas Z250 Filtek, Neofil, Brillant se debe utilizar una matriz de acero inoxidable con el fin de obtener cilindros que cumplan con las medidas generadas por la norma ISO604 para poder estandarizarlas y así tener resultados reales al momento de las pruebas.⁽³⁾ Para obtener la resistencia real de un material de restauración se hace necesario el uso de test de pruebas de resistencia de materiales. Al realizar la evaluación con la ayuda de una maquina universal para pruebas mecánicas la cual aplica una carga específica sobre los materiales hasta llegar a la fractura de estos se puede llegar a medir la capacidad de resistir de un material dándonos una idea más clara de que material tiene mejores propiedades al momento de resistir las cargas masticatorias.⁽⁴⁾

Lograr mediante pruebas mecánicas de compresión en las resinas Z250 Filtek, Neofil, Brillant observando de esta manera si pueden proporcionar resistencia a la compresión en base a sus resultados expresados por la máquina de pruebas universales.

Además valorar si las resinas logran buenos valores al momento de generar los resultados al realizar las pruebas mecánicas y poder establecer si las resinas presentan resultados estables y compararlas con las fuerzas de masticación producidos por una persona normal.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día en la odontología el uso de resinas ha sustituido casi en su totalidad al uso de amalgamas por su biocompatibilidad con los tejidos y su alto grado de estética. Las causas fundamentales de las fallas de las resinas compuestas indicadas para restaurar zonas posteriores son las siguientes: la sensibilidad postoperatoria provocada como consecuencia del encogimiento al polimerizar, la micro filtración por deficiencias en el proceso adhesivo; baja resistencia al desgaste, que trae consigo la pérdida de la forma anatómica, fracturando los márgenes que están dentro del cuerpo de la restauración.⁽⁴⁾

En Estados Unidos se ha realizado investigaciones comparando diferentes materiales de restauración en los cuales la resistencia pudo llegar a medir 300 Mpa y su valor más bajo fue 134 Mpa después de realizadas las pruebas. ⁽⁵⁾

En Latinoamérica en países como Venezuela se han realizado investigaciones similares en donde su valor máximo de resistencia de compresión fue en 300 Mpa y un valor más bajo fue de 169 Mpa después de haber sido envejecidas.⁽⁶⁾

En Ecuador en investigaciones de diferentes universidades; se obtienen resultados de resinas de tipo bulk fill en donde estas tienen menor resistencia teniendo una resistencia de 192Mpa en la resistencia a la compresión y en resinas convencionales 214Mpa ⁽⁷⁾

Aplicando la técnica incremental, se ha demostrado ser eficaz en el control de los factores antes mencionados, manteniendo el mínimo contacto de los aumentos con las paredes de la cavidad en el proceso de polimerización, lo que genera menor factor de contracción, especialmente cuando es mayor la superficie de resina utilizada, evitando el desprendimiento durante la polimerización y disminuyendo la filtración marginal significativamente.⁽⁸⁾

Varias desventajas presenta esta técnica, pues es muy difícil su aplicación, por lo que en el trabajo operatorio requiere de mayor tiempo, debido a que es muy sensible y susceptible de cometer fallas, por parte del profesional dejando vacíos, como también la falta de unión y la proliferación de microorganismos entre las capas de resina, provocando la disminución de las propiedades mecánicas del material.⁽⁹⁾

Al estar las restauraciones dentro de la función masticatoria estas pasan a formar parte del estado funcional de la mordida de una persona pudiendo llegar a tener una fuerza de 727 N (74.13Kg/c²) para obtener estos valores se da la máxima fuerza generada entre órganos dentales superiores e inferiores.⁽¹⁰⁾

Por ello las restauraciones dentales se colocan en un ambiente rígido, es decir, el ambiente oral, donde no sólo se someten a choques térmicos y corrosión química constante, sino también la repetición de las fuerzas masticatorias.

Por lo que es importante determinar el límite de fatiga de elementos de restauración, estos pueden proporcionar una información más fiable sobre la durabilidad de los mismos, asegurando el éxito a largo plazo de restauraciones dentales en los pacientes.

Debido a la presencia de fracasos después de haber hecho la rehabilitación con los diferentes métodos de restauración, nace la necesidad de desarrollar este estudio de investigación, el cual buscará confrontar las distintas características de los materiales de restauración, con el fin de determinar ¿qué resina logra obtener las mejores características físicas y mecánicas en una prueba mecánica de compresión?.

3 JUSTIFICACIÓN

La importancia de esta investigación radica en el uso diario de las resinas en el proceso de restauración de un órgano dental, sin embargo durante el proceso de operatoria no se puede medir la resistencia a la que pueden ser sometidos este tipo de materiales en la preparación de las cavidades en los órganos dentales, durante el tratamiento y después de él, por lo que no existen investigaciones en las que revelen si una resina llega a obtener la dureza especificada por el fabricante o si logra asemejarse o no a la resistencia ideal. Tomando en cuenta que la boca somete a las resinas a resistir los movimientos de masticación, conviene evaluar la capacidad de resistencia de las resinas y cual presenta los valores más elevados en la aplicación de pruebas mecánicas de compresión. Existen varias investigaciones en las que trabajan con una sola marca comercial, pero no se han estudiado con otras casas comerciales y los posibles factores que puedan afectar en la resina.⁽¹¹⁾ En las técnicas de restauración con resinas en la zona posterior, se utiliza la aplicación de la técnica incremental, pero en los estudios realizados anteriormente no se ha podido comprobar que estos logren la eficacia de resistir en mayor grado.

Los profesionales de la odontología y estudiantes, se constituyen como beneficiarios de esta investigación, ya que al realizar las pruebas se podrá obtener información de que material puede contribuir de mejor manera a restaurar la salud de un paciente y permitirá evaluar si los materiales logran cumplir con los estándares presentes en su ficha técnica; así como permitirá dar un mejor criterio si los materiales obedecen a las fichas técnicas de sus fabricantes que son establecidos para la restauración de los órganos dentarios, afectados por caries o deficiencias al momento de aplicar estas resinas en una restauración.

Este proyecto de investigación titulado “Resistencia a la compresión de fuerzas directas aplicadas a materiales de restauración dental Ambato- Riobamba 2018” fue accesible, pues se realizaron gastos en la compra de resinas de diferentes marcas comerciales, una platina para poder realizar los cilindros de resina y la remuneración de laboratorio de pruebas mecánicas que se pudo realizar para esta investigación. Este proyecto de investigación duro un tiempo de 6 meses, tiempo transcurrido desde la recolección de información bibliográfica hasta la culminación, la obtención de resultados y sacar conclusiones, las cuales fueron ejecutadas por el investigador.

Esta investigación fue viable académicamente porque los materiales son de fácil obtención por que se los encuentra de venta libre y se pudo hacer los cilindros de resina

estandarizando mediante la norma ISO604 para polímeros, que son las permitidas a nivel del Ecuador la misma que permite el desarrollo de la investigación estandarizando los materiales y permitiendo dar resultados fiables.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Analizar la resistencia de materiales de restauración dental frente a la aplicación de fuerzas directas de compresión

4.2 Objetivos específicos

1. Determinar mediante pruebas mecánicas, que material de restauración proporciona mejor resistencia a la compresión.
2. Comparar la resistencia a las fuerzas de compresión de los materiales de restauración
3. Identificar que material de restauración es mas resistente frente a fuerzas mecánicas aplicadas

5 MARCO TEÓRICO

5.1 Resinas compuestas

Las resinas están compuestas por lo general por dos materiales, formando combinaciones tridimensionales de una composición diferente teniendo así una interfase diferente, adquiriendo mejores características de las que permiten sus componentes de forma individual.⁽¹²⁾

Las resinas compuestas están formadas por la unión de resinas que son polimerizables, unidas a partículas de origen inorgánico. Para poder enlazar las partículas de relleno a la matriz plástica, estas son recubiertas con silano, elemento que permite la unión o conexión de estos elementos. Existen además otros elementos que permiten determinar la viscosidad y aumentar la opacidad.⁽¹³⁾

Las técnicas para la adhesión, se han mejorado de tal manera que la anatomía dental y la resina se han vuelto más confiables, disminuyendo la micro filtración marginal y caries secundaria. Por ser adhesivas las restauraciones de resina nos permiten tener preparaciones cavitarias menos invasivas, permitiendo conservar la estructura dental. Si bien estas ventajas están presentes, en la colocación de resinas compuestas se vuelve una técnica sensible y requiere de mayor concentración y tiempo para colocarlas, haciéndose necesario controlar los elementos que pueden hallarse en el medio bucal, como la humedad y las características de la resina como es la contracción de polimerización.⁽¹²⁾

5.1.1 Composición

5.1.1.1 Matriz orgánica

En la actualidad las resinas formuladas por metacrilato se encuentran en auge en la odontología. La resina está compuesta primordialmente de monómeros de metacrilato elegidos de di metacrilato Bisfenol diglicil (Bis-GMA), bis fenol A etoxilado-A di metacrilato (Bis-EMA), y dimetacrilato de diuretano (UDMA) entre ellos el más utilizado es el etoxilado-A dimetacrilato (Bis-EMA), este presenta las mejores propiedades tanto mecánicas como de contracción y tiene una viscosidad que es la que permite mayor capacidad de relleno.⁽¹⁴⁾

5.1.1.2 Iniciadores

Las resinas pueden ser de auto curado (polimerización sin la aplicación de medios externos), termo curado (por cambios térmicos) o foto curado (por aplicación de luz). Estos permiten polimerizar los componentes que en medio de la reacción química logran romper su enlace de doble ligadura de monómero a un polímero.⁽⁷⁾

El éxito de la polimerización de la resina se determina por la conversión de monómeros a polímeros, indicando el número de metacrilatos que han podido reaccionar en este proceso de transformación.⁽¹⁵⁾

En el proceso de polimerización de los metacrilatos, se expresa una transformación de los monómeros a polímeros, logrando unirse a otros monómeros entre ellos formando algunos enlaces covalentes, aunque generalmente no se alcanza a un 100 % de su transformación.⁽⁴⁾

5.1.1.3 Partículas de macro relleno

Las partículas de macro relleno son las que dan la estabilidad en la matriz resinosa, ayudan a mejorar sus características. La inclusión de las partículas de macro relleno a la matriz disminuye el tamaño de la resina reduciendo la contracción producida; por la polimerización, la absorción acuosa y expansión térmica, por su coeficiente proporciona un aumento en su resistencia en estímulos mecánicos como lo es la tracción, abrasión y compresión.⁽¹⁶⁾

Estas partículas serán incorporadas en la parte orgánica para ayudar a tener características físico químicas mejoradas de esta matriz. Razón por la que hay mayor número de partículas de macro relleno, siendo el principal objetivo; estas ayudan también a obtener mayor radio opacidad y a trabajar con facilidad en su manipulación y dar mejores propiedades estéticas.⁽¹⁵⁾

5.1.1.4 Partículas de micro relleno

Con un tamaño de entre 0.01 a 0.05 μm , están compuestas por un relleno de sílice coloidal, estas se comportan de mejor manera en la parte anterior donde la fuerza masticatoria y las ondas son de menor carga, estas proporcionan un mayor pulido y brillo en su superficie, permitiendo tener un mayor grado de estética en la restauración.

Aplicándolas en la región posterior de la boca presentan desventajas, por tener características mecánicas y físicas inferiores, estas resinas presentan una mayor absorción acuosa y un coeficiente de expansión térmico de mayor y menor elasticidad.⁽¹²⁾

5.2 Propiedades de las resinas

5.2.1 Resistencia al desgaste

Existen dos clases de desgaste: por acciones mecánicas y químicos.

Describe el desgaste mecánico o abrasivo de las resinas como un desgaste que se produce la exfoliación de sus partículas compuestas de material inorgánico y una matriz de resina que va a ser desgastada continuamente. Algo que también influye en el desgaste, es la fatiga mecánica a la que es sometida la resina, al realizar los movimientos de tensiones cíclicas durante la masticación, combinados cargas producidas por los dientes, pudiendo generar micro fracturas generando un mayor desgaste de la resina.⁽¹⁷⁾

El proceso de micro abrasión química de esta matriz va dada por el desgaste continuo debido a la acidez de la cavidad; la ingesta y acción abrasiva del alimento, generando una exposición de partículas de resina y por consiguiente aumenta las tensiones en las superficies dentales. ⁽¹⁸⁾

La diferencia en el módulo de elasticidad entre la matriz orgánica y la carga sometida, produce un deterioro de las restauraciones, siendo más rápido que en las amalgamas. Las restauraciones observadas con este tipo de resinas hechas en las caras oclusales (paredes con las que se realiza la masticación) suele ser una pérdida de estructura de manera uniforme.⁽¹⁹⁾

5.2.2 Textura superficial

Los materiales dentales pueden elevar el área de superficie, alterar su fricción y elevar el acúmulo de placa bacteriana, aunque esta se encuentra mayormente relacionada con los procesos estéticos, como lo son en la terminación de acabado y pulimento.⁽²⁰⁾ Existen muchos métodos para poder observar la superficie de acuerdo a su rugosidad; El método más aceptado es por la determinación del perfil, direccionado por una línea en el área del material, desarrollado por un movimiento mecánico donde se va a observar las

ondulaciones de rugosidad en la superficie de perfil; con este método la rugosidad se la puede expresar de varias maneras:

La rugosidad es definida como las alteraciones que se generan en el área de una resina, resultado de varios procedimientos de mecanización a los que ha sido sometido, por ello la textura superficial es muy importante en el área de odontología, puesto que con esta técnica se busca reducir en mayor grado su textura, obteniendo una estética homogénea y brillo en la superficie dental.⁽²¹⁾

5.2.3 Coeficiente de expansión térmica

Esta dado por la alteración de temperatura en un material y la rapidez que presenta este en un cambio dimensional. En odontología esta característica es utilizada porque mientras el coeficiente de crecimiento térmico se asemeje en mayor porcentaje al de las estructuras dentarias, presenta una reducción considerable de tener brechas que pueden ser generadas entre resina y estructuras dentarias al producirse una alteración de temperatura. Si un material presenta una baja capacidad de expansión va a provocar una mejor adaptación marginal. Es por ello que la estructura dental presenta un menor coeficiente térmico; puesto que a través de investigaciones, las resinas presentan tres veces mayor su coeficiente de expansión térmica; ya que las resinas pueden soportar cambios de temperaturas desde los 0°C hasta 60°C.⁽¹²⁾

5.2.4 Sorción acuosa (adsorción y absorción) y expansión higroscópica

Estas características son dadas por la capacidad de agua que puede absorber la superficie y la masa en un tiempo determinado en la resina y la expansión que pueda llegar a tener. El ingreso de agua en una resina genera la solubilidad de su matriz generando problemas en la composición de la resinas, este fenómeno es conocido como degradación hidrolítica. Esta propiedad es específica de la fase orgánica, va ligado al relleno de la resina, que traduce en mayor cantidad el relleno inorgánico; entonces será menor la cantidad de líquido que la resina pueda absorber.⁽⁷⁾

5.2.5 Resistencia a la fractura

Las resinas están combinadas por distintos elementos resistentes a fracturas, dependiendo del incremento de relleno; quiere decir que cuando las resinas presenten mayor adherencia tendrán mejor resistencia a la fractura, esto se debe a que atraen una mejor colisión de las fuerzas en la masticación.⁽¹¹⁾

Una parte del relleno y del nivel de carga de las resinas están vinculadas con la resistencia del material, como el patrón elástico; las resinas compuestas, se han renovado significativamente produciendo una disminución del tamaño promedio de las partículas con el fin de aumentar la resistencia a la fractura. ⁽⁴⁾

5.2.6 Resistencia a la compresión

Una interpretación a la resistencia a la compresión define que material tiene capacidad para soportar presiones verticales, esto quiere decir que en una tensión mayor puede resistir un material antes de su fractura. Esta propiedad mecánica se da por el movimiento masticatorio en la superficie posterior oclusal de nuestra boca, donde las fuerzas son exclusivamente compresivas. Por lo que este ejemplo de fuerzas puede ocasionar fracturas tanto en la restauración como en la pieza dentaria. ⁽¹⁶⁾

5.2.7 Módulo de elasticidad

El módulo de la elasticidad nos indica la dureza de un material, siendo más duradero, en tanto un elemento con módulo de elasticidad pequeño es más dúctil. Por lo que las resinas compuestas están igualmente vinculadas al tamaño y el porcentaje de partículas de relleno, esto significa proporcionalmente a mayor porcentaje y tamaño de relleno mayor será el modulo elástico. ⁽¹²⁾

5.2.8 Estabilidad del color

El perfeccionamiento desarrollado por los materiales de restauración han aprobado la adquisición de restauraciones óptimas y permanentes en cuanto al color y duración, tanto para la zona anterior como para la zona posterior. Puesto que en los últimos años los pacientes reclaman cada vez más propiedades estéticas que sean superadas, para que las restauraciones no sean intangibles al ojo humano, de esta manera tendrán la adecuada funcionalidad y durabilidad en todos sus tratamientos dentales. ⁽⁶⁾

Uno de los mayores inconvenientes que indican estos materiales es el cambio de color, al estar relacionado con sustancias pigmentantes. ⁽²²⁾

5.2.9 Radiopacidad.

Un requerimiento de materiales de restauración con resina, es la introducción de componentes radiopacos como son ejemplo: bario, estroncio, circonio, zinc, iterio, itrio y lantano; los mismos que admiten explicar con mayor simplicidad a través de

radiografías, aparición de caries alrededor o debajo de la restauración aparición de caries alrededor o debajo del órgano restaurado.⁽⁷⁾

5.3 Tipos de resina

5.3.1.1 Resinas híbridas

Estas son representadas así porque tienen una composición inorgánica de vidrio de diferentes configuraciones y tamaños, basados en porcentajes y en un peso de 60% o más, con dimensiones que se van entre 0.6 y 1 um, integrando sílice coloidal en un tamaño de 0.04 um; por lo que son utilizados en su mayor parte en el tratamiento odontológico.⁽²³⁾

Se caracterizan por poseer variedad de tonos y superior particularidad de mimetizar con la estructura dental, reduce su efecto de contracción en la polimerización con la disminución de absorción acuosa, estos tienen mayores cualidades de pulido y texturización, además una mayor resistencia a la abrasión, desgaste y expansión térmica.⁽⁷⁾

5.3.1.2 Resinas de nano partícula

Son materiales conformados por una matriz orgánica de polímero, con agentes de acoplamiento en forma de partículas de carga (silano).⁽²⁴⁾

Las resinas tienen formaciones complejas conformadas por la unión de monómeros, formando radicales disfuncionales o trifuncionales; complementado con un proceso de polimerización de estos radicales libres, normalmente utilizando una alfa dicetona (canforoquinona) utilizada con un reductor amino alifático terciario (alcohol dimetil amino feti, DMAPE).⁽²⁵⁾

En los últimos años el uso de resinas compuestas con nanotecnología muestran un mayor pulido y una gran mejora en su translucidez, parecida a las resinas de micro relleno, aunque estas se diferencian por la capacidad de resistir físicamente al desgaste, llegando a parecer en este sentido a las resinas híbridas compuestas por macro y micro relleno.⁽⁷⁾

La resina se ha priorizado en los últimos tiempos como material más utilizado en el tratamiento de lesiones causadas por caries, esta va a poder simular su color y permitir recuperar en gran medida sus características físicas, aunque se siguen realizando estudios con el objetivo de obtener elementos con mejores características físicas y una mayor longevidad de materiales compuestos de polímeros.⁽²⁴⁾

El estudio de la nanotecnología se encarga de controlar las dimensiones de la estructura, por lo general esta acepta que los materiales tengan un tamaño de 100 nanómetros o más

pequeño respecto a su tamaño. Tomando en cuenta que un cabello humano puede llegar a medir 50 micras, esto significa que el cabello tiene un diámetro mayor de 50,000 veces más grande que una nanomicra. Esto determina que la nanotecnología está definida con el uso de materiales con una morfología más pequeña que un micrómetro por lo menos en una dimensión. ⁽²⁶⁾

5.4 Aplicación de diferentes técnicas para el uso de resinas

5.4.1 Técnica mono incremental

Esta técnica es menos usada porque se aplica en un solo paso, debe compactarse en la cavidad a restaurarse con resinas de tipo bulk Fill, la misma que permite una compactación de hasta 4 mm, permite su polimerización en dicha cantidad. Normalmente en las resinas convencionales se recomienda el uso de la compactación de capas de 2 mm. Para obtener mejor polimerización en cavidades de clase I (clases Black), se debe colocar la lámpara de luz halógena por 40 segundos, con potencia de 550 a 1000 mW/cm² y con lámpara de luz led con potencia de 1000 a 2000 mW/cm² por 10 segundos.⁽⁷⁾

5.4.2 Técnica incremental

En el año 2016 (Castillo) describe la técnica de empleada por la Dra. Boldrini utilizando inserciones oblicuas de forma incremental, aumentando pequeños volúmenes de 1,5 a 1 mm, dando así la oportunidad de poder amortiguar y disipar las cargas generadas por la generación de contracción en el composite producido por el efecto de la foto polimerización, de las lámparas de luz led o luz halógena, esta técnica es más utilizada para evitar fallas en el procedimiento de restauración.⁽²⁷⁾

5.5 Resinas usadas en este estudio

Al ser tres resinas de uso común se escogieron tres tipos de resinas para este estudio de las cuales una resina no contiene ficha técnica se realizó un análisis de estas en un test de compresión y sus características

5.5.1 Filtek Z250

De composición micro híbrida esta resina creada a partir de la resina Z100 de 3M contiene los mismos componentes de sus matrices orgánica e inorgánica.

Composición orgánica: bisfenol A diglicil dimetacrilato (BIS-GMA), dimetacrilato trietileno glicol (TEGDMA) modificando a esta composición y sustituyendo en su

mayoría a (TEGDMA) por uretano dimetacrilato (UDMA) aumentando su peso molecular disminuyendo así su viscosidad.⁽²⁸⁾

Matriz inorgánica: Zirconio y sílice.

Al tener los mismos componentes de la resina Z100 en el tamaño del material de relleno se redistribuyó el tamaño de partículas de 0.01 a 3.5 micras teniendo un promedio de 0.6 micras en su tamaño.⁽²⁸⁾

5.5.2 Brillant NG

De composición nano híbrida de compuesta en su parte orgánica por metacrilatos en su parte inorgánica formado por vidrio dental y sílice amorfo al tener esta composición la resina presenta una distribución de 0.01 a 2.5 micras con un promedio de 0.6 micras en su tamaño ⁽²⁹⁾

5.5.3 Neofil^{MT}

Con una combinación de fuerza y estética. Con una formulación nanohíbrida que ha sido clínicamente probada, logra crear una superficie más suave y hacer un pulido fácil, logrando compararse con resinas de microrelleno así como también con resinas híbridas más reconocidas.

Con una composición de matriz inorgánica de vidrio de bario - borosilicato y sílica-zirkoni, en su matriz orgánica está compuesta por resina de policarbonato y diglicil dimetacrilato (Bis-GMA) con una distribución de partículas de 0.01 Micra.⁽³⁰⁾

5.6 Tipos de lámparas usadas para la foto polimerización

5.6.1 Polimerización

5.6.1.1 Concepto

Un polímero es una macromolécula que está compuesta por la combinación de muchas pequeñas cantidades que hacen que se repite a lo largo de la molécula grande. Las pequeñas moléculas que son los materiales de partida de los polímeros se llaman monómeros; y la unidad que se repite para formar la macromolécula se llama unidad de repetición. Las cadenas de polímero tienen diversas unidades de repetición. Por lo que la longitud de una cadena de polímero se define por el número de unidades repetitivas por cadena y se llama grado de polimerización. La mayor parte de los monómeros está formada de: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y algunos otros elementos tales como: flúor, cloro, azufre, etc.; también pueden darse una síntesis de polímeros; desarrollados en recipientes o reactores grandes, a veces con aplicación de calor y presión

y las pequeñas unidades monoméricas se encuentran conectadas entre sí a través de las reacciones químicas.⁽³¹⁾

5.6.1.2 Foto polimerización

La utilización de radiación para empezar la polimerización en sistemas dispersos puede manifestarse a primera vista, la misma que es una opción muy poco común, o al menos una opción lejos de ser útil; excepto en micro emulsiones ópticamente traslúcidas, puesto que la primera dificultad está con la fuerte turbidez de la mayoría de monómeros o sistemas poliméricos dispersos.⁽³²⁾

La absorción (foto iniciadora pero también monómera o surfactante) es causante de una atenuación significativa de la penetración de la radiación dentro del reactor, particularmente para las longitudes de onda UV cortas (UVC: 200-280 nm).⁽³³⁾

Una resina foto polimerizable se distribuye en una sola pasta usando el sistema iniciador fotosensible y una fuente de luz para su activación. No es necesario ser mezclado, lo que lo hace más fuerte, tiene un tiempo de trabajo totalmente controlable, esto exhibe, en una tensión marginal, siendo más alta durante el curado y solo se activa dentro de una profundidad limitada (2-3 mm); este curado incremental, nos demuestra algunas ventajas, razón por lo que su demanda es de mucha confianza para los actores.⁽³⁴⁾

En fin varios productos nuevos (resinas de tipo bulk Fill) han afirmado que la profundidad de curado puede ser de hasta 4 mm (la profundidad de curado con resinas de doble curado es ilimitada, ya que la misma es una combinación de la tecnología de curado químico y de luz).⁽³⁵⁾

5.6.2 Lámpara de luz halógena

La lámpara de luz halógena está conformada por un filtro de 100mm; onda que se encuentra entre los 400 y 500 nm (nanómetros). La emisión del espectro de luz hecho por las lámparas de luz halógena generan una reacción del elemento foto iniciador (canforoquinona) cuando se encuentra en exposición con la luz da a lugar la presencia de coiniciadores, creando de radicales que logran abrir los enlaces dobles de los monómeros de resina y se inicia el proceso de polimerización. Este tipo de equipos producen luz de color blanco estas deben filtrar la luz provocando así el desperdicio de la radiación en gran medida. ⁽³²⁾ Estos dispositivos presentan como su principal desventaja el aumento de temperatura, estas necesitan la presencia de un sistema de ventilación que permita liberar el exceso de calor generado por las mismas y así también permitir mantener la

temperatura interna producida por estas. Las lámparas de luz halógena transforman la luz en energía de un 10%, estas perdían sus propiedades por el desgaste del reflector ya que se produce la acumulación de impurezas o desgaste de este mismo; causando la reducción de la potencia de la luz. Por ello que varios dispositivos tenían la presencia de un medidor de radiación incorporado, lo que ayudaba a identificar la disminución de energía, este sistema de foto activación presenta beneficios como lo es su bajo costo y su uso amplio y experiencia en el campo de la odontología.⁽³⁶⁾

La debilidad más visible de este tipo de lámparas de luz halógena es el calentamiento del equipo ya que es imprescindible el uso de un sistema de enfriamiento. Así como el aire que ingresa y sale del equipo por sus hendiduras para su regulación de temperatura la desinfección de estas piezas es incompleta por su difícil manipulación al momento de desinfectar.⁽³⁷⁾

5.6.3 Lámpara de rayo láser

Fueron creadas en el año 1986 por Charles Hull e introducidas en el mercado para su venta antes del siglo XXI. Este tipo de tecnología dio la posibilidad de desarrollar una longitud de onda más profunda permitiendo así la foto polimerización de composites, pero produciendo una contracción más elevada de dichos materiales, fue una tecnología que genero mayor costo y dificultad para ser ocupada en el ámbito de la operatoria dental.⁽³⁶⁾

La elevada intensidad que era generada por estos aparatos logro que se disminuya el tiempo de realización de las operatorias, también mejorando el factor de transformación (número de monómeros que se transforman en polímeros) según el tipo de fabricantes. Este tipo de laser podía alcanzar longitudes de onda en un una distancia de 450 y 514 nm.⁽⁸⁾ Entre los varios límites de intensidad de los laser de argón se destaca el que alcanza la longitud de onda de 450-514nm, estos eran los niveles donde la energía es más intensa; dando como resultado una mayor profundidad de foto polimerización en este laser se considera el tope máximo de energía es de 488nm, acercándose al límite que la canforoquinona permite absorber. En investigaciones realizadas por Bouschlíder lograron demostrar que las lámparas de rayos laser mejoran las propiedades físicas de resinas que han sido fotos polimerizadas. Esto se da gracias a que estas permiten una mayor longitud de onda de las partículas emitida por la energía (la longitud de onda más

profunda alcanzada es de 40nm) en diferencia al límite que puede absorber de la canforoquinona, reduciendo de así el cambio de temperatura total de este cambio. Pese a que las lámparas de rayos laser podían reducir el tiempo de trabajo al momento de fotopolimerizar estas aumentaban en mayor grado la contracción, al igual que las nuevas generaciones, las lámparas generaron más problemas que soluciones al momento de restaurar.⁽³⁶⁾

5.6.4 Lámpara de luz led

Este nuevo tipo de lámparas permitieron excelentes ventajas en su manejo, comparadas con las lámparas que son de luz halógena que se usaban regularmente, por ello, las lámparas de luz LED son más eficaces, pero también presentan una longevidad en su utilidad que no se llega a comparar con las lámparas de luz halógena convencionales, gracias a esto se han hecho parte fundamental en los procesos en los que interviene la fotopolimerización de odontología.⁽³⁸⁾

Por su diminutivo LED que en ingles se nombra Light Emitting Diode (luz emitida por Diodo) se ha determinado que estos aparatos aparecieron en el mercado por el año 1995 a comienzos del nuevo siglo donde estos aparatos se globalizaron en su uso por todo el mundo. Estas lámparas crearon su energía que producía luz a partir de procesos mecánico cuánticos. Siendo la unión de un par de semiconductores de diferente tipo como lo es un semiconductor de tipo n y tipo p estimulados, estos semiconductores de tipo n generan un exceso de electrones; en tanto que los semiconductores de tipo p necesitan electrones, generando así la formación de vacíos de electrones. Estos dos tipos de semiconductores se unen con un voltaje, los electrones generados por el semiconductor n se unen con los vacíos de electrones dejados por el semiconductor p, se genera una luz que presenta una singularidad en su longitud de onda que se expresa con luz en la terminal de tipo LED.⁽³⁶⁾

La luz Led se caracteriza principalmente por la coloración de esta luz; puesto que está determinada por su formación química y la unión de sus semiconductores; a su vez van a estar sujetos a la presencia de un ancho de banda, los LED son de un diámetro muy pequeño que puede medir hasta 1 milímetro cuadrado y son asociados con algunos elementos ópticos para poder modificar su proceso de emisión de radiación.⁽³⁹⁾

El proceso de fotopolimerización dado en un concepto de energía nos confirma que es individual y que va a ser resultado inminente de la intensidad lumínica y el tiempo

ejemplo 20 segundos de foto polimerización con una intensidad de 800 micro watts por centímetro cuadrado es igual a la multiplicación de 20 segundos por 800 micro watts dando así una intensidad de 16.000 micro watts en un centímetro cuadrado. Esto va a depender de la translucidez, el tipo y el color que presente la resina. Por regla general se debe aplicar incrementos de resina de unos 2 milímetros de grueso para que se pueda obtener una polimerización adecuada, aplicando la intensidad de 16.000 micro watts en un centímetro cuadrado en otros casos incluso se disminuye la cantidad de radiación.⁽³³⁾

5.7 Tipos de foto activación.

5.7.1 Foto activación gradual.

Conocido también como arranque suave, comienza con una luz de baja potencia de irradiación, en un tiempo de un segundo cambiando así a una potencia mayor de irradiación, esto es equivalente al uso de método foto activación continua. Este método se utiliza para obtener una mayor adaptación e integridad marginal, realizado en investigaciones anteriores en dientes in vitro; presenta resultados más desalentadores al no diferenciar significante de un método a otro, ya sea usando foto activación gradual con luz continua en estudios invitro y también estudios realizados en vivo, en los procesos de contracción.⁽⁴⁰⁾

5.7.2 Foto activación gradual exponencial.

La foto activación gradual exponencial se aplica inicialmente con una baja potencia y gradualmente esta va a ser aumentada para así obtener una mayor densidad de energía aplicada en la resina.

Por ejemplo al iniciar con una foto curación de 150 mW/cm² y este va aumentando en densidad de energía hasta unos 600mW/cm², obteniendo un resultado en el que la resina obtuvo foto polimerización menos acelerada y así logrando reducir tensiones entre las superficies dentales y la resina.⁽⁷⁾

5.7.3 Foto activación discontinua o pulso tardío.

La foto activación discontinua es una variación de la foto activación, haciendo un inicio lento siendo conocida como técnica de retraso de pulso, esta fue estudiada con el fin de intentar disminuir el proceso de contracción dada en las resinas dentales. Realizando primero un corto período de exposición de luz a la resina, después de esperar un tiempo de 3 a 5 minutos podemos realizar la última exposición de luz; en estudios anteriores esta técnica que permite una mejora de flujo de contracción de la resina, ayudando así a reducir

la presencia de lagunas marginales cavo superficiales y reducir así las fracturas de esmalte, contribuyendo a la mejora de integridad de los márgenes dentales, obteniendo mejores resultados, como reducir el estrés que se genera después de la foto activación; las investigaciones relacionadas con este método de pulso retardado, no existe un protocolo que se pueda seguir para su utilización solo se sugiere el uso de potencia de irradiación de 60 a 425mW/cm².⁽⁴⁰⁾

5.8 Compresión.

Se conoce como compresión a la realización de esfuerzo al que un cuerpo es sometido por el uso de fuerzas aplicadas dirigidas hacia una misma dirección disminuyendo sus distancias. Es diferente a la tracción puesto que estas fuerzas producen aplastamiento o acortamiento, es el resultado de la presión que se da dentro de un material ya sea sólido o deformable es caracterizada por presentar una disminución o acercamiento en una misma dirección.⁽⁴¹⁾

La fuerza de mordida es una forma de compresión ya que es un componente de la función masticatoria de una persona, que va a depender de la contextura y la sincronización de los músculos masticatorios en una persona adulta joven alcanza los 727 N (74.13 Kg/cm²)⁽¹⁰⁾

5.8.1 Ensayo de compresión.

Los biomateriales que están diseñados para reparar tejidos corporales deben tener suficiente resistencia a la compresión; se pueden comprobar realizando pruebas de acuerdo a los estándares ASTM D695 (prueba de resistencia de materiales plásticos rígidos) o pruebas estándar ISO 604 (Organización Internacional de Normalización)⁽²³⁾, las mismas que son técnicas útiles para medir el comportamiento del flujo de plástico y los límites de fractura de materiales frágiles por compresión de elementos de baja ductilidad. Para la realización de esta prueba, se utiliza una máquina electromecánica que permite determinar las propiedades del material y comprobar las curvas de esfuerzo y deformación, datos que se irán registrando en el avance del proceso.⁽⁴²⁾⁽⁴³⁾

El problema más exclusivo asociado con las pruebas de compresión es poder descubrir antes de pandearse si se produce inestabilidad elástica, El pandeo en una escala gruesa de la muestra completa, es común a las pruebas de compresión de todos los materiales, generalmente se elimina fácilmente al reducir la longitud de la muestra en relación con las dimensiones de sección transversal, asegurando que el accesorio de prueba proporcione suficiente soporte lateral.⁽³⁾

Sin embargo con resinas, el pandeo puede ocurrir en una escala más localizada, por tanto, a medida que proporciona más restricción, el pandeo se ve obligado a sitios cada vez más localizados.⁽⁴⁴⁾

5.8.2 Método de resistencia compresiva

Es la cantidad máxima de fuerza bajo una carga determinada a la que el material sometido puede resistir. La resistencia de un material que se somete a la compresión llega a su límite y sufre una fractura que es definida por unos picos bastante ajustados, siendo una característica única, pese a ello los materiales que han sido sometidos a una prueba de compresión y no se ha logrado llegar a su punto de fractura es definido como la necesidad de esfuerzo máximo para modificar la estructura del material con una cantidad arbitraria. Esta resistencia va a ser calculada usando la división de la carga máxima a la que es sometido el material por su zona transversal, dada por la probeta al realizar el ensayo de compresión.⁽⁴⁵⁾

Para la realización de la prueba de compresión en una probeta se debe ajustar, una carga determinada a una rapidez de 1.milimetro hasta obtener la fractura del material. Previamente al ensayo se debe verificar que las muestras deben estar afianzadas y cumpliendo la norma a la que se someten y no deben presentar defectos visibles caso contrario serán rechazadas. Al realizar las pruebas de compresión se debe alinear correctamente la muestra ya que es de vital importancia para conseguir que la aplicación de las fuerzas sean de una manera en la que pueda conseguir una distribución homogénea lo que contribuye a obtener resultados más exactos .⁽⁴³⁾

6 METODOLOGÍA

6.1 Tipo de estudio

Descriptiva.- Se analizó la resistencia a la compresión de los materiales de restauración, sometidos a fuerzas aplicadas directamente sobre estos.

Investigación documental.- Se basó en fuentes de carácter documental como: libros y artículos académicos de revistas como: El sevier, PubMed, Science Direct, S Cielo, Habanera de Ciencias Médicas, Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials y entre otras. Se incluyeron artículos académicos en inglés y español que respondieron a los criterios de búsqueda de resistencia de compresión de materiales de restauración dental

6.2 Diseño

Observacional.- Se observó la fuerza que ejerce la máquina de pruebas universales sobre materiales de restauración dental.

Descriptiva.- Se examinó características de la resistencia a la compresión para definirlo y formular hipótesis sobre los materiales a utilizarse.

Comparativo.- Se estableció semejanzas, diferencias y características de tres tipos de resinas utilizadas (FiltekZ250; Brilliant; Neofil) para determinar su resistencia a la compresión de los mismos.

Transversal.- se realizó la observación y descripción de materiales utilizados para determinar la compresión y sus efectos en el tiempo determinado bajo las normas ISO 604.

6.3 Muestra

Como muestra se utilizaron 10 probetas de cada material de restauración, con un diámetro de 4 mm y 6 mm de altura, en forma de cilindros, se preparó de acuerdo a las indicaciones de cada fabricante y las especificaciones de las normas ISO 604.

Grupo A: 10 cilindros de resina FiltekZ250.

Grupo B: 10 cilindros de resina BRILLANT.

Grupo C: 10 cilindros de resina NEOFIL

6.4 Entorno

Los experimentos motivos de este proyecto investigativo se les ejecuto en:

- Laboratorio de biomateriales de la Universidad Nacional de Chimborazo.
- Centro de Fomento Productivo Metal Mecánico Carrocero de Tungurahua (laboratorio de resistencia de materiales).

6.5 Criterios de inclusión

Para el desarrollo investigativo utilizo:

- Cilindros de resina de 4 mm de ancho y 6mm de alto.
- Resinas que no se encuentren en estado de caducidad.
- Muestras que cumplan con los estándares puestos por el fabricante.
- Muestras que no tengan burbujas y no tengas fracturas.

6.6 Operacionalización de variables

6.6.1 Variable independiente

Resistencia a la compresión

Conceptualización	Categoría – dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Fuerza que puede ser sometido un material de restauración mediante movimientos mecánicos de compresión	Movimientos mecánicos de compresión Resina	Tiempo de soporte a la presión sometida -Nivel de resistencia -Nivel de compresión -Tipo de Material de restauración	Observación FiltekZ250 BRILLANT NEOFIL	Bitácora de laboratorio

6.6.2 Variable Dependiente

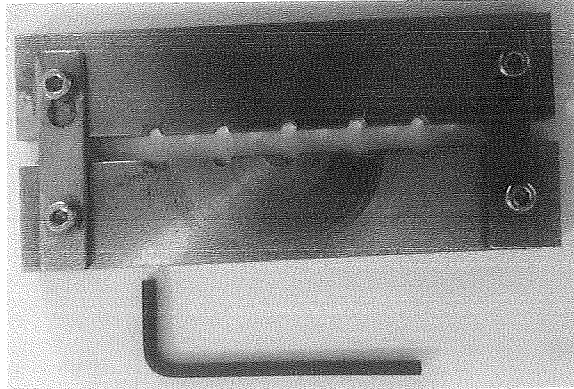
Material de restauración

Conceptualización	Categoría – dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Recurso que va a permitir la protección y recuperación de las funciones de un órgano que presente destrucción	Material de restauración Resistencia mecánica	Tipo de resina Nano híbrida - FiltekZ250 - BRILLANT -NEOFIL Composición de la resina tiempo de polimerización especificado por el fabricante resistencia a compresión / mega pascales	Observación	Bitácora de laboratorio

6.7 Intervenciones

6.7.1 Realización de cilindros de resina

Grafico 1: fabricación de matriz de acero inoxidable



Fuente: Angel Bazurto
Elaboración: Angel Bazurto

Se fabricó una matriz de acero inoxidable que tenga facilidad de ser desmontable para posterior retirar los cilindros de resina

Grafico 2: Estandarización con norma ISO604

Kurztitel Bestimmung von Druckeigenschaften (ISO 604:2003) Deutsche Fassung EN ISO 604:2003		DIN EN ISO 604
ICS 83.080.01		Ersetzt EN DIN EN ISO 604:1997-02
Plastics — Determination of compressive properties (ISO 604:2003) Cetium version EN ISO 604:2003		
Plásticos — Determinación de propiedades en compresión (ISO 604:2003) Versión alemana EN ISO 604:2003		
Die Europäische Norm EN ISO 604:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.		
Nationales Vorwort		
Die Mitarbeit des DIN im CEN/TC 249 „Kunststoffe“ wird über den Normenausschuss Kunststoffe (FNK) wahrgenommen.		
An der Erstellung dieser Europäischen Norm war seitens des DIN der folgende Arbeitsausschuss beteiligt:		
FNK-AA 102.1 „Mechanische Eigenschaften und Probekörperherstellung“		
Für die im Abschnitt 2 zitierten internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:		
ISO 231	siehe DIN EN ISO 231	
ISO 233	siehe EN EN ISO 233	
ISO 234-1	siehe DIN EN ISO 234-1	
ISO 235	siehe DIN EN ISO 235	
ISO 2318	siehe DIN EN ISO 2318	
ISO 3167	siehe EN EN ISO 3167	
ISO 10773-1	siehe DIN EN ISO 10773-1	
Änderungen		
Gegenüber DIN EN ISO 604:1997-02 wesentliche Änderungen vorgenommen:		
a) Inhalt der Norm technisch überarbeitet;		
b) ein Korrekturverfahren für die Klöpfung zu Beginn der Spannungs-Dehnungskurven aufgenommen;		
c) ein Korrekturverfahren für die Nachbelastung des Prüfgebietes als Achtung C aufgenommen.		
Frühere Ausgaben		
DIN 53454: 1997-10, 1971-04		
DIN 53457: 1999-09, 1987-06, 1987-10		
DIN EN 604: 1997-02		
Fortsetzung Seite 2 und 23 Seiten EN		
Normenausschuss Kunststoffe (FNK) des DIN Deutsches Institut für Normung e. V.		

Fuente: Angel Bazurto
Elaboración: Angel Bazurto

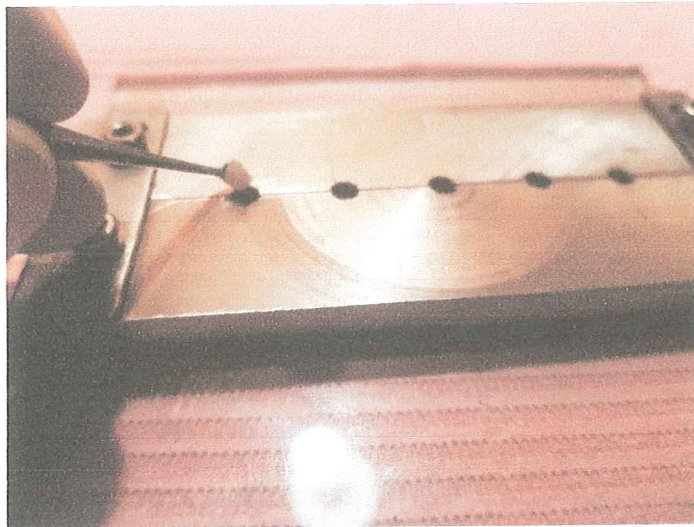
Grafico 3: Elección de resinas y quipo para la fabricación de cilindros de resina



Fuente: Angel Bazarro
Elaboración: Angel Bazarro

Obtención de resinas Z250, Neofil, Brillant. Para la realización de los cilindros para las pruebas mecánicas

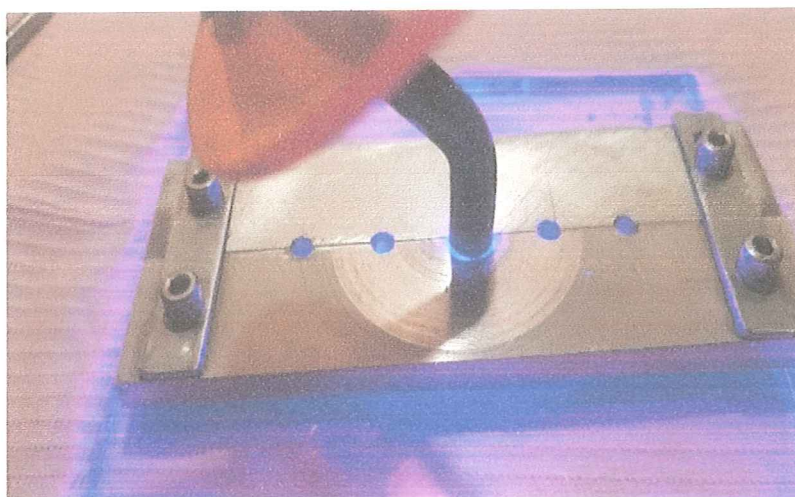
Grafico 4: Aplicación de resina por capas de 2mm



Fuente: Angel Bazarro
Elaboración: Angel Bazarro

Para la aplicación de las resinas se utilizó una sonda periodontal con la finalidad de cumplir los dos milímetros que sugieren las fichas técnicas de las resinas para obtener el resultado deseado

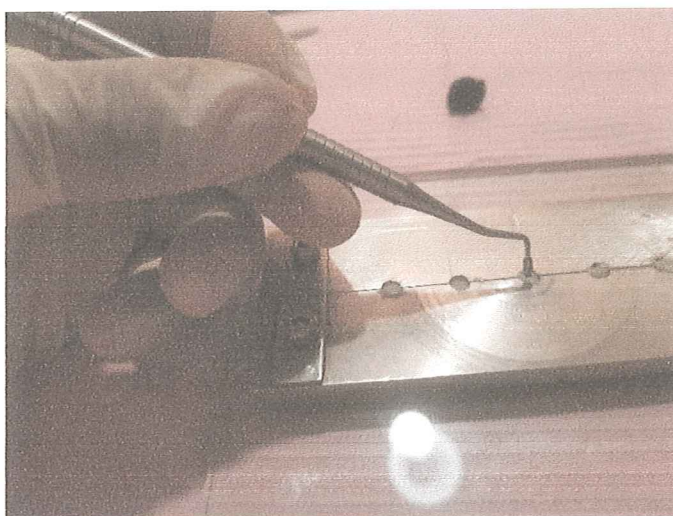
Grafico 5: Foto polimerización de resinas



Fuente: Angel Bazarro
Elaboración: Angel Bazarro

Se realizó la foto polimerización de las resinas aplicando una lámpara de luz led marca woodpecker modelo LED B con una intensidad de 800 mW durante 20 segundos.

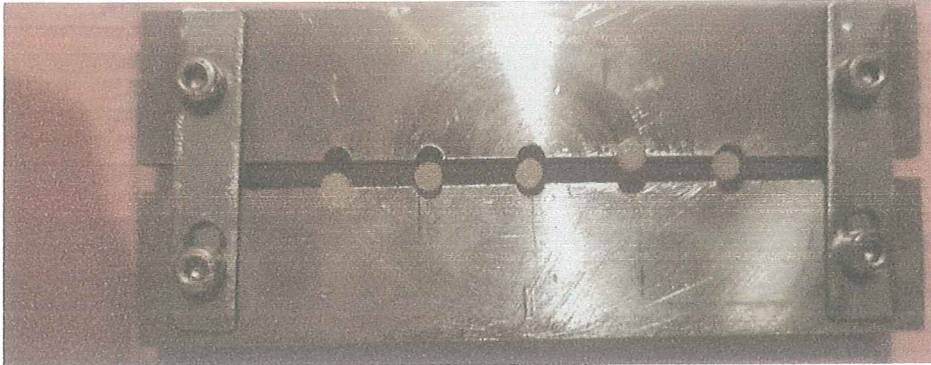
Grafico 6: Compactación de resinas por cada capa



Fuente: Angel Bazarro
Elaboración: Angel Bazarro

Se realizó la compactación con un atacado por cada capa de resina de 2 mm para evitar la aparición de burbujas en los cilindros de resina para después colocar una siguiente capa hasta obtener las muestras

Grafico 7: Retiro de las muestras



Fuente: Angel Bazurto
Elaboración: Angel Bazurto

Realizadas las muestras se procede a desmontar la matriz de acero para poder retirar las resinas y poder verificar la calidad de las muestras si la muestra presento burbujas o alguna irregularidad se la desecho y se fabricó un nuevo cilindro.

6.7.2 Realización de pruebas de compresión

Grafico 8: Elección de la máquina de pruebas



Fuente: Angel Bazurto
Elaboración: Angel Bazurto

Se eligio la maquina de pruebas universales (Metrotec Serie MTE50)

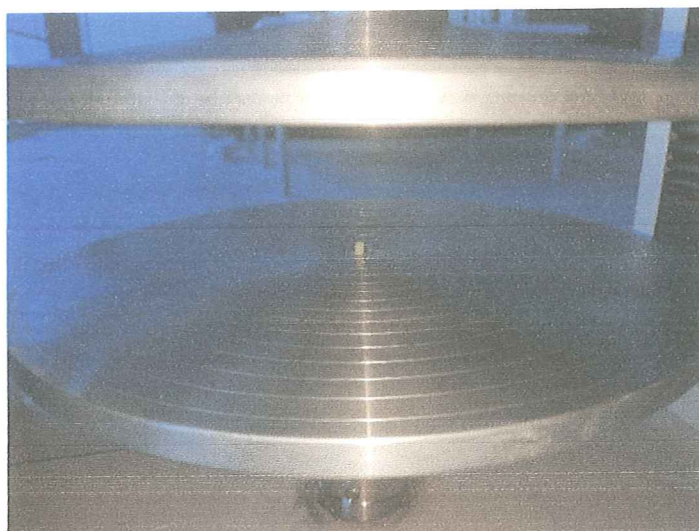
Grafico 9: Calibración de la maquina



Fuente: Angel Bazarro
Elaboración: Angel Bazarro

Se calibro la máquina de ensayos con una velocidad de 1 mm por minuto con una precarga de 0 Newtons aplicando la norma ISO 604

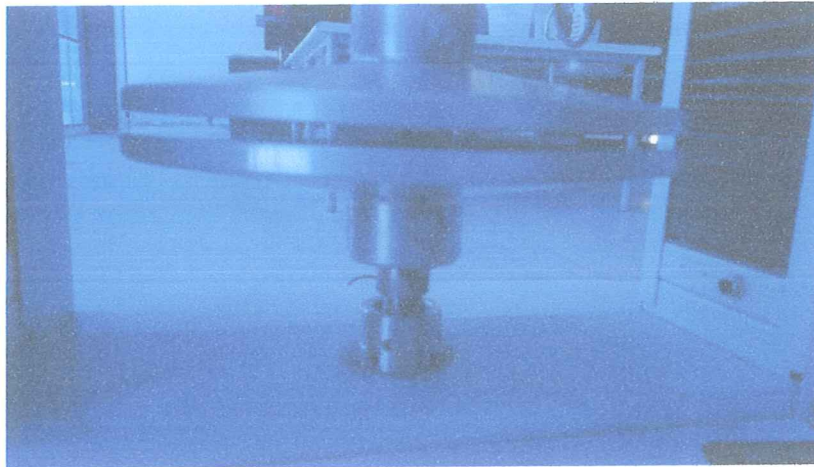
Grafico 10: Colocación de cilindros de resina



Fuente: Angel Bazarro
Elaboración: Angel Bazarro

Aplicación de los cilindros de resina en la máquina de pruebas mecánicas a una velocidad de 1 mm por minuto

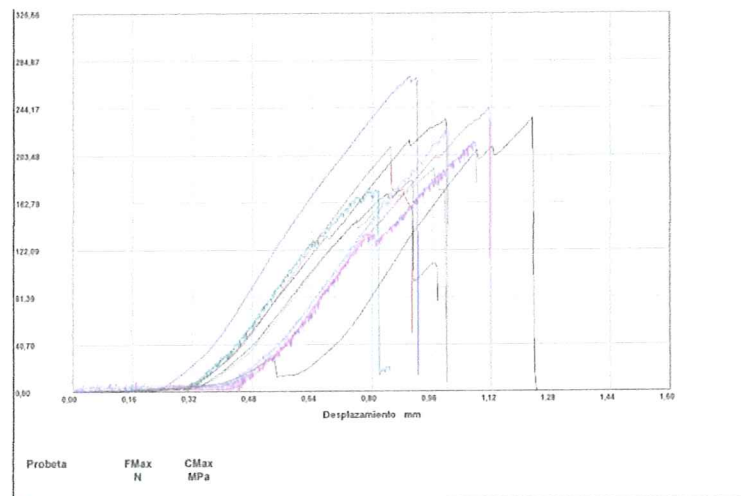
Grafico 11: Colocación de cilindros de resina



Fuente: Angel Bazarro
Elaboración: Angel Bazarro

Aplicación de ensayo sobre los cilindros de resina hasta lograr su fractura

Grafico 12: Obtención de los resultados en Newtons



Fuente: Angel Bazarro
Elaboración: Angel Bazarro

Se aplica la fuerza de compresión mientras en la computadora se registra los cambios hasta llegar a la fractura de las resinas registrado en Newtons para posterior transformarlos en MPa

6.8 Técnicas e Instrumentos

6.8.1 Técnicas

Observación

Se registraron los datos observados, según fue indicando la máquina de pruebas mecánicas en la aplicación de presión de las muestras.

6.8.2 Instrumento

Bitácora de laboratorio proporcionado por el laboratorio

6.9 Análisis Estadístico

Estadística descriptiva en SPSS VERSIÓN 24.00

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para el diseño del presente ensayo in vitro, se elaboraron bloques de tres tipos de materiales de restauración dental como: Filtek Z250, Kerr Neofil, Coltene Brillant Ng; cada uno de ellos con un aproximado en medidas tanto en su longitud como su altura que en valores de sus medias fueron: 4,23 de diámetro y 6,23 de longitud para el material Filtek Z250, 4,18 de diámetro y 6,24 de longitud en el caso de Kerr Neofil, y para el material Coltene Brillant Ng con medidas de 4,19 de diámetro y 6,15 de longitud; cada uno de estos cilindros de material fueron expuestos a fuerzas de compresión bajo un temperatura ambiente de 27,3° C y 37,30 de humedad en el caso de las pruebas con Filtek Z250, en el caso de Kerr Neofil se tuvo una temperatura de 27,10 °C y de 37 de humedad, finalmente para Brillant Ng los valores de temperatura y humedad fueron 22,20 °C y 38,6; en todos los casos no fue posible colocar las mismas condiciones de humedad sin embargo los valores son aproximados entre las pruebas, al igual que sus longitudes y diámetros con el objeto de tener muestras en lo posible homogéneas.

Tabla 1: Estadísticos Descriptivos pruebas de Fuerza máxima de resistencia (N)

Tipo de Material	Media	Mediana	Varianza	Desviación estándar
FILTEK Z 250	3.078,62	3.074,36	182.474,10	427,17
KERR NEOFIL	3.163,03	3.021,50	387.697,90	622,65
COLTENE BRILLANT NG	2.887,70	2.870,03	460.330,75	678,48

Fuente: Pruebas de compresión Informe de resistencia de materiales procesado en SPSS
Elaborado por: Ángel Bazurto

Análisis: El cuadro comparativo demuestra la variación respecto a la Fuerza máxima de compresión ejercido sobre el área de cada bloque de material según su tipo, del cual se puede apreciar que la media de valores es casi la misma entre el Filtek Z 250 y el Kerr Neofil con una pequeña variación en su mediana, sin embargo respecto al Coltene Brillant Ng se puede notar que la tendencia en su media es diferente al resto de materiales evaluados medida que se ve reflejada en la varianza respecto al resto de materiales, en consecuencia en las pruebas de resistencia del material respecto a la fuerza de compresión mostró el mismo nivel tanto para el Filtek Z 250 y el Kerr Neofil; pero el material que tuvo más bajo valor de resistencia fue el Coltene Brillant Ng.

Tabla 2: Estadísticos descriptivos de Esfuerzo máximo de compresión Mpa (Mega Pascales)

Tipo de Material	Media	Mediana	Varianza	Desviación estándar
FILTEK Z 250	218,23	219,81	909,57	30,16
KERR NEOFIL	231,83	220,80	2.837,72	53,27
COLTENE BRILLANT NG	210,22	209,22	2.702,85	51,99

Fuente: Pruebas de compresión Informe de resistencia de materiales procesado en SPSS
Elaborado por: Ángel Bazurto

Análisis: En relación del esfuerzo máximo los valores en pruebas de la resistencia a la compresión correspondiente a las fuerzas masticatorias en el caso de Filtek Z250 según⁽²⁸⁾ es de un valor aproximado de un poco más allá de los 400 Mpa(Mega Pascales) de parte del fabricante, en el caso del Kerr Neofil según el reporte de 462 Mpa(Mega Pascales) en las prueba técnicas y en el caso de los valores del fabricante del Coltene Brillant Ng los valores indican una resistencia a las pruebas de compresión de fuerzas masticatorias según su ficha técnica ⁽²⁹⁾ de 383 Mpa(Mega Pascales); en el caso de los valores de la medias y de la mediana en comparación de las prueba de fábrica los valores de las pruebas tuvieron un valor por debajo de lo que indica el fabricante como puede ver en la Tabla Nro. 3.

Tabla 3: Comparación con datos del fabricante

Tipo de Material	Media (Mpa)	Mediana (Mpa)	Valor de Fábrica (Mpa)
FILTEK Z 250	218,23	219,81	400+
KERR NEOFIL	231,83	220,80	*
COLTENE BRILLANT NG	210,22	209,22	383

Tipo de Material	Mediana Mpa	Valor de Fábrica (Mpa)	Diferencia resultados
FILTEK Z 250	219,81	400+	180
KERR NEOFIL	220,80	*	*
COLTENE BRILLANT NG	209,22	383	74

Cabe señalar que los valores estandarizados de fábrica (400 Mpa FiltekZ250; 383 Mpa Coltene Brillant) fueron hechos en condiciones ideales de laboratorio y con una cantidad

de material diferente al de esta prueba in vitro; sin embargo los valores respecto a la mediana también muestran un porcentaje muy por debajo del estándar en un rango de 180Mpa (Mega Pascales) aproximado en el caso de FiltekZ250, en el caso del Kerr Neofil Mpa y Coltene Brillant Ng un valor diferenciado de 74Mpa (Mega Pascales); si se compara los valores encontrados entre cada material el valor que más resistencia mostró en esta prueba fue el material Kerr Neofil y Filtek Z250 en cuyo caso el valor en sus medianas muestra un aproximado muy cercano; aunque la variación respecto a la media podría deberse a datos fallidos presentes en la muestra; para el caso de Coltene Brillant Ng los valores son menores respecto a los otros materiales de prueba.

Tabla 4: Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad	Tipo de Material	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Fuerza Máxima (N)	FILTEK Z 250	0,97	10	0,893
	KERR NEOFIL	0,861	10	0,079
	COLTENE BRILLANT NG	0,972	10	0,907
Esfuerzo Máximo Compresión (MPa)	FILTEK Z 250	0,973	10	0,921
	KERR NEOFIL	0,802	10	0,015
	COLTENE BRILLANT NG	0,97	10	0,889

Fuente: Pruebas de compresión Informe de resistencia de materiales procesado en SPSS

Elaborado por: Ángel Bazurto

Análisis: En la tabla que se muestra a continuación se determinó la prueba de distribución de datos a partir de una prueba de normalidad donde para afirmar que los datos obtenidos son ideales y deben obtener un valor $p \leq 0,05$; considerando la prueba de Shapiro – Wilk para muestras menores a 50 datos; tanto para los valores de fuerza máxima como de esfuerzo máximo; los valores encontrados mostraron un valor ($p=0,893$) para Filtek Z250 es decir no tiene una distribución normal, de igual forma para Kerr Neofil ($p=0,079$) y en el caso de Coltene Brillant Ng ($0,907$) todos estos en el caso de la fuerza máxima, si tomamos el caso del esfuerzo máximo el valor del Filtek Z 250 ($p=0,921$) no tiene distribución normal lo mismo sucede con Coltene Brillant Ng ($p=0,889$); en la pruebas operativas la única muestra que cumple un distribución normal es Kerr Neofil con un $p=0,015$ menor a $0,05$; en este caso los valores serán normales; si tomamos el conjunto total de datos para la prueba de normalidad podemos ver los resultados en la Tabla Nro. 5.

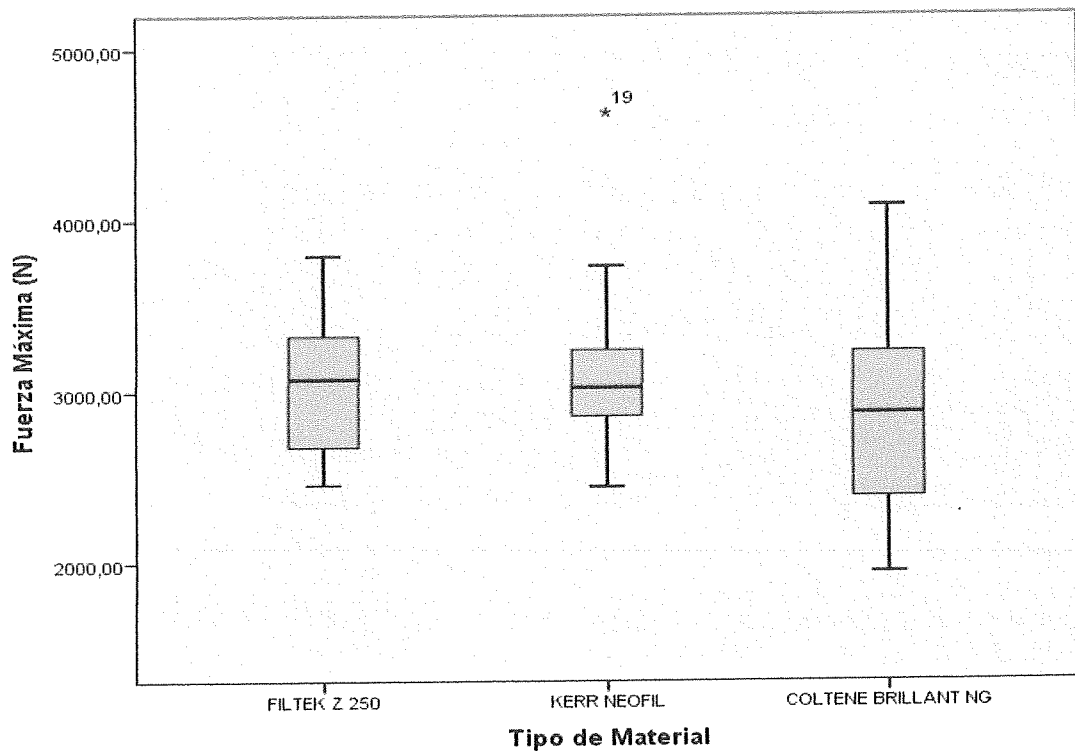
Tabla 5: Prueba de normalidad en las 30 muestras

Normalidad	Estadístico	Gl	Sig.
Fuerza Máxima (N)	0,973	30	0,619
Esfuerzo Máximo Compresión (MPa)	0,935	30	0,065

* Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a Corrección de significación de Lilliefors

En conclusión, se puede afirmar que la distribución de datos no es normal por lo que a partir de este el valor de la significancia entre grupos será generado de una prueba no paramétrica para datos no normales.

Gráfico 1: Comparativo de Fuerza máxima de resistencia (N)

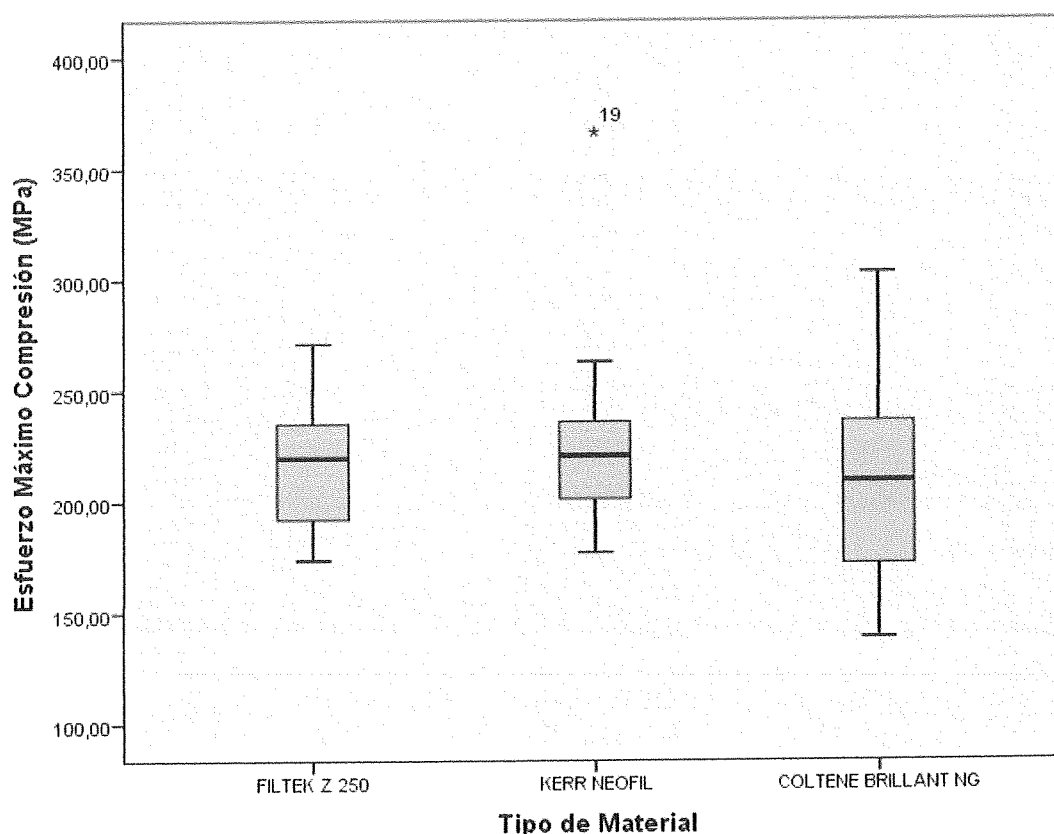


Fuente: Pruebas de compresión Informe de resistencia de materiales procesado en SPSS
Elaborado por: Ángel Bazurto

Análisis: El gráfico muestra la comparación de la fuerza máxima alcanzada entre los grupos de prueba respecto a su fuerza máxima ejercida en cada bloque, los valores obtenidos muestran que los valores de las medianas superan los 3000 Newtons en el caso de Filtek y Kerr Neofil, y solo el valor de Coltene Brillant Ng muestra un valor por debajo de los demás; el dato experimental Nro. 19 muestra un valor atípico como se muestra en

la gráfica que puede obedecer a una medida que tuvo un factor diferente y ofreció mayor resistencia; en esta prueba el rango de valores tanto para el Filtek Z250 y Coltene Brilliant Ng muestra una mayor cobertura de rango intercuartílico de datos es decir existe una dispersión más notoria en las pruebas establecidas para estos grupos, sin embargo Kerr Neofil muestra una agrupación hacia su valor medio o cuartil 2 por lo que se puede indicar que para el caso de esta muestra los valores fueron aproximados a sus mediana de forma consistente; a excepción de un valor atípico que se encuentra fuera del rango normal establecido en el gráfico de cajas.

Gráfico 2: Gráficos Nro. 1. Comparativo de Esfuerzo máximo de compresión (Mpa)

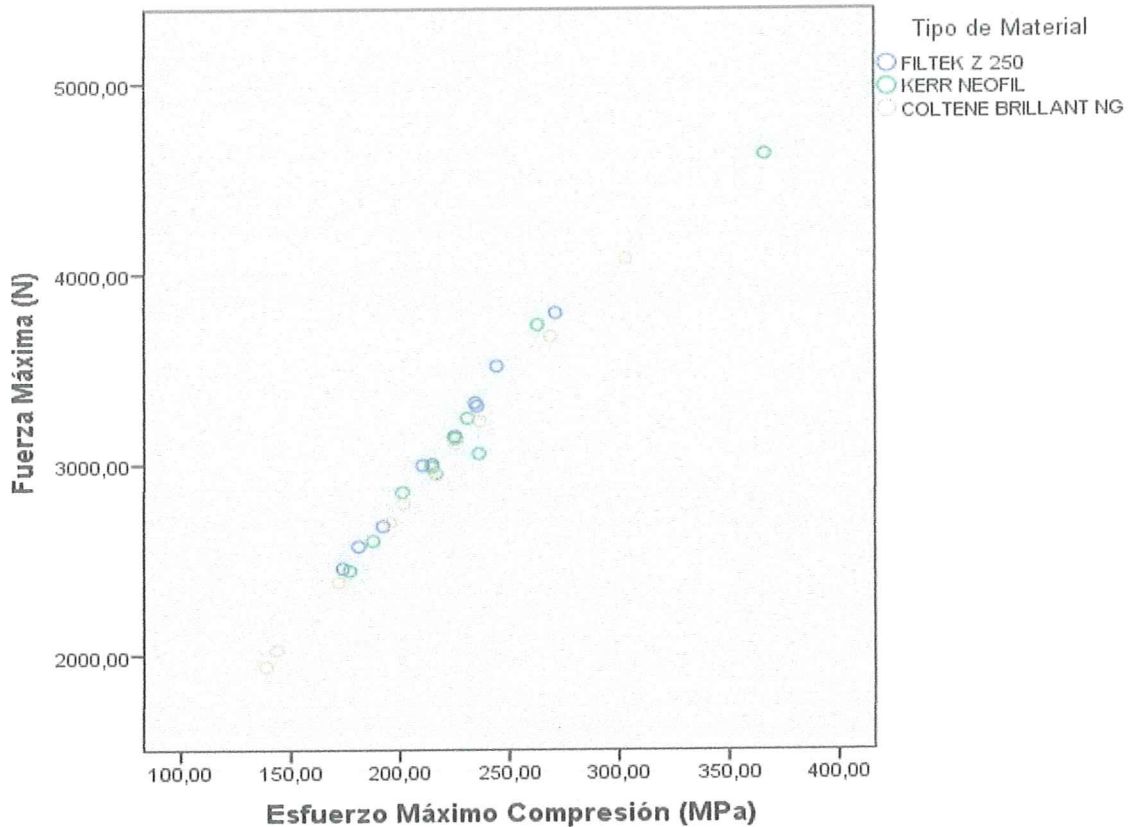


Fuente: Pruebas de compresión Informe de resistencia de materiales procesado en SPSS
Elaborado por: Ángel Bazurto

Análisis: En lo que refiere al esfuerzo máximo que el material puede soportar donde a partir de esta magnitud empieza a deformarse aun ante la aplicación de cargas menores, se puede apreciar que el valor de su mediana está por debajo de los estándares establecidos como se analizó en la Tabla Nro. 1; los valores de esfuerzo máximo entre Filtek Z 250 como en el material Kerr Neofil son casi similares en su prueba de resistencia, mientras que en lo que refiere a Coltene Brilliant Ng los valores muestran un valor menor y mayor

distribución del esfuerzo en todas las pruebas con un rango intercuartílico mucho más amplio; como en la prueba de fuerza máxima el material Kerr Neofil muestra mayor agrupación de datos hacia su mediana sin embargo una de sus muestras es atípica; en conclusión se puede indicar que los valores tanto para Filtek Z 250 como para el material Kerr Neofil mostraron casi de forma igual mayor resistencia en relación a Coltene Brilliant Ng.

Gráfico 3: Gráficos Nro. 1. Relación Fuerza máxima y esfuerzo máximo



Fuente: Pruebas de compresión Informe de resistencia de materiales procesado en SPSS
Elaborado por: Ángel Bazurto

Análisis: Este gráfico muestra las 30 muestras generadas en las pruebas de fuerza máxima y el esfuerzo máximo de compresión en Mpa; cada una de estas pruebas muestra una relación que tiende a un agrupamiento de datos hacia el valor central de datos correspondientes a no más de 300 Mpa de esfuerzo máximo respecto a una fuerza máxima con un valor que no sobrepasa los 4000 (N), como se pudo corroborar en las pruebas individuales los valores se muestran agrupados con mejor consistencia en las pruebas del material Kerr Neofil; mientras que los datos en los otros materiales existe una dispersión

notoria en las pruebas de resistencia a la compresión tanto de fuerza máxima como de esfuerzo máximo.

Tabla 6: Tabla Nro. 1. Prueba de significancia Kruskal Wallis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Fuerza Máxima (N) es la misma entre las categorías de Tipo de Material.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,566	Conserve la hipótesis nula.
2	La distribución de Esfuerzo Máximo Compresión (MPa) es la misma entre las categorías de Tipo de Material.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,796	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es ,05.

Análisis: En este caso se realiza la comparación de medias mediante el test de Kruskal Wallis porque al no tener una distribución normal de datos de tipo no paramétrico; para este caso con el planteamiento de la hipótesis nula H_0 =Todos los valores entre los grupos de pruebas son igual o al menos uno es diferente. En este caso los valores a partir de la prueba de significancia indica el conservar la hipótesis nula que para ambos casos concluiría que los valores entre los grupos Fuerza Máxima ($p=0,566$) y Esfuerzo máximo ($p=796$) son iguales entre los grupos de prueba de manera significativa.

7 DISCUSIÓN

La literatura muestra diversos métodos para examinar la resistencia de las resinas, mediante la comprobación de su micro dureza con pruebas que miden micro fracturas, en relación a la disipación de la fuerza aplicada; otro método que se utiliza consiste en medir el tiempo de resistencia sin fallas que puede lograr el material de resina considerando que los factores de temporalidad puede generar micro fracturas, reducción en las dimensiones mismas que pueden presentar en el paciente micro filtraciones ⁽⁵⁾.

El estudio ⁽²⁰⁾ realizado con la resina Filtek Z250 mostró como resultado una media de 237.2 Mpa, comparado con la prueba realizada en esta investigación con un valor de 231.83 Mpa, se puede constatar que no existe una gran diferencia respecto a los valores de resistencia que se aplicaron en cada estudio. En la investigación de Benavente ⁽¹⁶⁾ se determinó un promedio de resistencia a la compresión de 171 Mpa, en los resultados de la casa comercial Neofill mostró una cuantía en la resistencia de 231 Mpa, la resina FiltekZ250 un valor de 218 Mpa y 210 Mpa para Brillant de Coltene, en el caso de Huayhua ⁽¹³⁾ la resina Z250 fue superior a las resina Brillant o igual en los valores con la resina Neofil mientras que los rangos más inestables se presentaron en la resina Neofil con valores de variabilidad altos. Con relación a este estudio las pruebas mostraron la misma tendencia de fuerzas de resistencia y variabilidad la resina Z250 fue la que presentó la mejor resistencia a pruebas compresivas seguido de Brillant y Neofil de forma respectiva, en sus valores de fuerza compresiva esto en relación a los valores encontrados en las pruebas de resistencia individual; es importante señalar que en las evaluación de la significancia entre grupos la diferencia no fue significativa.

Los datos obtenidos mostraron diferencias respecto a los valores de la ficha técnica de la casa comercial esto puede deberse a que las condiciones de las pruebas técnicas fueron determinados en ambientes controlados, los valores respecto a los de la ficha fueron considerablemente inferiores, coincidiendo en esta tendencia con otros estudios que de forma similar encontraron valores por debajo de la medida técnica y muy cercanos a los encontrados en este estudio. Además ciertos aspectos de dificultad para obtener resultados ideales por problemas del procedimiento donde las probetas que se colocaron en la máquina de pruebas mecánicas podrían generar un riesgo de aplicación de fuerza excesiva al momento de alinear el equipo con las mismas y ello generaría resultados falsos. Sin

embargo, a pesar de cuidar el procedimiento no se logró alcanzar los valores estipulados por las fichas técnicas de cada marca.

Al comprarse los resultados de las resinas se tuvo buenos resultados de resistencia a la fractura el material de relleno de la resina Filtek Z250 presenta un tamaño de partículas de 0.01 a 3.5 micras y Brillant presentó un tamaño de 0.1 a 2.5 micras en su tamaño lo que permite tener una mayor cantidad de relleno inorgánico ⁽⁷⁾, las pruebas mecánicas de las resinas puede estar regido adicionalmente por la composición de las mismas de acuerdo a su material de relleno puesto que a mayor relleno mayor dureza, pero puede tener menor modulo elástico por la carga inorgánica ⁽⁴⁾, en los estudios citados se puede constatar a nivel de material de relleno una mayor resistencia no obstante no se realizó pruebas similares considerando el tamaño de las partículas sin embargo estos valores pueden ser referenciales para justificar la mayor resistencia de los materiales, de hecho las diferencias entre los diferentes materiales no se muestran altos, por lo que en las pruebas de significancia se demostró que los valores entre la Fuerza máxima y Esfuerzo máximo de los materiales no fue significativo por lo que se afirma que las mismas son iguales entre los grupos de prueba.

En la aplicación de resinas utilizando la técnica incremental se pudo obtener un mejor resultado de las muestras evitando tener espacios respecto a la técnica mono incremental que se muestra como no adecuada para estas resinas, estas disminuyen su resistencia al no poder ser fotopolimerizadas en su totalidad también se busca disminuir el factor de contracción y disminuir el estrés⁽¹¹⁾, respecto a la técnica citada se pudo corroborar que la aplicación de la técnica incremental fue efectiva para la obtención de mejores resultados sobre la muestras evitando el estrés en el material.

En el periodo de pruebas respecto a la metodología se realizó siguiendo las especificaciones de la norma ISO 604 que es establecida específicamente para materiales de tipo poliméricos, esto es de suma importancia ya que nos permitió estandarizar los procedimientos para obtener resultados relevantes.

8 CONCLUSIONES

- Los resultados de las evaluaciones individuales de las pruebas mecánicas realizadas en los diferentes materiales indica que en valores las resinas Filtek Z250 y Neofill presentaron los mejores indicadores de resistencia, mientras que la resina Brillant presentó un valor menor respecto a sus marcas competidoras, cabe indicar que estas medidas no se mostraron significativamente diferentes entre los grupos de prueba y se puede afirmar que la resistencia de los materiales fue significativamente la misma ($p=0,566$, $p=0,796$).
- Después de realizadas las pruebas en la máquina de ensayos mecánicos universales los materiales demostraron ser resistentes a las fuerzas de compresión muy por debajo de lo que indica la ficha técnica (Filtek Z250 400+; Coltene Brillant 383 Mpa), considerando que las condiciones in vitro del fabricante fueron más controlados; a pesar de lo expuesto los materiales demostraron acercarse entre ellos en el rango de resistencia siendo Filtek Z250 el que mejor se desarrolló en la pruebas seguido de Kerr Neofil y finalmente Coltene Brillant como el que menos valor resistencia demostró
- En la comparación de cada material de restauración se puede concluir que las pruebas en la resina Z250 Filtek y Coltene Brillant obtuvieron una media de 218,23 Mpa y 210,22 Mpa respectivamente; donde Filtek Z250 demostró una mejor resistencia, cabe indicar que la resina Kerr Neofil tuvo un valor en su media de 231,83 Mpa, sin embargo el coeficiente de variación en las muestras fue más alto demostrando una variabilidad en la muestra de Kerr siendo esta la más inestable.
- Determinando la consistencia en los resultados de la muestra y mejor comportamiento del material se podría afirmar que el material que mejor se comportó respecto a las fuerzas de compresión es Filtek Z250.

9 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tomar en cuenta que el uso de materiales de restauración se deben prevenir aspectos como el uso correcto siguiendo las indicaciones del fabricante, correcto cuidado del medio realizando aislamientos, aplicar correctamente el protocolo de unión de las resinas con órgano dentario.
2. Para elegir un biomaterial que se va a utilizar en la zona posterior en donde residen todas las fuerzas masticatorias se debe tomar en cuenta las propiedades físicas y mecánicas para tener mejores resultados.
3. Se pueden presentar dificultades al momento de realizar la medición y en la colocación de las probetas que por su tamaño reducido pueden ser afectadas en sus estructuras o por colocarlas de una forma incorrecta sobre las platinas que aplicarían a posterior la fuerza, por lo que se recomienda considerar estos aspectos para el procedimiento.

10 Bibliografía

1. Lara C, Alvarado S, Terán L, Angulo de la Vega G, Juménez J, Cisneros A, et al. Estado actual de los postes de fibra de vidrio. *Odontol Sanmarquina*. 2015;18(2):111–6.
2. Rodrigues RV, Sampaio CS, Pacheco RR, Pascon FM, Puppim-Rontani RM, Giannini M. Influence of adhesive cementation systems on the bond strength of relined fiber posts to root dentin. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2017;118(4):493–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.01.006>
3. ISO 604: 2002 (en), Plásticos. Determinación de propiedades de compresión. [Internet]. [cited 2018 Oct 12]. Available from: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:604:ed-3:v1:en>
4. Elorza PB, Elorza PAB, Hortua DAV, Silva CAÁ, Montes DAA. ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE DIFERENTES TIPOS DE RESINA COMPUESTA. *Rev Colomb Investig en Odontol* [Internet]. 2010 Sep 15 [cited 2018 Jun 23];1(3):51–9. Available from: <https://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/15>
5. Chen S, Öhman C, Jefferies SR, Gray H, Xia W, Engqvist H. Compressive fatigue limit of four types of dental restorative materials. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2016 Aug [cited 2018 Jun 24];61:283–9. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1751616116300510>
6. Alexandro, Ribeiro Moysés M, Candido dos Reis A, Rabelo Ribeiro JC, Candido Dias S. Influencia del envejecimiento artificial acelerado sobre la resistencia a compresión de resinas compuestas. [Internet]. Vol. 46, *Acta Odontológica Venezolana*. Facultad de Odontología de la Universidad Central de Venezuela; 2008 [cited 2018 Dec 12]. 465-468 p. Available from: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0001-63652008000400011&script=sci_arttext
7. Guerra Midolo DD. Resistencia a la compresión entre una resina con técnica incremental Filtek™ Z350 Xt de 3m Espe y una monoincremental Filtek™ Bulk

- Fill De 3m Espe estudio in vitro, Arequipa, 2017. Repos Inst - UAP [Internet]. 2017 [cited 2018 Jun 23]; Available from: <http://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/6098>
8. Facultad de Odontología. MA, Ribeiro Moyses M, Rabelo Ribeiro JC, Candido dos Reis A, Orbegoso Flores VH. Influencia de las unidades de curado LED y LUZ halógena sobre la resistencia compresiva de las resinas compuestas. In: Acta Odontológica Venezolana [Internet]. Facultad de Odontología de la Universidad Central de Venezuela; 2007 [cited 2018 Dec 11]. p. 209–12. Available from: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0001-63652007000200014&script=sci_arttext&tlng=pt
 9. Vélez Cuenca TM, Maricela T. Resistencia de la resina convencional (nanohíbrida) y resina Bulk-Fill a la fractura con técnicas incremental y monoincremental. Estudio comparativo in-vitro. 2016 [cited 2018 Jun 23]; Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7802>
 10. Dra. Patricia E. Alfaro Moctezuma., Departamento de Atención a la Salud., Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco., Dr. Fernando Ángeles Medina., Facultad de Odontología., Universidad Nacional Autónoma de México., et al. Fuerza de mordida: su importancia en la masticación, su medición y sus condicionantes clínicos. Parte I [Internet]. 2012 [cited 2019 Jan 16]. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2012/od122c.pdf>
 11. Vélez Cuenca TM, Maricela T. Resistencia de la resina convencional (nanohíbrida) y resina Bulk-Fill a la fractura con técnicas incremental y monoincremental. Estudio comparativo in-vitro. 2016 [cited 2018 Aug 15]; Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7802>
 12. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Odontología. DR, PEREIRA S NA. Acta odontológica venezolana. [Internet]. Vol. 46, Acta Odontológica Venezolana. Facultad de Odontología de la Universidad Central de Venezuela; 2008 [cited 2018 Jul 2]. 381-392 p. Available from: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0001-63652008000300026&script=sci_arttext

13. Huayhua Revolledo ED, Huayhua Revolledo ED. Estudio comparativo in vitro de la resistencia comprensiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas. Univ Nac Mayor San Marcos [Internet]. 2013 [cited 2018 Dec 12]; Available from: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3073>
14. Huang Q, He J, Lin Z, Liu F, Lassila LVJ, Vallittu PK. Physical and chemical properties of an antimicrobial Bis-GMA free dental resin with quaternary ammonium dimethacrylate monomer. J Mech Behav Biomed Mater [Internet]. 2016 Mar 1 [cited 2018 Jul 2];56:68–76. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751616115004142>
15. Hervás García A, Angel Martínez Lozano M, Cabanes Vila J, Barjau Escribano A, Fos Galve P, Adela Hervás García D. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. 2005 [cited 2018 Jul 2]; Available from: <http://www.medicinaoral.com/medoralfree01/v11i2/medoralv11i2p215e.pdf>
16. Acurio-Benavente P, Falcón-Cabrera G, Casas-Apayco L, Montoya Caferatta P, Acurio-Benavente P, Falcón-Cabrera G, et al. Revista Odontología Vital. [Internet]. Odontología Vital. Universidad Latina de Costa Rica; 2017 [cited 2018 Jun 24]. 69-77 p. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-07752017000200069&script=sci_arttext
17. KALEEM M, WATTS DC. Effect of filler particles morphology of resin-composites on cavity packing force for repeated condensation. Dent Mater J [Internet]. 2017 May 30 [cited 2018 Dec 13];36(3):340–7. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/36/3/36_2016-215/_article
18. Tinajero Aroni ME. Comparación de las propiedades de resinas compuestas y cerámicas odontológicas en restauraciones indirectas del sector posterior. 2016 [cited 2018 Dec 11]; Available from: <http://192.188.53.14/handle/23000/5712>
19. Bianchi EC, Aguiar PR de, Poggi MR, Salgado MH, Freitas CA de, Bianchi ARR. Estudo do desgaste abrasivo das resinas compostas disponíveis no mercado brasileiro. Mater Res [Internet]. 2003 Jun [cited 2018 Aug 9];6(2):255–64. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392003000200022&lng=pt&tlng=pt

20. De la Torre Maldonado JS, Sebastián J. Resistencia compresiva: estudio comparativo in vitro entre un cerómero y una resina de nanotecnología sometida a dos tipos de complementación de polimerización. 2016 [cited 2018 Dec 12]; Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/handle/25000/5672>
21. Rodríguez Hernando MP, Dalmasí Peña MM. Estudio comparativo de la rugosidad superficial entre tres resinas de laboratorios después del pulido. 2016 [cited 2018 Aug 13]; Available from: <http://investigare.pucmm.edu.do:8080/xmlui/handle/20.500.12060/1835>
22. Christiani JJ, José O, Devecchi R, Karina D, Llano A, Altamirano OH, et al. ESTABILIDAD DEL COLOR DE RESINAS PARA PROTESIS PROVISIONAL [Internet]. 2015 [cited 2018 Aug 20]. Available from: <https://www.ateneo-odontologia.org.ar/articulos/liii01/articulo3.pdf>
23. Iso EN. EN ISO 604: Determination of compressive properties. 2003;(2312):1–22.
24. Corrêa JM, Mori M, Sanches HL, Cruz AD da, Poiate E, Poiate IAVP. Silver Nanoparticles in Dental Biomaterials. *Int J Biomater* [Internet]. 2015 Jan 15 [cited 2018 Aug 8];2015:1–9. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/ijbm/2015/485275/>
25. 19S.G. Prolongo*a, A. Santamaríaa,b, M. Campoa, R. Morichea, M. G. Prolongob AU. Resinas fotocurables nanorreforzadas. <http://revista.aemac.org/> [Internet]. 2018 [cited 2018 Jul 31];vol2:15–9. Available from: <https://ojs.aemac.org/materiales-compuestos/article/view/73/38>
26. Hosseinalipour M, Javadpour J, Rezaie H, Dadras T, Hayati AN. Investigation of Mechanical Properties of Experimental Bis-GMA/TEGDMA Dental Composite Resins Containing Various Mass Fractions of Silica Nanoparticles. *J Prosthodont* [Internet]. 2010 Feb 1 [cited 2018 Aug 7];19(2):112–7. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1532-849X.2009.00530.x>
27. Castillo BJMS, Jiménez BTAS. Estudio in vitro del sellado marginal de cajones proximales en obturaciones clase II realizadas con Técnica Incremental en comparación con Técnica Incremental Modificada , en el período de Julio a Noviembre del 2016 [Internet]. 2016 [cited 2018 Aug 9]. Available from:

<http://repositorio.unan.edu.ni/7388/1/97439.pdf>

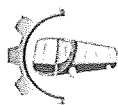
28. Filtek™ Z250 Restaurador Universal Perfil Técnico del Producto [Internet]. [cited 2018 Dec 6]. Available from: <https://multimedia.3m.com/mws/media/292662O/perfil-tecnico-filtek-z250.pdf>
29. El arte del brillo [Internet]. [cited 2018 Dec 6]. Available from: https://www.coltene.com/fileadmin/Data/EN/Products/Adhesives_Restoratives/Filling_Materials/BRILLIANT_EverGlow/60019823-01-16-BRILLIANT-EverGlow-Brochure-ES-VIEW.pdf
30. De Odontología C, Luis J, Guailas S, Tannya OE, Bravo LV. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA FACULTAD DE LA SALUD HUMANA Tesis previa a la obtención del Título de Odontólogo [Internet]. [cited 2019 Feb 9]. Available from: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21410/1/Tesis José Luis Sarango.pdf>
31. Hasirci V, Huri PY, Tanir TE, Eke G, Hasirci N. 1.22 Polymer Fundamentals: Polymer Synthesis. Compr Biomater II [Internet]. 2017 Jan 1 [cited 2018 Aug 21];478–506. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128035818102085>
32. SPARC (Organization) M, Álvarez López B. Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica [Internet]. Vol. 33, Avances en odontoestomatología, ISSN 0213-1285, Vol. 33, Nº. 6 (Noviembre/Diciembre), 2017, págs. 263-274. [publisher not identified]; 2017 [cited 2018 Dec 13]. 263-274 p. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6468449>
33. Jasinski F, Zetterlund PB, Braun AM, Chemtob A. Photopolymerization in dispersed systems. Prog Polym Sci [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2018 Aug 22];84:47–88. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079670018300169>
34. PARK J-K, LEE G-H, KIM J-H, PARK M-G, KO C-C, KIM H-I, et al. Polymerization shrinkage, flexural and compression properties of low-shrinkage dental resin composites. Dent Mater J [Internet]. 2014 Jan 30 [cited 2018 Dec

- 13];33(1):104–10. Available from: <http://jlc.jst.go.jp/DN/JST.JSTAGE/dmj/2013-126?lang=en&from=CrossRef&type=abstract>
35. Zheng LW, Wang JY, Ru Qing Yu. Biomaterials in Dentistry. Ref Modul Biomed Sci [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2018 Aug 22]; Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128012383110335>
36. Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana. AM, Montenegro Ojeda Y, Álvarez Rodríguez J. Revista habanera de ciencias médicas. [Internet]. Vol. 15, Revista Habanera de Ciencias Médicas. Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana; 2016 [cited 2018 Sep 14]. 0-0 p. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1729-519X2016000100003&script=sci_arttext&tlng=pt
37. Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana. AM, Montenegro Ojeda Y, Álvarez Rodríguez J. Revista habanera de ciencias médicas. [Internet]. Vol. 15, Revista Habanera de Ciencias Médicas. Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana; 2002 [cited 2018 Sep 5]. 0-0 p. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1729-519X2016000100003&script=sci_arttext&tlng=pt
38. Vivadent I. Una guía sobre los criterios clínicos más importantes a la hora de elegir una lámpara de polimerización [Internet]. 36 p. Available from: www.ivoclarvivadent.co/zoolu-website/media/document/4129/LED+abecedario
39. Centro Nacional de Investigaciones Científicas (Cuba), Yaymarilis; Herrera - Kao, Wilberth; Gutierrez - Mejias, Aimee Alejandra; Cauich - Rodríguez, Juan Valerio; Peñazola - Cuevas, Ricardo; Cervantes - Uc, José Manuel; Guastaldi AC. Analisis comparativo de propiedades Físico-Químicas de composites dentales fotopolimerizados con dos tipos de lámparas [Internet]. Vol. 46, Revista CENIC. Ciencias Químicas. Centro Nacional de Investigaciones Científicas; 2015 [cited 2018 Dec 13]. Available from: <https://www.redalyc.org/html/1816/181642434008/>
40. Cunha LG, Alonso RCB, Pfeifer CSC, Correr-Sobrinho L, Ferracane JL, Sinhoreti MAC. Modulated photoactivation methods: Influence on contraction stress, degree

- of conversion and push-out bond strength of composite restoratives. *J Dent* [Internet]. 2007 Apr [cited 2018 Aug 29];35(4):318–24. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300571206001977>
41. TIPOS DE ESFUERZOS FÍSICOS INTRODUCCIÓN [Internet]. [cited 2019 Jan 23]. Available from: <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8567.pdf>
 42. Wang M, Wang C. Bulk Properties of Biomaterials and Testing Methods. *Ref Modul Biomed Sci* [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2018 Aug 22]; Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128012383998611>
 43. ASTM D695 Ensayo de Compresión en Composites - Instron [Internet]. [cited 2018 Sep 18]. Available from: <http://www.instron.com.ar/es-ar/testing-solutions/by-material/composites/compression/astm-d695-composites>
 44. Adams DF, Whitney TJ. 7.2 Test Methods for Mechanical Properties. In: *Comprehensive Composite Materials II* [Internet]. Elsevier; 2018 [cited 2018 Aug 23]. p. 4–37. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128035818100323>
 45. Lerech SB, Tarón SF, Dunoyer AT, Arrieta JMB, Caballero AD. Resistencia a la compresión del ionómero de vidrio y de la resina compuesta. Estudio in vitro. *Rev Odontológica Mex* [Internet]. 2017 Apr 1 [cited 2018 Dec 12];21(2):109–13. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870199X17300320>

11 ANEXOS

Anexo 1: Bitácora de laboratorio



Centro de Fomento Productivo
Metalmecánico Carrocero



Honorable Gobierno
Provincial de Tungurahua

RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS

Informe N°: 050362771320181017-ECP	
DATOS DEL CLIENTE	
Empresa / Cliente: Ángel Eduardo Bazurto Molina, Latacunga	
Dirección: Calixto Pino y Napo.	
NÚM. DE CÉDULA / RUC: 0503627713	TELÉFONO: 0998560884
E-MAIL: aeb_003@hotmail.com	

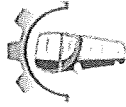
DATOS INFORMATIVOS
Laboratorio: Resistencia de Materiales.
Designación del material: Resina.
Método de ensayo: ISO 604: Plásticos. Determinación de propiedades compresivas.

Número de Probetas cuantificadas

N°	Identificación del grupo	Característica	Probetas a Ensayar
1	050362771320181017-ECP 01	FILTER Z 250	10
2	050362771320181017-ECP 02	KERR NEOFIL	10
3	050362771320181017-ECP 03	COLTENE BRILLANT NG	10
Total			30

Observaciones: Ninguna.

Gráfico 1: Recepción de probetas en el laboratorio



Centro de Fomento Productivo
Metalmecánico Carrocero



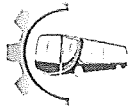
ENSAYO SOLICITADO			
No.	No. DE PROBETA	DESCRIPCIÓN	FECHAS RECEPCIÓN
1	050362771320181017-ECP 01-1	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
2	050362771320181017-ECP 01-2	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
3	050362771320181017-ECP 01-3	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
4	050362771320181017-ECP 01-4	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
5	050362771320181017-ECP 01-5	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
6	050362771320181017-ECP 01-6	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
7	050362771320181017-ECP 01-7	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
8	050362771320181017-ECP 01-8	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
9	050362771320181017-ECP 01-9	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
10	050362771320181017-ECP 01-10	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
11	050362771320181017-ECP 02-1	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
12	050362771320181017-ECP 02-2	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
13	050362771320181017-ECP 02-3	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
14	050362771320181017-ECP 02-4	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
15	050362771320181017-ECP 02-5	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
16	050362771320181017-ECP 02-6	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
17	050362771320181017-ECP 02-7	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
18	050362771320181017-ECP 02-8	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
19	050362771320181017-ECP 02-9	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
20	050362771320181017-ECP 02-10	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
21	050362771320181017-ECP 03-1	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
22	050362771320181017-ECP 03-2	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
23	050362771320181017-ECP 03-3	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
24	050362771320181017-ECP 03-4	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
25	050362771320181017-ECP 03-5	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
26	050362771320181017-ECP 03-6	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
27	050362771320181017-ECP 03-7	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
28	050362771320181017-ECP 03-8	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
29	050362771320181017-ECP 03-9	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018
30	050362771320181017-ECP 03-10	Cumple criterios dimensionales	22/10/2018

Código: RG-RM-001
Fecha de Elaboración: 06-07-2016
Fecha de última aprobación: 02-02-2018
Revisión: 3

RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE
MUESTRAS

Página 2 de 3

Grafico 2: Cumplimiento de estandarización



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

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



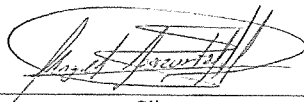
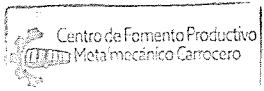
	
Elaborado por: Ing. Fernando Galarza Mg. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Aprobado por: Ing. Esteban López Espinel MEng. Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC
 Cliente	

Grafico 3: Cumplimiento de estandarización

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE MATERIALES POLIMÉRICOS
INFORME DE RESULTADOS N°: 050362771320181017-ECP

DATOS GENERALES


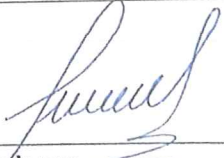
Datos informativos: N° de proforma: RM_2018_036
Empresa / Cliente: Ángel Eduardo Bazurto Molina.
RUC/C.I.: 0503627713 **Ciudad:** Latacunga
Dirección: Calixto Pino y Napo. **Correo:** acb_003@hotmail.com
Teléfono: 0998560884
Datos del ensayo:
Lugar de Ejecución del Ensayo: Laboratorio de Resistencia de Materiales.
Dirección: Ambato/Catiglata, Toronto y Río de Janeiro.
Método de ensayo:
ISO 604: Plásticos. Determinación de propiedades compresivas.
Tipo de ensayo: Cuantitativo. **Tipo de probeta:** Cilíndrica.
Equipo utilizado:
Máquina de ensayos universal Polímeros Metrotest Modelo: 50 KN. **Serial Number** 8210M002
Velocidad de ensayo: 1 mm/min **Precarga:** 0 N
Fecha de Inicio de Ensayo: 23/10/2018. **Fecha de Finalización de Ensayo:** 24/10/2018.
 Los resultados obtenidos en el presente informe corresponden a ensayos realizados en probetas de resina. Las probetas fueron recibidas en el Laboratorio de Resistencia de Materiales del CFPMC del H.G.P. Tungurahua.

OBJETOS DE ENSAYO

Número de Probetas cuantificadas

N°	Identificación del grupo	Característica	Probetas a Ensayar
1	050362771320181017-ECP 01	FILTEK Z 250	10
2	050362771320181017-ECP 02	KERR NEOFIL	10
3	050362771320181017-ECP 03	COLTENE BRILLANT NG	10
Total			30

Observaciones: Ninguna.

	
Elaborado por:	Aprobado por:
Ing. Fernando Galarza Mg	Ing. Esteban López Espinel MEng.
Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC

Fecha de entrega de Informe: 25 de octubre de 2018.
N° Factura: 001-002-000005776



Código: RG-RM-004
 Fecha de Elaboración: 11-05-2016
 Fecha de última aprobación: 21-06-2017
 Revisión: 7

INFORME DE ENSAYO DE COMPRESIÓN
 MATERIALES COMPUESTOS

Página 1 de 4

Grafico 4: Bitácora de laboratorio

Resultados:

Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dimensiones mm		Fuerza máxima (N)	Esfuerzo máximo de compresión (MPa)
				Diámetro	Longitud		
1	050362771320181017-ECP 01-1	27,3	37,3	4,26	6,18	2996,25	210,22
2	050362771320181017-ECP 01-2	27,3	37,3	4,24	6,22	2455,07	173,88
3	050362771320181017-ECP 01-3	27,3	37,3	4,22	6,31	3000,99	214,56
4	050362771320181017-ECP 01-4	27,3	37,3	4,22	6,34	3147,72	225,05
5	050362771320181017-ECP 01-5	27,3	37,3	4,28	6,18	3515,35	244,34
6	050362771320181017-ECP 01-6	27,3	37,3	4,25	6,33	3324,44	234,34
7	050362771320181017-ECP 01-7	27,3	37,3	4,22	6,20	3794,62	271,30
8	050362771320181017-ECP 01-8	27,3	37,3	4,21	6,21	3675,96	192,23
9	050362771320181017-ECP 01-9	27,3	37,3	4,25	6,17	2570,25	181,18
10	050362771320181017-ECP 01-10	27,3	37,3	4,23	6,21	3305,5	235,22
Promedio \bar{X}						3078,62	218,23
Desviación estándar S_{n-1}						427,17	30,16
Coeficiente de variación CV						13,88	13,82

Gráfico 5: Resultados de las pruebas mecánicas

Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dimensiones mm		Fuerza máxima (N)	Esfuerzo máximo de compresión (MPa)
				Diámetro	Longitud		
11	050362771320181017-ECP 02-1	27,1	37,0	4,21	6,20	3136,68	225,33
12	050362771320181017-ECP 02-2	27,1	37,0	4,25	6,28	3731,51	263,04
13	050362771320181017-ECP 02-3	27,1	37,0	4,21	6,32	2986,79	214,56
14	050362771320181017-ECP 02-4	27,1	37,0	4,19	6,27	2442,44	177,14
15	050362771320181017-ECP 02-5	27,1	37,0	4,25	6,07	2855,83	201,31
16	050362771320181017-ECP 02-6	27,1	37,0	4,20	6,43	2598,65	187,57
17	050362771320181017-ECP 02-7	27,1	37,0	4,17	6,16	2953,65	216,27
18	050362771320181017-ECP 02-8	27,1	37,0	4,06	6,34	3056,21	236,07
19	050362771320181017-ECP 02-9	27,1	37,0	4,01	6,13	4626,13	366,30
20	050362771320181017-ECP 02-10	27,1	37,0	4,23	6,17	3242,39	230,72
Promedio \bar{X}						3163,03	231,83
Desviación estándar S_{n-1}						622,65	53,27
Coeficiente de variación CV						19,69	22,98

Grafico 6: Resultados de las pruebas mecánicas

Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dimensiones mm		Fuerza máxima (N)	Esfuerzo máximo de compresión (MPa)
				Diámetro	Longitud		
21	050362771320181017-ECP 03-1	22,2	38,6	4,17	6,10	3228,19	236,37
22	050362771320181017-ECP 03-2	22,2	38,6	4,19	6,03	3109,86	235,54
23	050362771320181017-ECP 03-3	22,2	38,6	4,19	6,26	2696,47	195,56
24	050362771320181017-ECP 03-4	22,2	38,6	4,17	6,17	3671,56	263,84
25	050362771320181017-ECP 03-5	22,2	38,6	4,22	6,25	1940,70	138,75
26	050362771320181017-ECP 03-6	22,2	38,6	4,20	5,93	2382,49	171,97
27	050362771320181017-ECP 03-7	22,2	38,6	4,14	6,13	4080,21	303,10
28	050362771320181017-ECP 03-8	22,2	38,6	4,16	6,22	2947,34	216,85
29	050362771320181017-ECP 03-9	22,2	38,6	4,24	6,25	2027,48	143,59
30	050362771320181017-ECP 03-10	22,2	38,6	4,20	6,25	2792,72	201,58
Promedio \bar{X}						2887,70	210,21
Desviación estándar S_{n-1}						678,48	51,99
Coeficiente de variación CV						23,50	24,73

Grafico 7: resultados después de las pruebas mecánicas



HOJA DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

Informe N°: 050362771320181017-ECP

DATOS DEL CLIENTE

Empresa / Cliente: Angel Eduardo Bazurto Molina. Latacunga

DIRECCIÓN: Calixto Pino y Napo.

NÚM. DE CEDULA / RUC: 0503627713

E-MAIL: aeb_003@hotmail.com

TELÉFONO: 0998560884

DATOS INFORMATIVOS

Laboratorio: Resistencia de Materiales.

Designación del material:
Resina.

Método de ensayo:
ISO 604: Plásticos. Determinación de propiedades compresivas.

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA INGRESO	FECHA ELIMINACIÓN	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	EVIDENCIAS
1	186502752020180104-ECP 01-1	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	Las probetas se destruyen totalmente
2	186502752020180104-ECP 01-2	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
3	186502752020180104-ECP 01-4	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
4	186502752020180104-ECP 01-6	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
5	186502752020180104-ECP 01-7	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	

Grafico 8: Estado de muestras después de ensayo

Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA INGRESO	FECHA ELIMINACIÓN	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	EVIDENCIAS
6	186502752020180104-ECP-02-1	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	Las probetas se destruyen totalmente
7	186502752020180104-ECP-02-2	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
8	186502752020180104-ECP-02-3	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
9	186502752020180104-ECP-02-4	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
10	186502752020180104-ECP-02-5	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
11	186502752020180104-ECP-03-1	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	Las probetas se destruyen totalmente
12	186502752020180104-ECP-03-2	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
13	186502752020180104-ECP-03-4	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
14	186502752020180104-ECP-03-5	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
15	186502752020180104-ECP-03-7	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
16	186502752020180104-ECP-04-1	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
17	186502752020180104-ECP-04-3	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
18	186502752020180104-ECP-04-4	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
19	186502752020180104-ECP-04-6	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
20	186502752020180104-ECP-04-7	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
21	186502752020180104-ECP-05-1	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	Las probetas se destruyen totalmente
22	186502752020180104-ECP-05-2	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
23	186502752020180104-ECP-05-3	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
24	186502752020180104-ECP-05-6	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
25	186502752020180104-ECP-05-7	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	

Código: RG-RM-603
Fecha de Elaboración: 06-07-2016
Fecha de última aprobación: 17-01-2017
Revisión: 3

HOJA DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

Página 2 de 3

Gráfico 9: Estado de muestras después de ensayo



Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA INGRESO	FECHA ELIMINACIÓN	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	EVIDENCIAS
26	186502752020180104-ECP-06-1	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	Las probetas se destruyen totalmente
27	186502752020180104-ECP-06-2	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
28	186502752020180104-ECP-06-3	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
29	186502752020180104-ECP-06-5	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	
30	186502752020180104-ECP-06-7	22/10/2018	23/10/2018	Cliente	Se destruye totalmente	

Todas las muestras de cada grupo se destruyen totalmente, el centro no se responsabiliza por el mantenimiento y almacenamiento, quedando a responsabilidad del cliente su resguardo.

Elaborado por: Ing. Fernando Galarza Mg. Analista Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC	Aprobado por: Ing. Esteban Lopez Espinel-MEng. Director Técnico Área de Ensayos e Inspecciones CFPMC
Cliente	

Código: RG-RM-603
Fecha de Elaboración: 06-07-2016
Fecha de última aprobación: 17-01-2017
Revisión: 3

HOJA DE ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

Página 3 de 3

Gráfico 10: Estado de muestras después de ensayo