



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**TEMA:**

**“RESISTENCIA FLEXURAL DE INCRUSTACIONES DE RESINA  
NANOHÍBRIDA Y CERÓMERO ASOCIADO A TERMO  
MODIFICACIÓN”**

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

**Autor:** Victor Hugo Ramos Aguiar

**Tutora:** Esp. María Gabriela Benítez Pérez

**Riobamba - Ecuador**

**2019**

## REVISIÓN DEL TRIBUNAL

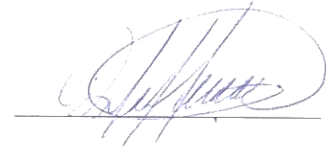
Los miembros del tribunal de sustentación del proyecto de investigación de título: “Resistencia Flexural de Incrustaciones de Resina Nanohíbrida y Cerómero asociado a termo modificación” presentado por Victor Hugo Ramos Aguiar y dirigido por la Esp. María Gabriela Benítez Pérez, una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación, escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Salud de la UNACH, para constancia de lo expuesto firman:

A 25 del mes de Junio del año 2019

Para constancia de lo expuesto firman:

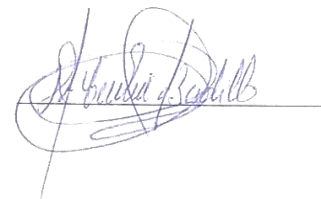
Dr. Fernando Mancero Carrillo

Presidente del Tribunal



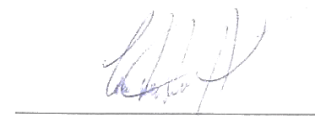
Dra. Cecilia Badillo Conde

Miembro del tribunal



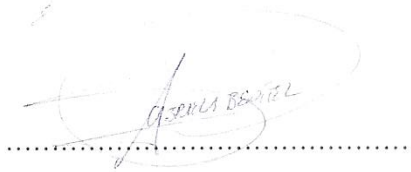
Dr. Carlos Albán Hurtado

Miembro del tribunal



## DECLARACIÓN EXPRESA DEL TUTOR

Yo, Esp. María Gabriela Benítez Pérez, tutor del proyecto de investigación de título: **“Resistencia flexural de incrustaciones de resina nanohíbrida y cerómero asociado a termo modificación”** realizado por el Sr. Victor Hugo Ramos Aguiar, ha sido planificado y ejecutado bajo mi dirección y supervisión, por tanto, al haber cumplido con los requisitos establecidos por la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Nacional de Chimborazo, autorizo su presentación, sustentación y defensa del resultado investigativo ante el tribunal designado para tal efecto.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "MARIA BENITEZ", is written over a circular stamp. Below the signature is a horizontal dotted line.

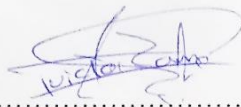
Esp. María Gabriela Benítez Pérez

**DOCENTE TUTOR**

## DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA

Yo, Victor Hugo Ramos Aguiar, portador de la cédula de ciudadanía número 060441762-6 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 esta. Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo para que realice la digitalización y difusión pública de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

En tal virtud, expreso que el conocimiento las conclusiones, los efectos legales y académicos que se desprenden del presente trabajo es de exclusiva responsabilidad del autor.



.....  
Victor Hugo Ramos Aguiar

060441762-6

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo por brindarme la oportunidad de culminar mis estudios, en tan honorable institución para llegar hacer un gran profesional para así cumplir con mi meta y a cada uno de mis docentes, por impartir su sabiduría, los cuales me dieron conocimientos amplios de cada una de las materias los cuales me servirá para mi vida profesional. A mi tutora de tesis Esp. María Gabriela Benítez Pérez quien ha sido participe de este proceso que no ha sido fácil, pero con su ayuda, paciencia, conocimientos, dedicación y tiempo se ha podido lograr el objetivo. Infinitas gracias al Director de Titulación el Msc. Dennys Tenelanda por su visión crítica de la educación, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador y recalcando su participación en la guía y desarrollo del perfil de tesis. Muchas gracias y que Dios los Bendiga.

## DEDICATORIA

Solo tienes una vida, agradezco a Dios por darme una vida extraordinaria única, y cada día la oportunidad de alcanzar mis metas, por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, hay una historia detrás de cada persona, hay una razón por la cual son como son. Le doy gracias a mis padres, a mis hermanas, a mi sobrino y especialmente a mi hermana Gabriela Alejandra Ramos Aguiar que se encuentra junto a Dios, es la razón para nunca rendirme, siempre me decía: “Si te caes levántate y sigue adelante”. Mi familia son mi fortaleza e inspiración cada día, les doy gracias por todos sus consejos, sus palabras de aliento, sus regaños y sus cuidados, por siempre apoyarme en mis decisiones y sueños, les agradezco de corazón por todo lo que han hecho por mí, siempre viendo mi bienestar para que nunca me falte nada y por el gran apoyo humano y moral necesarios en los momentos difíciles de este trabajo y esta profesión, sin su apoyo este trabajo nunca se habría escrito y, por eso, este trabajo es también el suyo. La vida es tan pasajera que al ser humilde significa que no estamos en la tierra para ver cuán importantes podemos llegar a ser, sino para ver cuánta diferencia podemos hacer en la vida de los demás. Quiero agradecer a mi novia que fue el ingrediente perfecto, un pilar en mis estudios, sin su presencia mi recorrido por este camino no hubiera sido igual, cada experiencia compartida es única gracias a su tolerancia, sus consejos, sus enseñanzas y estar en mis momentos más difíciles por la pérdida de mi hermana.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

REVISIÓN DEL TRIBUNAL.....	ii
DECLARACIÓN EXPRESA DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xii
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. Incrustaciones.....	8
5.2. Entre los tipos de incrustaciones tenemos los siguientes:.....	8
5.2.1. Inlay:.....	8
5.2.2. Onlay.....	8
5.2.3. Overlay:.....	8
5.3. Materiales utilizados en las incrustaciones estéticas.....	9
5.3.1. Incrustaciones de porcelana.....	9
5.3.2. Incrustaciones metálicas.....	9
5.3.3. Incrustaciones mixtas o metalo-cerámicas.....	10
5.3.4. Incrustaciones de resinas compuestas.....	10
5.3.4.1. Historia de la resina.....	10
5.3.4.2. Resinas compuestas.....	11
5.3.4.3. Composición de las resinas compuestas.....	11

5.3.4.4. Clasificación de resinas compuestas .....	11
5.3.4.4.1. Resinas nanohíbridas .....	12
5.3.4.4.2 Resina Micerium .....	13
5.3.5. Cerómeros .....	14
5.3.5.1. Composición .....	14
5.3.5.2. Características de los cerómeros .....	14
5.3.5.3. Ventajas .....	15
5.3.5.4. Cerómero Magna.....	15
5.4. Resistencia flexural .....	16
6. METODOLOGÍA.....	18
6.1. Tipo de investigación.....	18
6.2. Población de estudio.....	18
6.3. Criterios de Selección.....	19
6.5. Intervenciones. ....	19
6.6. Operacionalización de las variables .....	23
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	25
8. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS .....	35
9. DISCUSIÓN .....	40
10. CONCLUSIONES.....	43
11. RECOMENDACIONES.....	44
12. BIBLIOGRAFÍA.....	45
13. Anexos.....	49



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla Nro. 1.</b> Resistencia nanohíbrida y cerómero.....	23
<b>Tabla Nro. 2.</b> Resistencia flexural.....	24
<b>Tabla Nro. 3.</b> Estadísticos descriptivos.....	33
<b>Tabla Nro. 4.</b> Estadísticos materiales de control.....	34
<b>Tabla Nro. 5.</b> Estadísticos materiales precalentados.....	35
<b>Tabla Nro. 6.</b> Pruebas Normalidad.....	35
<b>Tabla Nro. 7.</b> Prueba de homogeneidad de varianzas.....	36
<b>Tabla Nro. 8.</b> ANOVA.....	36
<b>Tabla Nro. 9.</b> Comparaciones múltiples .....	37
<b>Tabla Nro. 10.</b> Pruebas Normalidad para la resistencia flexural.....	38
<b>Tabla Nro. 11.</b> Estadísticos de prueba.....	38

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico Nro. 1:	Fuerza máxima y tipo de material.....	25
Gráfico Nro. 2:	Deflexión y tipo de material.....	26
Gráfico Nro. 3:	Esfuerzo máximo de flexión.....	27
Gráfico Nro. 4:	Elasticidad por tipo de material.....	28
Gráfico Nro. 5:	Deformación máxima y tipo de material.....	29
Gráfico Nro. 6:	Relación entre variables.....	30
Gráfico Nro. 7:	Relación deflexión y elasticidad.....	31
Gráfico Nro. 8:	Fuerza máxima por tipo de material.....	32
Gráfico Nro. 9:	Resistencia flexural en materiales sin precalentamiento.....	33
Gráfico Nro. 10:	Resistencia flexural de materiales con precalentamiento.....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nro. 1: Molde para la elaboración de probeta 25mm de longitud, 2mm de ancho y 2mm de espesor.....	19
Figura Nro. 2: Resina nanohíbrida micerium, cerómero Magna y la máquina de termo modificación .....	20
Figura Nro. 3: Elaboración de las probetas de control, resina nanohíbrida Micerium y cerómero Magna.....	20
Figura Nro. 4: Elaboración de las probetas precalentadas a 55° en la máquina de calentador, resina nanohíbrida Micerium y cerómero Magna.....	21
Figura Nro. 5: Fotopolimerización de la resina resina nanohíbrida Micerium y cerómero Magna.....	21
Figura Nro. 6: Máquina universal de resistencia flexural polímeros metrotest 50KN modelo MTE50.....	21
Figura Nro. 7: Probeta colocada en la máquina de resistencia flexural.....	22
Figura Nro. 8: Resultado de las probetas al ser expuestas a cargas de flexión.....	22

## RESUMEN

El presente estudio tuvo por objeto determinar la resistencia flexural de incrustaciones de resinas nanohíbridas y cerómero asociado a termo modificación en un ambiente no simulado. Se utilizó la técnica de observación con probetas de resina y cerómeros, estos fueron expuestos a una fuerza en la máquina universal MTE50 a una velocidad de 3mm/min, con una precarga de 0 N, la distancia entre apoyos fue de 20 mm, para poder medir el grado de resistencia flexural que poseían, utilizando como instrumento una ficha de registro del CFPMC, el análisis de los datos se procesó a través del programa SPSS. El estudio se realizó en 60 muestras: G1 resina de control, G2 resina precalentada, G3 cerómero de control, G4 cerómero precalentado. Se obtuvo como resultados que la mediana del G2 tuvo el valor más alto, el G3 generó valores más variados en la muestra, G1 la mediana fue muy cercana al G4. En el caso de la deflexión el material que mostró la mejor capacidad es G2, G3; en G4 la variabilidad del valor de deflexión fue muy variable, mientras que en G1 la muestra tuvo valores con muy poca variabilidad en algunos de los datos y la presencia de datos atípicos que demostró una inestabilidad en este material. Se determinó que la termo modificación si elevó la resistencia flexural de los biomateriales de manera especial en la resina nanohíbridas y el cerómero ya que su valor de significancia ( $p=0,019$ ) fue menor a 0.5 por lo que se determinó que existieron diferencias significativas entre los valores de resistencia flexural entre los distintos materiales.

**Palabras clave:** resina nanohíbrida, resistencia flexural, cerómero.

### Abstract

This study aims to determine the flexural resistance of nanohybrid resin and ceromer stains associated with thermo modification in a non-simulated environment. The observation technique with resin specimens and ceromers was applied, these were exposed to a force in the universal machine MTE50 at a speed of 3mm / min, with a preload of 0 N, the distance between supports was 20 mm, to measure the degree of flexural resistance they possessed. A CFPMC record sheet was used as an instrument. The analysis of the data was processed through the SPSS program. The study was performed on 60 samples: G1 control resin, G2 preheated resin, G3 ceromer control, G4 ceromer preheated. The result was that the median of G2 had the highest value, G3 generated more different values in the sample, G1 the median was very close to G4. In the case of deflection, the material that demonstrated the best capacity is G2, G3; in G4 the variability of the deflection value was very variable. While in G1 the sample had values with minimal variability in some of the data and the presence of atypical data that demonstrated instability in this material. It was determined that the thermo modification did elevate the flexural strength of the biomaterials in a special way in the nanohybrid resin and the ceromer since its value of significance ( $p = 0.019$ ) was less than 0.5, so it was determined that there were significant differences between the Flexural strength values between different materials.

*Keywords: nanohybrid resin, flexural strength, ceromer.*



Reviewed by: Solís, Lorena  
Language Center Teacher



# 1. INTRODUCCIÓN

Las incrustaciones son consideradas restauraciones rígidas parciales, realizadas de manera indirecta por el técnico dental; <sup>(1)</sup>son una alternativa de mediano costo con grandes ventajas, como limitar la contracción al polimerizar grandes capas de material por fuera de la cavidad dental, la anatomía dental, la restauración es más precisa lo cual mejora la adaptación marginal, evitando así la irritación pulpar, caries secundaria, desadaptación y pigmentación marginal. <sup>(2)</sup>

La incrustación dental puede ser confeccionada con distintos materiales como porcelana, resina compuesta, metálicas, mixtas o metalo cerámicas, cerómero, composites o resinas híbridas, microhíbridas o combinaciones. Son de uso estético y presentan una biocompatibilidad y resisten al desgaste, siendo más conservadora. Además el margen de culminación está muy distante del área intracrevicular de tejido gingival, por esta razón se incrementa la biocompatibilidad con los tejidos de soporte y facilita un mayor acceso para el terminado y la limpieza. <sup>(3)</sup>

Los composites se clasifican de acuerdo al tamaño de las partículas en: Macrorrelleno el cual contiene de 10-20  $\mu\text{m}$  partículas de cuarzo o como máximo puede llegar a 40  $\mu\text{m}$ , posee propiedades estéticas pobres y es muy rígida. <sup>(2)</sup> Microrrelleno: utilizadas en zonas que soportan gran carga oclusal, presentan un bajo nivel dentro de sus propiedades mecánicas, compuestas por sílice de 0,02  $\mu\text{m}$ . <sup>(4)</sup> Nanohíbrida: son partículas muy pequeñas que contienen sílice de 0.04  $\mu\text{m}$  = 40 nanómetros, se le conoce como un nanohíbrido. <sup>(5)</sup> El cerómero es un material de polímero optimizado que contiene fibras reforzadas y partículas de cerámica. Son empleados para la elaboración de coronas, carillas, puentes e incrustaciones por poseer propiedades del composite y la cerámica, las cuales poseen una buena estética y pulido, son biocompatibles con las piezas dentarias y resistentes a las fracturas. <sup>(6)</sup>

Este trabajo investigativo titulado “Resistencia flexural de incrustaciones de resinas nanohíbridas y cerómero asociado a termo modificación”; se efectuó con la resina compuesta la cual contiene 5-20 nano partículas de sílice y zirconio que presenta una unión holgada compuesta de relleno de nano sílice no agregado de 20nm y partículas primarias, que se encuentran dentro de un rango de 0.6 a 1.4 micras, <sup>(7)</sup> donde se pretendió incrementar la

resistencia bajo la acción de la estimulación térmica y tener una mejor manipulación, viscosidad, consistencia, radiopacidad y color del material. <sup>(1)</sup>

La investigación de esta problemática se realizó con el interés de conocer los biomateriales con la capacidad para copiar algunas propiedades, mecánicas, físicas, químicas, y estéticas del esmalte además de la dentina. Las resinas que empleamos poseen nanotecnología, las cuales contienen cristales de sílice o nanopartículas de cerámica, que presentan mayor durabilidad, resistencia, fuerza y un mejor pulimento que brindará una excelente estética al composite, al igual que el cerómero.

El estudio se realizó en el Centro de Fomento Productivo Metalmecánico y Carrocero Gobierno Provincial de Tungurahua, con 60 muestras de probetas de resina nanohíbrida y cerómero de 25mm de longitud, 2mm de ancho y 2mm de espesor previamente elaboradas con composite nanohíbrido, marca Micerium y cerómero Magna fotopolimerizados, divididos en cuatro grupos, G1(control resina) se desarrolla las probetas de resina nanohíbrida sin precalentamiento, G2(resina termo modificada) se confecciona probetas de resina nanohíbrida que fueron sometidas a la máquina de calefacción (termo modificación) para su manipulación, G3(cerómero control) se hacen las probetas de cerómero sin precalentamiento, G4(cerómero termo modificado) se realizan probetas de cerómero y fueron sometidas a la máquina de calefacción (termo modificación) para su manipulación, utilizando un muestreo no probabilístico intencional de 60 probetas que fueron seleccionadas y clasificadas específicamente por los criterios del investigador, con el fin de determinar la resistencia flexural de incrustaciones de resina nanohíbrida y cerómero asociado a termo modificación.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La resistencia flexural, es aquella que brinda un material al ser flexado en su centro, descansando sus extremos en soportes que distribuirán su fuerza aplicada sobre dicho material, permite aumentar las propiedades mecánicas del biomaterial y por ende tenga una mayor resistencia a las cargas masticatorias.<sup>(8)</sup> Los composites son materiales sintéticos formados por: matriz orgánica, silano y partículas de rellenos inorgánicos, dichas moléculas forman estructuras muy livianas pero a la vez resistentes la cual es utilizada para poder restaurar las piezas dentales, de manera directa, devolviendo la estética y funcionalidad al paciente, sin embargo la resistencia flexural de este material puede ser superado confeccionando restauraciones indirectas (incrustaciones) que van a brindar una menor filtración marginal y una excelente morfología al órgano dental.<sup>(9)(10)(11)</sup>

En el 2014, en España, se realizó un estudio sobre resistencia adhesiva a la dentina de restauraciones indirectas de composite, se elaboraron incrustaciones de resina compuesta de 2, 3 y 4mm. Las incrustaciones con espesor de 2mm obtuvieron un alto nivel de transformación lo que dio como resultado una gran resistencia adhesivo. El cemento dual Rely x Ultimate alcanzó grandes índices de resistencia. Los especímenes cementados con composites IPS Empress Direct precalentada obtuvieron valores significativamente inferiores comparados con los de cemento de resina, siendo los del composite precalentado a 55°C es significativamente menor a la obtenida. El test de ANOVA demostró que el material utilizado para cementar incrustaciones de composite, intervienen significativamente en los valores de resistencia.<sup>(3)</sup>

Ramírez, et al, en el año 2010 realizaron un estudio que evaluó 5 resinas compuesta en restauraciones anteriores para poder ver sus propiedades flexurales. Se elaboraron 17 probetas con composite por cada grupo: G1 Ice® esmalte A2, G2 Ice® dentina OA2 (SDI), G3 Tetric N-Ceram® A2, G4 InTen-S® A3, G5 Tetric-Ceram® A2 (Ivoclar/Vivadent), G6 Filtek Z350® A2 (3M/ESPE); 10 muestras de cada grupo se confeccionaron con dimensiones de 25 mm de largo x 2 mm de alto x 2 mm de ancho para ser sometidas al test de flexión de tres puntos, en una máquina de pruebas universales (Shimadzu AGS-J) a una velocidad de 1 mm/min. Se confeccionaron 7 muestras por cada grupo, de 5mm de diámetro x 3mm de alto sin polimerizar entre 2 láminas de policarbonato con una carga de 20 Newtons x 60 segundos. En las condiciones en que se realizó esta investigación las propiedades flexurales de las resinas compuestas de nanorelleno G6, A2 fueron superiores a las híbridas



G5A2, G4 A3; las micro híbridas G2OA2, G1A2 y la nano híbrida G3A2. La capacidad de escurrimiento no parece estar influenciada por el porcentaje de relleno; sin embargo, el G2 parece tener una viscosidad reducida lo cual se relaciona con una difícil manipulación.<sup>(12)</sup>

En la Universidad Central del Ecuador, 2017, se realizó un análisis comparativo de la fuerza de adhesión de la resina pre-calentada a diferentes grados de temperatura 50 °, 60° y 70 °C, conformada por 60 piezas dentales, divididos en cuatro grupos de 15 en cada uno, los valores obtenidos en las mediciones de los cuatro grupos sometidos a: temperatura ambiente (grupo A) y a diferentes temperaturas (grupos B, C y D) determinando el grado de adhesión, donde se demuestra que a una temperatura de 50°C en el precalentamiento de la resina nos otorga mayor resistencia adhesiva y la viscosidad de la resina disminuye con el precalentamiento a 50°, 60°, 70°C, en comparación a la temperatura ambiente, mientras que a temperatura de 60° y 70 °C se produjo una menor resistencia adhesiva a la tracción en comparación con el grupo que fue cementado a 50°C. Los resultados arrojan que el grupo B es el que presenta mayor resistencia adhesiva ya que posee el valor más alto de la media aritmética con 12.25 Mpa, en comparación con los otros grupos que poseen valores no mayores a 10.65 Mpa.<sup>(4)</sup>

Existen estudios previos realizados acerca de los diferentes tipos de resinas y la fuerza de adhesión que cada una de ellas poseen, sin embargo con el avance de la tecnología existen nuevos materiales en el mercado los cuales desconocemos su composición y propiedades físicas, es por esta razón que se realizó un estudio de resina nanohíbrida y cerómero, evaluando el módulo de ruptura que pueden alcanzar las mismas, comprobando o desacreditando su efectividad en la dureza del biomaterial mencionado, utilizándolo como incrustaciones ya elaboradas para determinar la resistencia flexural que posee con y sin estimulación térmica.<sup>(13)</sup>

### 3. JUSTIFICACIÓN

La incrustación es un tipo de restauración que necesita mayor resistencia flexural o llamada también módulo de rotura o resistencia flexional, que es aquella resistencia que brinda un material al ser flexado en su centro descansando sus extremos en soportes que distribuirán su fuerza aplicada sobre dicho material, <sup>(12)</sup> siendo de vital importancia su estudio en el campo Odontológico para determinar la compatibilidad de los materiales odontológicos en la confección de incrustaciones teniendo así materiales como: la porcelana, resina compuesta, metálicas, metalo cerámicas y cerómero. <sup>(14)</sup>

La resina nanohíbrida está dentro de la nanotecnología la cual se encarga de diseñar materiales con características absolutamente nuevas como los composites, los cuales presentan una gran capacidad de pulido, compuestos dentro del material microhíbrido de nanoclúster, principalmente sílice pirogénica; estas partículas, regulan la consistencia, dan radiopacidad y el color, permitiendo la viscosidad del material. <sup>(5)</sup>

Los cerómeros son biomateriales híbridos utilizados en la odontología que pertenecen a la familia de las resinas, están indicados para la realización de restauraciones, coronas, incrustaciones onlay, overlay e inlay, puentes de no más de 3 piezas dentales y carillas indirectas, cuyo objetivo es brindar una alternativa de tratamiento que mejore y proporcione excelentes resultados estéticos con mayor resistencia a fracturas y menor abrasividad. <sup>(14)</sup>

Es importante conocer nuevas alternativas que ayuden a proporcionar mejor estabilidad y durabilidad en las restauraciones realizadas a través de las incrustaciones hechas a base de resina nanohíbridas las cuales poseen partículas de relleno inorgánico que ayudan a obtener mejores resultados en las características de este producto. La investigación pretende determinar la resistencia flexural de incrustaciones de resinas nanohíbridas y cerómero asociados a termo modificación, utilizando 60 probetas de 25mm de longitud, 2mm de ancho y 2mm de espesor previamente realizadas con composite nanohíbrida, marca Micerium y cerómero Magna dividida en cuatro grupos, el primer grupo G1 resina control se realiza sin precalentamiento, el segundo grupo G2 resina termo modificada será sometido a la máquina de calefacción(termo modificador) para su manipulación y confección de la probeta, el tercer grupo G3 cerómero control se realiza sin precalentamiento, el cuarto grupo G4 cerómero termo modificado la probeta fue sometido a la máquina de calefacción(termo modificación) para su manipulación y confección de la probeta.

El estudio se fundamenta en conocer cuál es el grado de efectividad que tendrá someter las probetas a un precalentamiento con el fin de obtener una mayor resistencia flexural y con ello garantizar mayor durabilidad de las incrustaciones, la población que se beneficiará con este proyecto serán los estudiantes de Odontología y profesionales que conocerán nuevas alternativas para realizar restauraciones orales con mayor resistencia flexural, la información proporcionada en esta investigación servirá para aplicación de nuevas técnicas a futuro.

El tipo de investigación se realiza en un tiempo estimado de seis meses, el proyecto es factible en el área académica ya que se cuenta con la ayuda de la tutora asignada Esp. María Gabriela Benítez Pérez por la Universidad Nacional de Chimborazo para asesoramiento del desarrollo del proyecto.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General**

Evaluar la resistencia flexural de incrustaciones de resina nanohíbrida y cerómero asociado a termo modificación.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Establecer el grado de resistencia flexural de incrustaciones de resina nanohíbridas y cerómero con precalentamiento a través de una máquina de termo modificación.
- Determinar si la termo modificación eleva la resistencia flexural de los biomateriales, resina nanohíbrida y cerómero.
- Identificar que biomaterial presenta mayor resistencia flexural.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. Incrustaciones

Las incrustaciones son consideradas restauraciones rígidas parciales, realizadas en las piezas dentales de manera indirecta en un laboratorio dental, después de realizar la correcta preparación se efectúa la impresión definitiva. Entre su característica principal debe cumplir con una adecuada forma y color respecto a sus dientes vecinos, y facilitar a la limpieza dental. <sup>(13)</sup>

Se encuentran especialmente indicadas al presentarse una fractura leve en el diente sin comprometimiento de la cámara pulpar, también incluye cavidades muy extensas en donde exista filtración de una restauración. Para cumplir con este procedimiento se debe informar al paciente que debe mantener una correcta higiene bucal, y acudir a la consulta odontológica cada 6 meses para su revisión mediante las radiografías interproximales. Las características para tallar incrustaciones son: las paredes deben tener un grado de expulsividad de 10° - 12°, con un fondo de 1,5 - 2mm con referencia del surco o fosa y ancho 2 - 3mm, los ángulos deben ser redondeados para evitar concentración de tensiones, excepto cavo superficial y están contraindicados los biseles delgados sobretodo en oclusal. <sup>(15)(9)</sup>

### 5.2. Entre los tipos de incrustaciones tenemos los siguientes:

**5.2.1. Inlay:** son consideradas restauraciones indirectas que tiene como indicación aplicar en dientes que poseen baja incidencia de caries, que no presenten cierta movilidad dentaria, abarca solamente la pérdida parcial de una de las paredes del diente, es decir, no se cubre las cúspides y se efectúa únicamente en piezas posteriores en la cara oclusal de cúspide a cúspide del diente. <sup>(16)</sup>

**5.2.2. Onlay:** esta incrustación se realiza en una o más cúspides que no presenten una gran destrucción de una pieza dental, es decir abarca las partes mesio-ocluso-distal. Se produce una gran tensión en la base y en las partes laterales de la incrustación a través de la fuerza oclusal ocasionada, lo que va a provocar fractura en el diente. Para ello es necesario realizar una modificación en la cavidad para distribuir correctamente la carga, para evitar efectos nocivos de la tensión en una restauración intracoronaria. <sup>(17)</sup>

**5.2.3. Overlay:** se la realiza principalmente cuando se presenta una lesión cariosa muy extensa que abarca completamente la corona del diente, es decir se encuentran

comprometidas las partes vestibulo lingual, especialmente se la aplicada en casos en donde la caries avanzó y ocasionó la afección de la cámara pulpar del diente y que previamente fue sometido a un tratamiento de endodoncia.<sup>(18)</sup>

### **5.3. Materiales utilizados en las incrustaciones estéticas**

- Incrustaciones de porcelana
- Incrustaciones metálicas
- Incrustaciones mixtas o metalo cerámicas
- Incrustaciones de resina compuesta
- Incrustaciones de cerómero<sup>(10)</sup>

#### **5.3.1. Incrustaciones de porcelana**

Son considerados materiales cerámicos que presentan diferentes propiedades y se encuentran unidos por enlaces covalentes e iónicos que a su vez se conforman de átomos no metálicos y metálicos. Son altamente resistentes a la compresión y no mucho a la tracción, poseen una gran rigidez lo que le ayuda a no fracturarse fácilmente y solo esto ocurre al producirse una mayor fuerza o carga directamente sobre la porcelana. <sup>(2)(19)</sup>

Presenta características de aislamiento eléctrico y térmico, es decir no se presentan los electrones y por ello su valor dimensional es muy bajo. Entre los agentes químicos que van a disolver su superficie tenemos al fluoruro de hidrógeno, siendo biocompatible con algunos cementos de resina y que será utilizado al momento del grabado ácido del mismo lo que ayudará a obtener una mejor adhesión. Dentro de las porcelanas más utilizadas comúnmente son la porcelana feldespática por contener una alta cantidad de alúmina, leucita, porcelanas vitreocerámicas y zirconio<sup>(14)(19)</sup>

#### **5.3.2. Incrustaciones metálicas**

La finalidad de las incrustaciones metálicas es reemplazar parte de la corona dental perdida y restituir las funciones que realizan las piezas dentarias. Son llamadas indirectas porque son realizadas en un laboratorio dental y posteriormente son cementadas en la cavidad que previamente ha sido preparada, su principal compuesto y con el cual son elaboradas es el oro, pero por el costo, se usan alternativas como la plata, paladio y estaño puesto que son económicamente más factibles. <sup>(20)</sup> Los metales permiten que las restauraciones tengan buen ajuste gracias a que son maleables, el material oro se caracteriza porque se estira lo cual

permite una mayor adaptabilidad a las superficies, obteniendo una óptima estabilidad y resistencia mecánica. <sup>(21)</sup>

### **5.3.3. Incrustaciones mixtas o metalo cerámicas**

Se conoce también como prótesis conservadoras fijas que a su vez contienen una estética muy admisible y consta de la restauración posterior de una o dos piezas dentarias, los pñnticos habrán de ser elaborados de metal cerámica, además se utilizará incrustaciones inlay, onlay u overlay como retenedores, hechos en cerámica que serán soportadas por el cemento, lo que dará lugar a la fabricación de una prótesis de metal cerámica que proporciona al diente un aspecto natural, una mayor resistencia para premolares y molares donde se ejerce una fuerza oclusal mucho mayor que los demás dientes y generalmente son indicadas cuando los pilares de las piezas dentarias se mantienen intactas especialmente sus caras vestibulares. <sup>(20)</sup>

### **5.3.4. Incrustaciones de resinas compuestas**

La técnica utilizada para las incrustaciones de resina es mucho más sencilla en comparación con la porcelana, puesto que estas a su vez requieren mayor espacio en la superficie del diente que las de resina directa y si por algún motivo se llegan a fracturar se pueden restaurar con un composite nuevo. <sup>(1)</sup>

#### **5.3.4.1. Historia de la resina**

Al inicio los materiales recomendables que presentaban tinciones homogéneas es decir la coloración dental eran los silicatos siendo así uno de los materiales más utilizados para restauraciones estéticas, pero tenían una gran desventaja a corto tiempo un desgaste evidente. Luego aparecen las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato sustituyendo a los silicatos a finales de los años XL, lastimosamente presentaban contracción de polimerización muy elevada y baja resistencia al desgaste por lo que ocurría una gran filtración marginal. Las PMMA eran de bajo costo, su color era ideal y la manipulación era fácil y teniendo la ventaja de que en fluidos orales eran insolubles, años más tarde aparecieron las resinas compuestas que tuvieron sus inicios durante mitad del siglo XX. <sup>(22)(23)</sup>

Las resinas compuestas han desarrollado prototipos ya que han sido muy estudiadas, con lo cual se ha mejorado las deficiencias que tuvo como la contracción de polimerización que ya fue mejorada. El tiempo de estos innovadores composites comenzó a partir de 1962 por el Doctor Ray. L. Bowen, entre sus componentes principales se encontraba una matriz de resina

de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o silano entre las partículas de relleno y la matriz de resina. <sup>(24)(2)</sup>

#### 5.3.4.2. Resinas compuestas

Son aquellos materiales que están compuestos por dos o más fases, los cuales poseen diferentes composiciones, están constituidos por un material de refuerzo y una matriz, la cual va a mejorar la estructura del composite y rellenar los espacios vacíos que se presenta entre las partículas de carga. <sup>(14)</sup>

#### 5.3.4.3. Composición de las resinas compuestas

- **La matriz:** es la base de las resinas compuestas, que es un monómero de dimetacrilato alifático bis- GMA, posee foto y co iniciadores, monómeros orgánicos, estabilizadores de color, y en minoridad componentes adicionales e inhibidores de la polimerización. <sup>(25)</sup>
- **Relleno:** forman una fase dispersa a partir de partículas de refuerzo, en donde van a proveer una persistencia dimensional a la matriz resinosa, lo que mejora sus propiedades en cuanto a resistencia, abrasión, tracción y compresión, con finalidad presentar más estabilidad
- **Agente de conexión:** permite la unión de la matriz con el relleno y se le conoce comúnmente como silano.
- **Sistema de activación:** la polimerización este proceso da inicio al someterlo al calor y luz se utiliza una temperatura de 100°C o más para los materiales termocurados cuyo objetivo es mejorar las propiedades de la resistencia a la atenuación y al desgaste.
- **Iniciadores:** auto curadas presenta un activador químico dihidroxietyl-p-toluidina y peróxido de benzoílo, foto curados activador en la resina diquetonas, canforoquinonas(CQ), lucerinas la resina debe ser sometida luz con una longitud de 500 a 420 nanómetros
- **Pigmentos:** son los encargados de dar la coloración a la pieza dentaria
- **Inhibidores de la polimerización:** se utiliza en concentraciones bajas al éter mono metílico de hidroquinona, estos retrasan su polimerización, pudiendo causar decoloración de las restauraciones, dando un mayor tiempo para su manipulación. <sup>(7)(25)</sup>

#### 5.3.4.4. Clasificación de resinas compuestas

Las resinas compuestas de acuerdo con el tamaño de partículas se clasifican en:



- **Composites de macrorrelleno:** son partículas de cuarzo de 10 y 20  $\mu\text{m}$  pero pueden llegar a medir como máximo 40  $\mu\text{m}$ , tiene grandes desventajas descubiertas a lo largo de los años por ejemplo: posee baja resistencia al desgaste y sus propiedades estéticas son muy escasas y pobres.<sup>(26)</sup>
- **Composites de microrrelleno:** poseen un tamaño medio de 0,02  $\mu\text{m}$ , variando entre 0,01 y 0,05  $\mu\text{m}$  principalmente en su composición tiene sílice coloidal, la gran desventaja de este material es que tenía muy bajas propiedades mecánicas para que pueda ser utilizado en las piezas posteriores que requieren mayor carga oclusal, el propósito que tenían era surgir en el mercado para resolver los problemas de estética que presentaban.<sup>(25)</sup>
- **Composites híbridos:** entre sus principales características tenemos que disponen de algunas variedades de colores, presentan una disminución de agua absorbida sobre la superficie del material, contracción de polimerización, expansión térmica, translucidez, gran desgaste, fluorescencia y opacidad. Poseen una fase inorgánica de vidrios de tamaño entre 0,6 y 1  $\mu\text{m}$ , incorporando sílice coloidal con tamaño de 0,04  $\mu\text{m}$ .<sup>(25)(27)</sup>
- **Composites microhíbridos:** son considerados composites universales por que permiten lograr un correcto pulido con buenas propiedades mecánicas, las partículas se encuentran dentro del rango de 0,1 y 0,6  $\mu\text{m}$  y tienen un tamaño medio menor de 1  $\mu\text{m}$ .<sup>(28)</sup>
- **Composites de nanorrelleno:** poseen propiedades estéticas y mecánicas muy buenas, estos composites son los más actuales y recientes en el mercado que corresponden al grupo de las resinas nanohíbridas. No se encuentran materiales de nanorrelleno puro, ya que son añadidos partículas prepolimerizadas para aumentar el relleno. Se añade un agente acoplador que mejora la adhesión y es el  $\gamma$ -metacriloxipropil-trietoxilano ( $\gamma$ -MPTS) y el silano va a permitir reducir las fallas y mantener la cohesión interna.<sup>(6)(11)</sup>

#### 5.3.4.4.1. Resinas nanohíbridas

La nanotecnología diseña materiales con características absolutamente nuevas, como al crear una resina que brindara la retención de pulido de un microrrelleno con la fuerza de una resina híbrida. El termino nanohíbridas, es utilizado porque en un material microhíbrido posee nanopartículas, al contener sílice pirogénica de  $0.04\mu\text{m} = 40$  nanómetros es cuando se le conoce como un nanohíbrido.<sup>(26)</sup>

Estas resinas poseen partículas nanométricas entre 20 a 60nm y un microrelleno de 0.7 micrones, no poseen un nanocluster que esté formado por nanopartículas a manera de un

racimo, estas partículas van a actuar como soporte para las nanométricas, regulan la consistencia, dan radiopacidad y el color, permitiendo la viscosidad del material. <sup>(29)</sup>

Estos materiales son semejantes a los de nanorelleno, cuando se produce una acción abrasiva genera una pérdida de la partícula la cual se encarga de ser soporte y es ocasionado un efecto conocido como el desplume que altera la conservación del brillo y la lisura superficial. Las nanopartículas son partículas no aglomeradas y no agregadas de 20nm, los rellenos de nanoclusters son aglomerados que permiten alta resistencia y carga de relleno que van a operar como una sola unidad. <sup>(30)</sup>

Dentro de su composición está estructurada de UDMA, BIS-EMA, BIS-GMA y pequeñas cantidades de TEGDMA. Contiene un nanocluster de zirconio, sílice de 5-20nm que presenta una unión holgada compuesto por aglomerados de partículas primarias y una combinación de relleno de nanosílice no aglomerado no agregado de 20nm, dentro del tamaño de partícula del agregado se encuentra en un rango de 0.6 a 1.4 micras y 78.5% por peso de su carga de relleno. <sup>(1)(23)</sup>

#### **5.3.4.4.2 Resina Micerium**

Presenta un sistema esmalte-composite donde lo principal, es obtener una perfecta integración estética y respetar el sistema neuromuscular para lo cual se pretende devolver su función de manera mínimamente invasiva. Se recomienda utilizar con una técnica indirecta y directa en dientes posteriores al momento de realizar rehabilitaciones protésicas. Son disponibles tres esmaltes “Function”; EF3 valor alto, EF2 valor medio, EF1 valor bajo. Su espesor varía dentro del más considerado tenemos entre 0,6mm p. <sup>(31)</sup>

Dentro de su composición del relleno contiene un nuevo tipo vitroso con un gran índice de refracción que corresponde al 68% en peso anteriormente contenía un 63% volumen y 80% peso y Nano óxidos de Zirconio tratados en superficie de mayor índice de refracción correspondiente al 12% en peso. Presenta una dureza Vickers comprendida entre 760 Mpa, una resistencia a la flexión de 150 Mpa, una resistencia a la compresión de 460 Mpa y un módulo de elasticidad de 11.500 Mpa. <sup>(31)</sup>

Calentador jeringas(ENA HEAT) se la aplica para calentar algunos materiales como anestésicos, hipoclorito y resina, una vez utilizada con la resina a una temperatura de 39°C; esté la va a calentar comprimiendo el estrés de la jeringa en ciertas fases de estratificación y

extrusión, transformándola en una masa más fluida, como resultado del material se va a obtener mejores características bio mecánicas, no permitirá la formación de burbujas y se disminuirá el riesgo de separación entre la matriz y el relleno. Se sugiere que para convertir el material idóneo para la cementación y más fluido aún se debe mantener a una temperatura a 55°C. <sup>(31)</sup>

### **5.3.5. Cerómeros**

Los cerómeros son biomateriales utilizados en la odontología que fueron creados en 1995, y salieron al mercado con el nombre de Ceramic Optimed Polymer (Polímeros de Cerámica Optimizada), pertenecen a la familia de las resinas donde se utiliza una técnica indirecta después de la toma de impresión funcional, además están indicados para realizar las restauraciones de piezas dentarias, coronas libres de metal, incrustaciones onlay, overlay e inlay, puentes no más de 3 piezas y carillas indirectas. <sup>(32)</sup>

#### **5.3.5.1. Composición**

El cerómero es un nuevo material híbrido que es empleado dentro de la odontología con el objetivo de brindar una alternativa de tratamiento que mejore y proporcione excelentes resultados estéticos con mayor resistencia a fracturas y menor abrasividad, al compararlas con las porcelanas presenta una gran diferencia, posee una alta incompatibilidad con la pieza dental, estas propiedades a su vez han sido capaz de colocar a los cerómeros en un lugar muy importante. <sup>(14)</sup>

Es un material cerámico de resina mejorado que contiene relleno inorgánico (75-85%) que corresponde a las tres cuartas partes, macropartículas de cerámica y un relleno intersticial de la matriz orgánica de polímeros y una cuarta parte de combinación de vidrio inorgánico (sílice y bario) de fácil manejo. Libera flúor por contener un 90% de fluoruro de estroncio 5-10% que corresponde al material de relleno, entre sus ventajas se menciona la gran resistencia que presenta a la abrasión, estabilidad dimensional y cromática, en cambio el composite resinoso le brinda una capacidad de elasticidad, pulido, fácil manejo y una gran eficacia de unión con los cerómeros compuestos. <sup>(6)</sup>

#### **5.3.5.2. Características de los cerómeros**

Esta masa de resina más cerámica conserva una dureza equivalente a la pieza dentaria y le otorga un aspecto transcendental, tiene capacidad elástica y absorbente, es por esto que es casi inquebrantable, es decir puede resistir a una fractura y su desgaste muestra similaridad

a la dentición natural. Esta estructura homogénea y tridimensional se caracteriza por su alta estética que a diferencia de las porcelanas por su excelente biocompatibilidad con respecto a la con la estructura dentaria, gracias a su utilización libre metal y por presentar mayor resistencia a las fracturas y por su menor abrasividad a estructuras antagonistas. <sup>(21)</sup>

Otras de las características de los cerómeros es que posee una buena adaptación marginal gracias a su control de contracción al polimerizar. Posee grandes características físicas y mecánicas como el color es decir mimetización, translucidez, opacidad, biocompatibilidad y resiliencia, haciéndolo en predilecto para la rehabilitación de coronas, además previene el desgaste de los dientes adyacentes, absorbe las fuerzas masticatorias, posee una resistencia semejante a la dentina, tiene estabilidad en el color, su reparación se la realiza intraoralmente, en el caso que se sufra una fractura o si se genera caries en los alrededores, solamente se repara la parte afectada y se acopla a una resina compuesta directa, en la parte cervical ayuda a tener un mejor ajuste, contribuye a disminuir machas y las pigmentaciones que se podrían presentar. <sup>(33)</sup>

#### **5.3.5.3. Ventajas**

Dentro de las ventajas técnicas se encuentra el incremento de adhesión de las moléculas, producto del relleno orgánico que fue mejorado y corresponde al 75-85% por peso, lo que va a permitir una excelente resistencia a la fricción flexural, <sup>(6)</sup> mediante la polimerización se produce una contracción mínima, mientras que el cemento empleado va a proporcionar una cementación correcta. <sup>(14)</sup>

Esta característica es importante para el material restaurador. <sup>(16)</sup> resulta de fácil manipulación por su alta resistencia flexural, además es factible de corregir errores de ajuste, de contacto y color, posee una mayor estabilidad en el color, es fácil de esculpir y pulir, muestra un mejor ajuste oclusal al utilizar modelo de piezas antagonistas En cuanto a las ventajas clínicas va a permitir un correcto sellado marginal, un mejor pulido entre los contactos proximales y por ende el material con el pasar de los años se va a desgastar. <sup>(14)</sup>

#### **5.3.5.4. Cerómero Magna**

La resina Magna es considerada una luz - laboratorio compuesto desarrollado, curado, y apoyado en la más alta tecnología de duplicar la estética dental. La unión química entre las partículas de carga y la matriz da como resultado una resina que será altamente

reforzada. Posee un gran éxito además de poseer una facilidad de manejo proporcionando, un mejor rendimiento y trabajo al ser utilizada en las prótesis .<sup>(34)</sup>

Dentro de su composición contiene: UDMA, Bis-GMA, TEGDMA, cargas iónicas, fotoindicadores y pigmentos. Además está compuesta por excelentes propiedades de materias primas, teniendo refuerzos a base de partículas funcionalidades y una matriz polimérica metacrílica, compuesto por una baja contracción de sílice nano y óxido de zirconio.<sup>(34)</sup>

Entre sus características principales tenemos: contiene el 55% del volumen en carga con tamaño de partícula medio de 0,7 micrómetros y el 75% del peso. Se presenta en 23 colores, todas con radiopacidad y fluorescencia, atributos que contribuyen aún más a la mimetización de los dientes. Restauraciones micro-híbridas, radiopacos, la luz de curado, no - UV reflectante y su resistencia mecánica es excelente.<sup>(6)</sup>

Se recomienda utilizarlo para coronas, carillas, puentes posteriores y anteriores o realizar reparaciones de prótesis con la finalidad de imitar la estructura dentaria natural, no usar en pacientes que presentan alergia a los metacrilatos, mantener fuera del alcance de los niños. El producto no debe ser manipulado en exposición a la luz solar o bajo un calor excesivo porque puede producir la polimerización prematura de la resina y lo esencial utilizar el producto rápidamente después de su salida de la jeringa, para luego guardarlo en un envase cerrado con la tapa. <sup>(34)(33)</sup>

#### **5.4. Resistencia flexural**

La resistencia flexural o llamada también como módulo de rotura o resistencia flexional, es aquella resistencia que brinda un material al ser flexado en su centro descansando sus extremos en soportes que distribuirán su fuerza aplicada sobre dicho material. Cuando se utiliza la fuerza produce arqueamiento y resulta la deformación que se presenta en un alargamiento o disminución de las dimensiones verticales u horizontales denominadas como deformación por compresión que actúan sobre las superficies superiores y por tracción que actúan sobre superficies inferiores. <sup>(8)</sup>

Al no obtener el material un equilibrio ante la tensión se va a producir la fractura. Las restauraciones se hallan sometidas a tensiones de corte, compresivas, traccionales y flexurales. El análisis de la ruptura determinara la resistencia flexural, donde se combinan

todas las tensiones complejas y fundamentales, cuando se selecciona el material se debe considerar aspectos como: la flexibilidad y la resistencia para no permitir la deformación ni ruptura ante la fuerza aplicada. <sup>(5)</sup>

Las restauraciones dentales y obviamente, las piezas dentarias se hallan sometidas a tensiones tangenciales (de corte), traccionales, compresivas y también se producen tensiones flexurales, la ruptura, cuyo análisis establece la resistencia flexural, establece el estudio de tensiones complejas, siendo, la mezcla de todos los tipos de tensiones fundamentales. Por ello, el material que se prefiera deberá tener la flexibilidad y la resistencia flexural acordes para modificarse sin desarticularse ni romperse a causa de la deflexión. <sup>(12)</sup>

Las tensiones que se crean en un material al operar las fuerzas de oclusión deben ser tomadas en cuenta clínicamente. En oclusión las fuerzas se despliegan con un promedio de alrededor de 70-90 Newton (N). Existen dos dificultades de mecánica de materiales cuya aplicación directa en la operatoria dental siendo el primero un cuerpo con forma rectangular o prisma, este puede ser sometido a dos tipos de cargas: axiales y transversales. <sup>(10)</sup>

- **Cargas axiales:** la fuerza pasa por el centro de la superficie sobre la cual es aplicada y es paralela al eje principal.
- **Cargas transversales:** es la fuerza que se aplica al eje del cuerpo de manera perpendicular, donde se originan problemas mecánicos al aplicarse una carga en un cuerpo de forma perpendicular al eje principal. <sup>(10)</sup>

En cuanto a las vigas son de dos tipos: la viga simple, que se apoya solamente en soportes, y la viga empotrada, en el cual los extremos están fijamente en sus soportes. <sup>(16)</sup>

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1. Tipo de investigación**

La investigación fue de tipo descriptiva donde se realizó probetas, en el cual se determinó la resistencia flexural de la resina compuesta y cerómero. El proyecto fue de corte transversal porque se realizó en el periodo académico comprendido entre Abril 2019 a Agosto 2019. Se utilizó el método descriptivo, para la exposición narrativa del tema a tratar, tomando en cuenta que la información sea relevante para la investigación, con una interpretación de forma numérica y gráfica, los conocimientos adquiridos fueron expuestos de forma detallada y exhaustiva de la realidad de nuestra investigación, que se rigió en la observación directa de la resistencia flexural de cada uno de los grupos de resina nanohíbrida y cerómero preestablecidos. El método comparativo fue utilizado para analizar cada uno de los resultados obtenidos de los cuatro grupos de estudio con probetas de resina compuesta y cerómero, los cuales ya se encontraban preestablecidos, comparando las similitudes que se presenten, las características de cada agrupación establecida y las variables que se presentaron al momento de realizar este estudio experimental.

### **6.2. Población de estudio**

El estudio se realizó en el Gobierno Provincial de Tungurahua, en el Centro de Fomento Productivo Metalmecánico y Carrocero, donde se elaboró 60 probetas de 25mm de longitud, 2mm de ancho y 2mm de espesor de acuerdo a la norma ISO 4049, previamente realizadas con resina nanohíbrida Micerium y cerómero Magna, dividida en cuatro grupos, el primer grupo G1 (control resina) se realizó sin precalentamiento, el segundo grupo G2 ( resina termo modificada ) la resina nanohíbrida fue sometida a la máquina de calefacción(termo modificación) para su manipulación, el tercer grupo G3(cerómero control) se llevó a cabo sin precalentamiento, el cuarto grupo G4 (cerómero termo modificado) las muestras de cerómeros fueron sometidas a la máquina de calefacción (termo modificación), para su manipulación. La muestra se estableció mediante un muestreo no probabilístico intencional, por lo que las 60 probetas fueron seleccionadas específicamente por los criterios del investigador.

### 6.3. Criterios de Selección

- ❖ Probetas con resina nanohíbrida Micerium.
- ❖ Probetas con cerómero Magna.
- ❖ Probetas que no tengan ningún tipo de modificación previa a los cambios que se realizaron para el estudio.

### 6.4. Técnicas e instrumentos

Para el presente proyecto se tomó en cuenta la técnica de observación para recolectar la información al momento de que las probetas de resina y cerómeros, fueron expuestos a una fuerza, en la máquina de ensayos universal polímeros metrotest 50KN modelo MTE50 a una velocidad de ensayo de 1,3mm/min, con una precarga de 0 N la distancias entre apoyos 20 mm, para poder medir el grado de resistencia flexural que poseen, utilizando el instrumento una ficha de registro del Centro de Fomento Productivo Metalmecánico y Carrocero, la cual tiene una validación de constructo con el fin de obtener datos significativos para nuestra investigación y el análisis estadístico de los datos obtenidos fueron procesados y tabulados a través del programa SPSS.

### 6.5. Intervenciones.

**Figura Nro. 1:** Molde para la elaboración de probeta 25mm de longitud, 2mm de ancho y 2mm de espesor



Fuente: Victor Ramos



Después de obtener el molde de acetato se procedió a la elaboración de las probetas de cerómero, resina nanohíbrida, basándonos de acuerdo a la norma ISO 4049, se realizó las probetas de 25mm de longitud, 2mm de ancho y 2mm de espesor.

**Figura Nro. 2:** Resina nanohíbrida micerium, cerómero Magna y la máquina de termo modificación



Fuente: Victor Ramos

**Figura Nro. 3:** Elaboración de las probetas de control, resina nanohíbrida Micerium y cerómero Magna



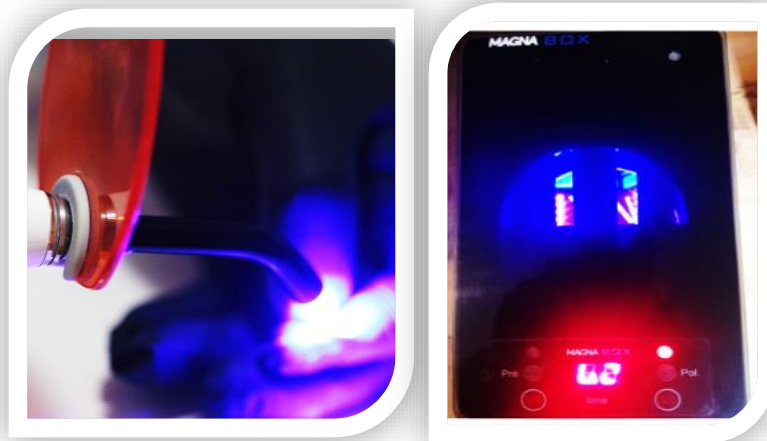
Fuente: Victor Ramos

**Figura Nro. 4:** Elaboración de las probetas precalentadas a 55° en la maquina ena heat calentador, resina nanohíbrida Micerium y cerómero Magna.



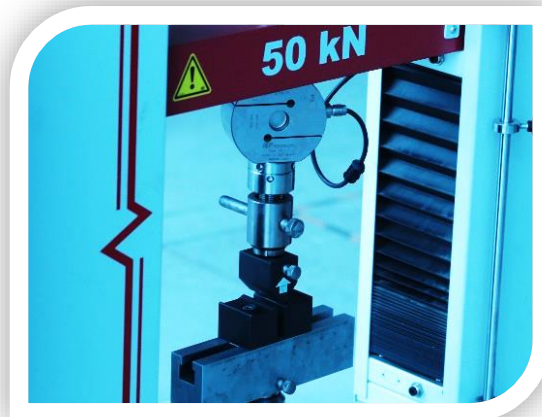
Fuente: Victor Ramos

**Figura Nro. 5:** Fotopolimerización de la resina resina nanohíbrida Micerium y cerómero Magna.



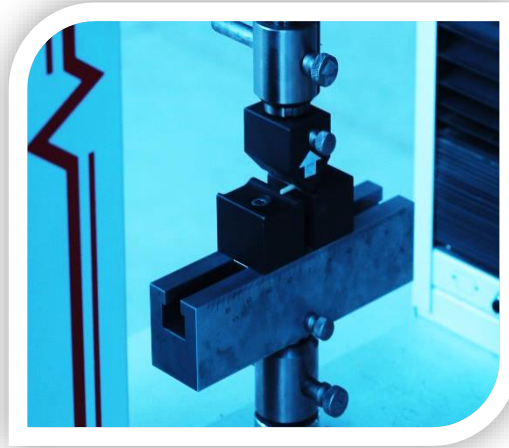
Fuente: Victor Ramos

**Figura Nro. 6:** Máquina universal de resistencia flexural polímeros metrotest 50KN modelo MTE50



Fuente: Victor Ramos

**Figura Nro. 7:** Probeta colocada en la máquina de resistencia flexural.



Fuente: Victor Ramos

Las probetas de resina y cerómeros, fueron expuestos a una fuerza de flexión, en la máquina de ensayos universal polímeros metrotest 50KN modelo MTE50 a una velocidad de ensayo de 1,3mm/min, con una precarga de 0 N la distancias entre apoyos 20 mm, para poder medir el grado de resistencia flexural que poseen.

**Figura Nro. 8:** Resultado de las probetas al ser expuestas a cargas de flexión



Fuente: Victor Ramos

## 6.6. Operacionalización de las variables

### 6.6.1. Variable independiente

**Tabla Nro. 1:** resinas nanohíbridas y cerómero

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
<p><b>Resina nanohíbrida:</b> Todo híbrido que contiene sílice pirogénica de 0.04um = 40 nanómetros es nanohíbrido, microrelleno 0.7 micrones, incrementar la resistencia, viscosidad, consistencia, radiopacidad y color del material. <sup>(10,11,15)</sup></p>	nanohíbridas	Dimensión carga	Observación	Ficha de registro para resinas nanohíbridas
<p><b>Cerómero:</b> Los cerómeros son polímeros, resinas o polividrios, contienen partículas de cerámica, relleno inorgánico y orgánico de fibras reforzadas, la polimerización se realiza a través de un tratamiento térmico. <sup>(8,30)</sup></p>	microrelleno	Dimensión carga		Ficha de registro para cerómero

Autor: Victor Ramos

### 6.6.2. Variable dependiente

**Tabla Nro. 2:** resistencia flexural

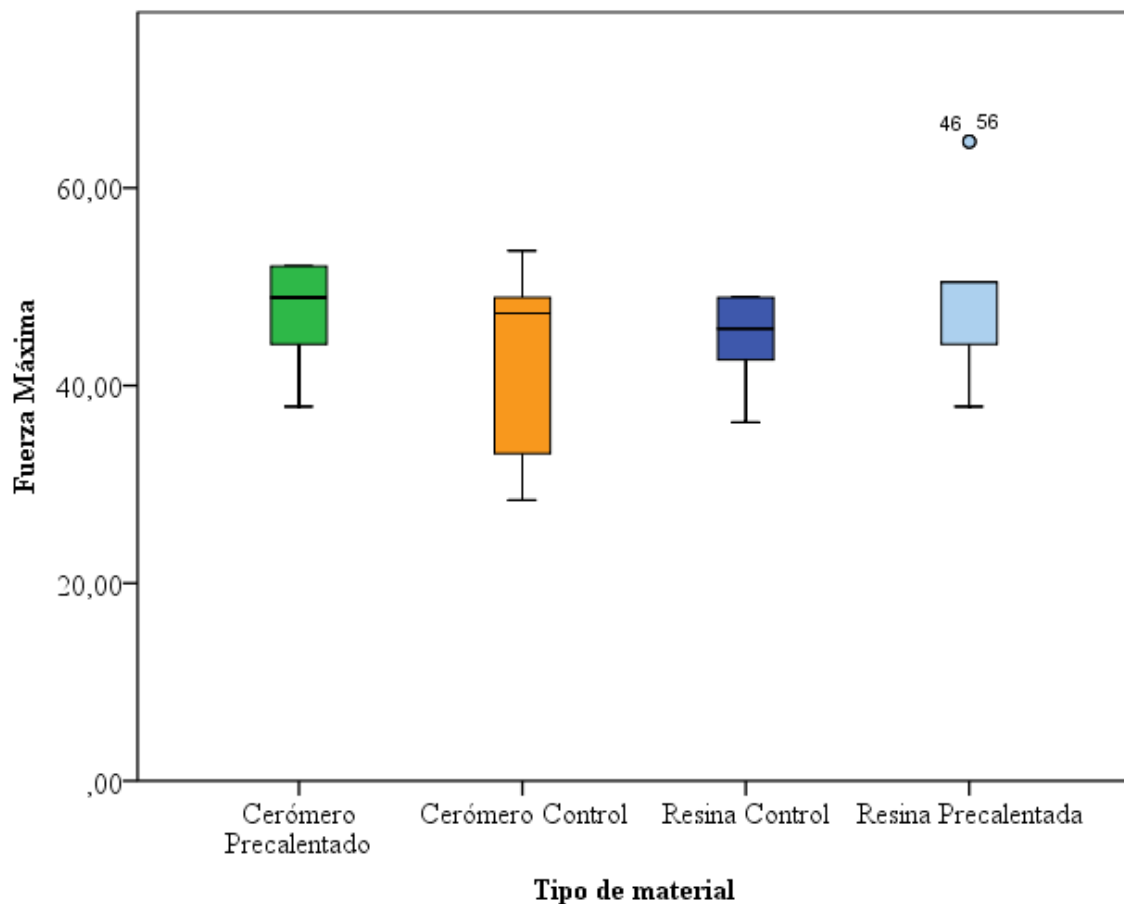
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
<p>La resistencia flexural es la carga máxima que un material resiste antes de fracturarse al ser flexado o deformado cuando se aplica una fuerza al centro del material, apoyando sus extremos en soportes que repartirán justamente la fuerza aplicada. <sup>(16,19,26)</sup></p>	Carga máxima	Carga axiales Carga transversales	Observación	Ficha de registro
	Fuerza	Tracción		
	Fractura	Fractura dúctil Fractura frágil		

Fuente: Víctor Ramos

## 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron a continuación corresponden a los valores encontrados en las pruebas de laboratorio desarrollado en 60 muestras de 4 tipos de materiales que fueron expuestos a condiciones diferentes para probar su resistencia a la flexión.

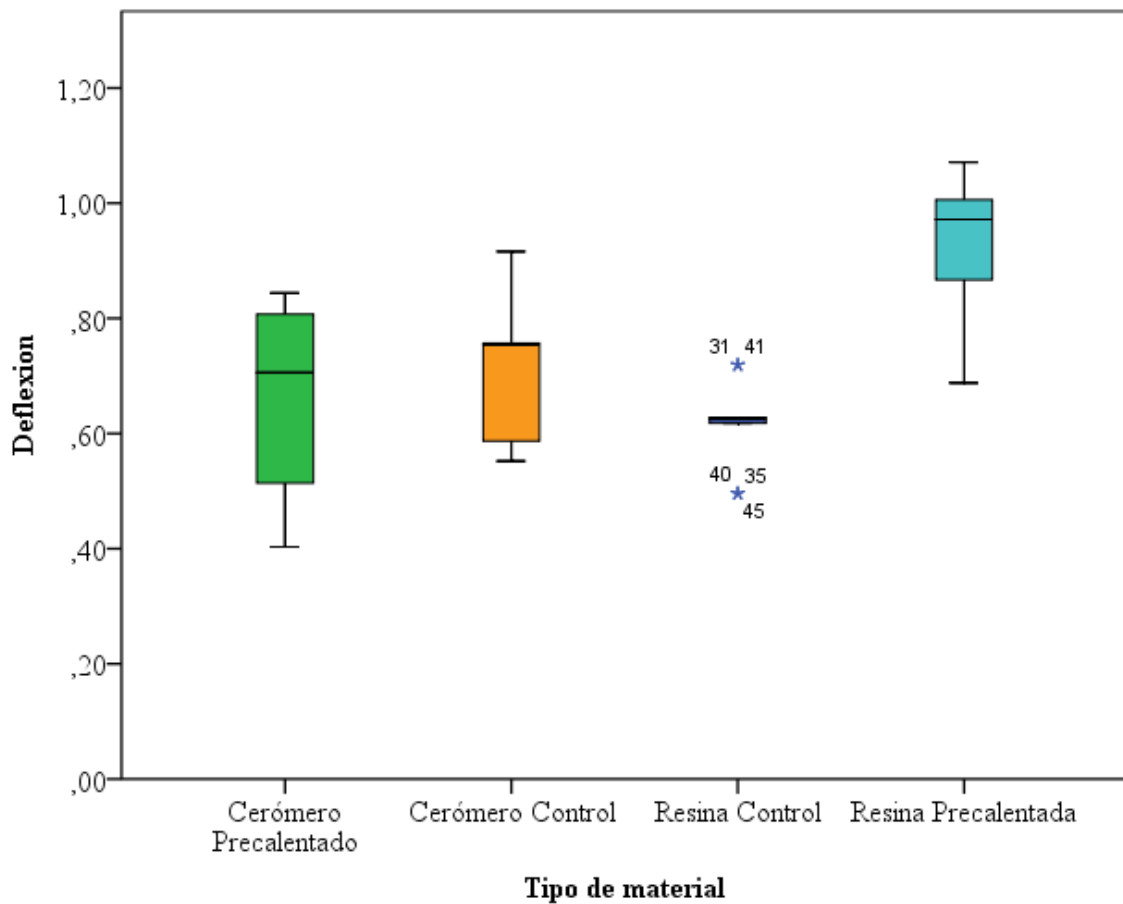
**Gráfico Nro. 1:** Fuerza máxima y tipo de material



Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
Autor: Victor Ramos

**Análisis:** la fuerza máxima aplicada mostró que los materiales sufrieron diferentes tipos de variabilidad respecto a la fuerza máxima aplicada, donde la mediana del cerómero precautado tuvo el valor más alto respecto a la otras muestras, el cerómero de control tuvo valores más variados en la muestra, respecto a las resinas los valores de la mediana fue muy cercana al cerómero precautado notando la presencia de datos anómalos en la resina precautada indicando un comportamiento de inestabilidad en esta prueba.

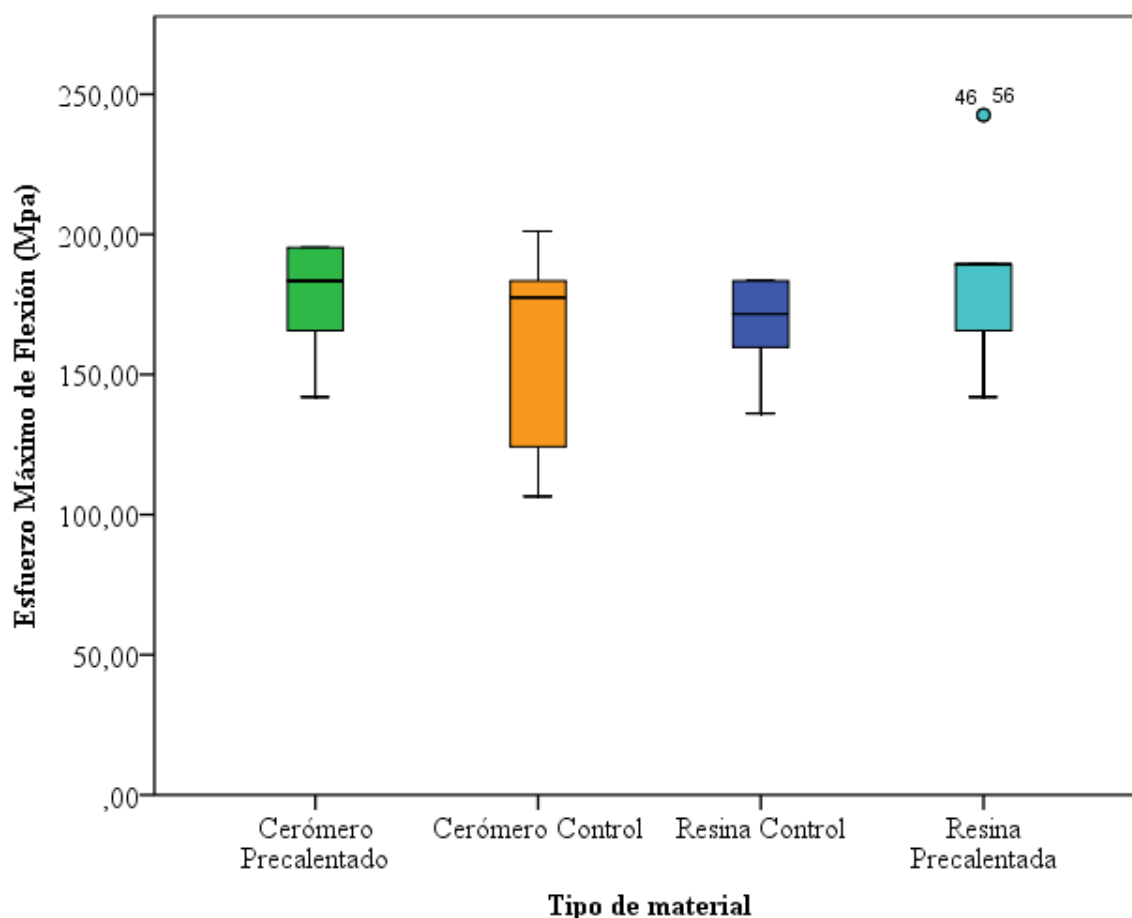
**Gráfico Nro. 2:** Deflexión y tipo de material



Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
Autor: Victor Ramos

**Análisis:** en el caso de la deflexión el tipo de material que mostró la mejor capacidad a la deflexión fue el material de resina precautada, seguido del grupo de cerómero de control; en el cerómero precautado la variabilidad del valor de deflexión fue muy alto, mientras que en la resina de control la muestra tuvo valores con muy poca variabilidad en algunos de los datos y la presencia de datos atípicos que demostró una inestabilidad en este material.

**Gráfico Nro. 3:** Esfuerzo máximo de flexión

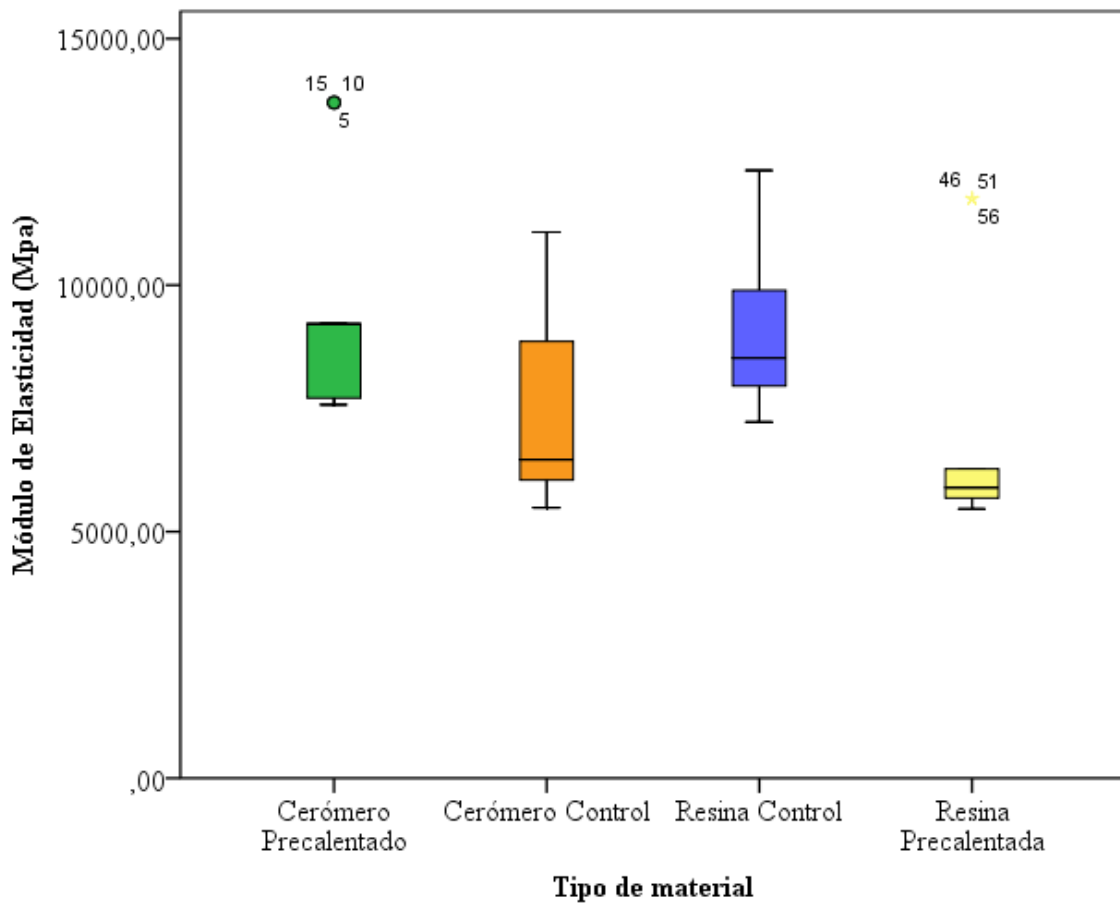


Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
Autor: Victor Ramos

**Análisis:** en lo que se refiere al esfuerzo máximo de flexión en función de sus medianas el cerómero precautado tuvo la mediana más alta respecto a los otros materiales, los materiales mostraron una variabilidad muy similar a excepción del cerómero de control que su rango de datos fue más extenso, como en el Gráfico Nro. 1, la resina precautada presenta 2 valores atípicos que indican que las unidades experimentales 46 y 56 obtuvieron un valor por debajo de 250 Mpa, cuando el valor que tuvo la mayoría de los materiales está por debajo de los 200 Mpa.



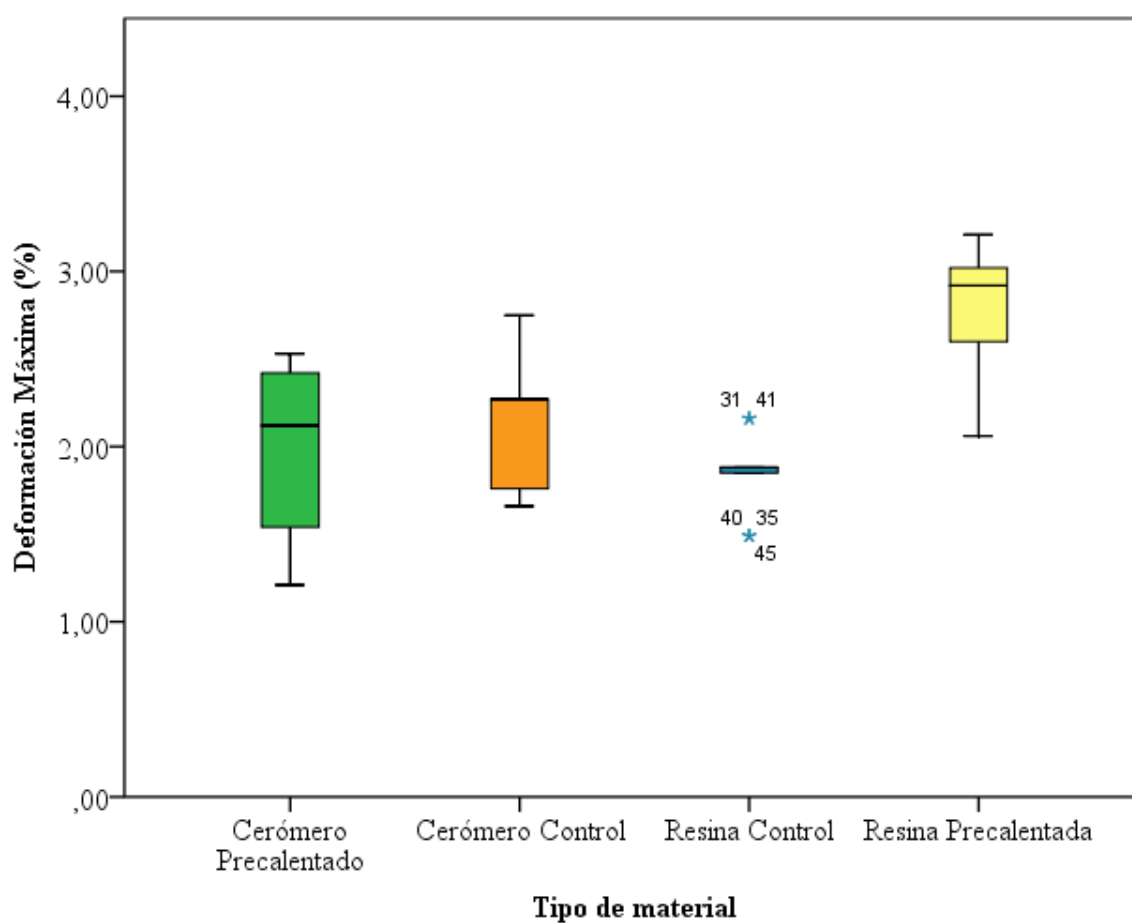
**Gráfico Nro. 4:** Elasticidad por tipo de material



Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
Autor: Victor Ramos

**Análisis:** los valores medidos para la elasticidad calculada mostró que los materiales tuvieron un comportamiento donde no se pudo notar una tendencia marcada, pero los materiales de control mostraron una elasticidad sin la presencia de datos atípicos lo que indica que tuvieron un mejor comportamiento respecto a la elasticidad, en cambio los materiales precalentados mostraron diferentes valores con una cantidad de datos atípicos que demostraron que la elasticidad en algunas muestras tuvo valores altos respecto a los que la mayoría de los materiales obtuvieron.

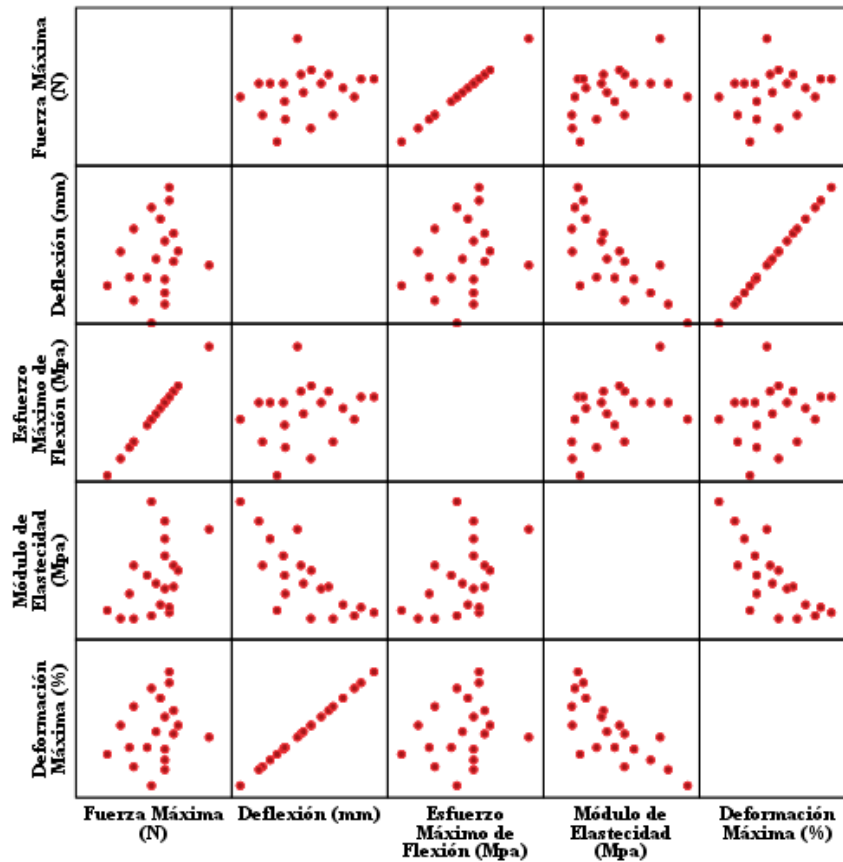
**Gráfico Nro. 5:** Deformación máxima y tipo de material



Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
Autor: Victor Ramos

**Análisis:** la deformación máxima de los materiales no superó debido a sus medianas el 3% de ellos; el cerómero precaentado mostró variación alta respecto a los demás, la deformación máxima que alcanzó corresponde a la resina precaentada, la resina de control no mostró en sus valores respecto al diagrama de caja son muy cercanos con la presencia de 5 datos atípicos.

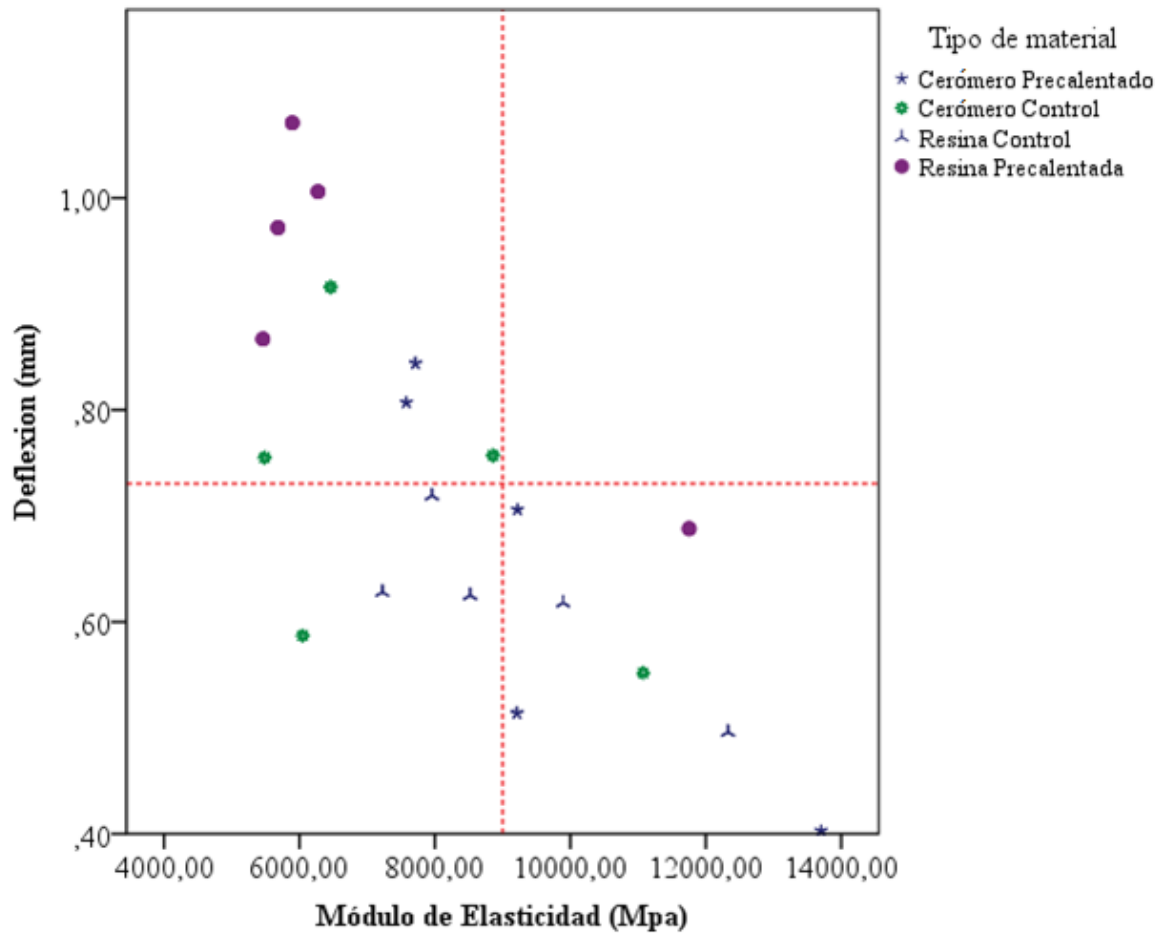
**Gráfico Nro. 6:** Relación entre variables



Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
Autor: Victor Ramos

**Análisis:** se pudo notar en la gráfica de dispersión en función de todas las variables de muestra la relación entre cada una, donde se concluyó que la deflexión y la deformación máxima tuvieron una relación directa, al igual que el esfuerzo máximo y la fuerza máxima; existió una relación inversa entre la deflexión y el módulo de elasticidad el cual corroboró que a mayor deflexión menor es el valor del módulo de elasticidad y a mayor valor en el módulo de elasticidad menor es la magnitud de deflexión.

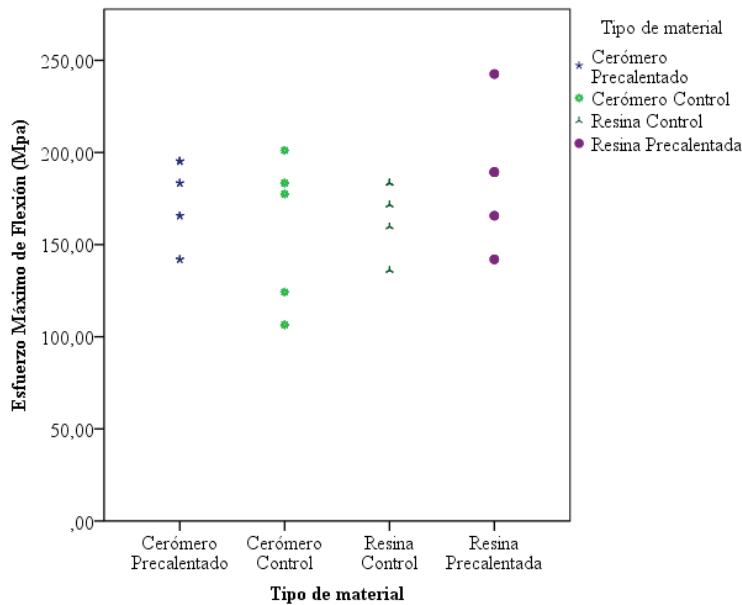
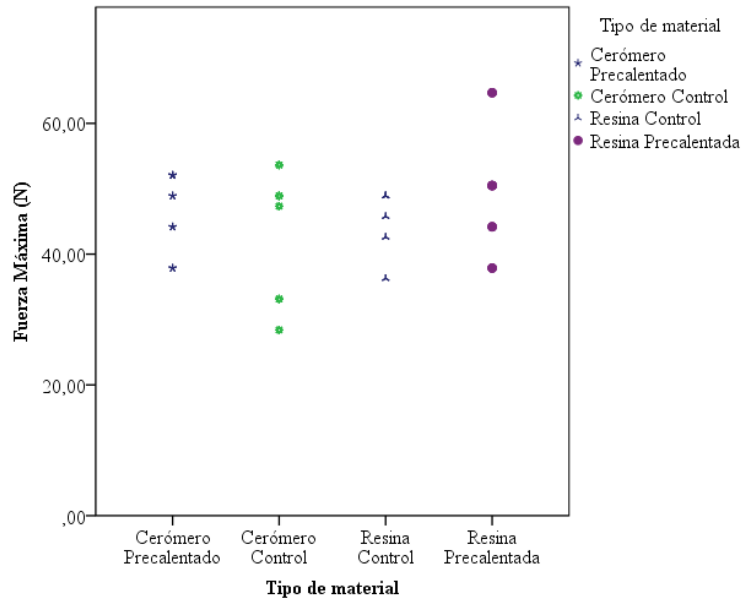
**Gráfico Nro. 7:** Relación deflexión y elasticidad



Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
Autor: Victor Ramos

**Análisis:** la distribución de datos en función de su media mostró que la distribución de relación es inversa en la mayoría de casos, pero para mejorar la comprensión de esta relación se determinó la dispersión por tipo de material, donde se pudo notar que el cerómero precaentado en sus valores alcanzados aproxima una relación inversa; sin embargo esta apreciación no pudo ser del todo concluyente en razón de que muchos de los valores presentaron magnitudes que se comportaron de manera distinta como para establecer directamente una relación de este tipo.

**Gráfico Nro. 8:** Fuerza máxima por tipo de material



Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
 Autor: Victor Ramos

**Análisis:** el esfuerzo máximo de flexión y la fuerza máxima respecto al tipo de material mostró una relación directa en razón de que sus valores se presentaron de forma similar en sus diferentes unidades dimensionales, se pudo apreciar el mayor valor de flexión alcanzado fue de la resina precalentada con sus valores por encima de los 230 Mpa en el caso del esfuerzo y más de 60 (N) en el caso de la fuerza máxima, el cerómero de control tuvo un comportamiento muy variante respecto a los otros tipo de materiales, la resina de control

mostró valores más compactos sin embargo sus valores de esfuerzo máximo y fuerza máxima fueron menores en relación a los demás materiales.

**Tabla Nro. 3:** Estadísticos descriptivos

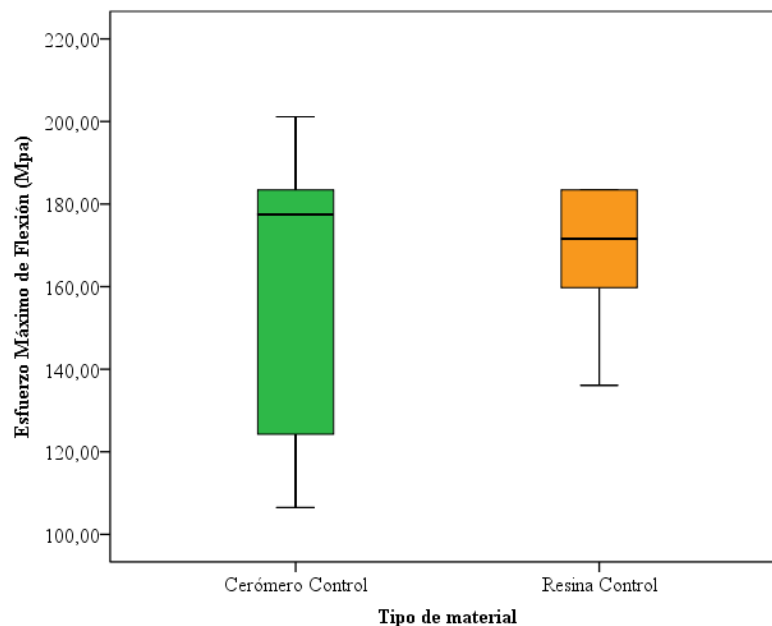
Pruebas	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Deflexión (mm)	,40	1,07	,7266	,17775	24%
Esfuerzo Máximo de Flexión (Mpa)	106,50	242,59	171,8815	30,21650	18%
Módulo de Elasticidad (Mpa)	5459,92	13703,47	8316,1750	2396,57514	29%
Deformación Máxima (%)	1,21	3,21	2,1800	,53325	24%

Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio

Autor: Victor Ramos

**Análisis:** los valores de las pruebas indicaron que la variación en la muestra que menor valor presentó es la del esfuerzo máximo (18%), y el más alto respecto al resto fue el módulo de elasticidad (29%), la deformación máxima y la deflexión mostró en su coeficiente de variación (CV) valores iguales.

**Gráfico Nro. 9:** Resistencia flexural en materiales sin precalentamiento



Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio

Autor: Victor Ramos

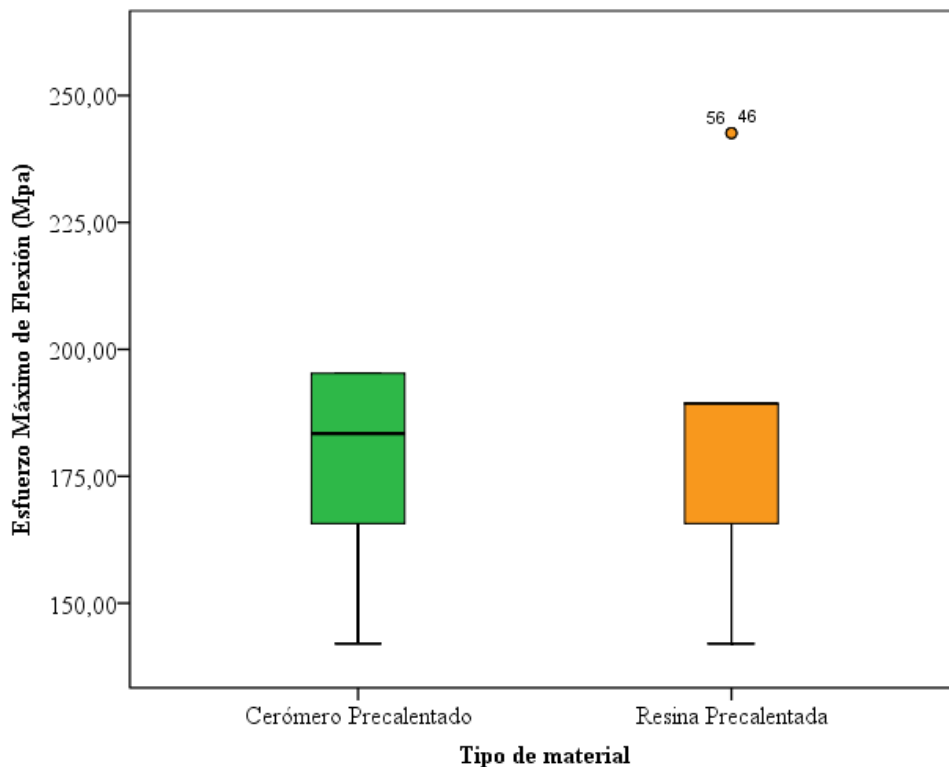
**Tabla Nro. 4:** Estadísticos materiales de control.

Tipo De Material	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
Cerómero de Control	158,55	177,49	106,50	201,15	37,82	24%
Resina de Control	166,85	171,60	136,09	183,41	18,32	11%

Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
Realizado por: Víctor Ramos

**Análisis:** los materiales de control mostraron en las pruebas una media en su esfuerzo máximo de flexión de 158,55 Mpa en el caso del cerómero y de 166,85 Mpa para la resina de control, donde la resina mostró mayor resistencia que el cerómero de igual forma la distribución de datos indicó menor variabilidad (CV=11%) respecto del cerómero de control que tuvo valores que se mostraron con rangos diferentes que evidenciaron inestabilidad en el material (CV=24%).

**Gráfico Nro. 10:** Resistencia flexural de material con precalentamiento



Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
Autor: Victor Ramos

**Tabla Nro. 5:** Estadísticos materiales precalentados.

Tipo De Material	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación
Cerómero Precalentado	176,32	183,41	142,01	195,26	21,00	12%
Resina Precalentada	185,79	185,79	142,01	242,59	34,55	19%

Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
Realizado por: Víctor Ramos

**Análisis:** en el caso de los materiales de cerómero y resina precalentada la resina tuvo un mayor valor en el proceso de esfuerzo máximo de flexión con un valor de 185 Mpa inclusive mayor al mismo material sin precalentamiento, lo que en cambio se evidenció una mayor variabilidad (CV=19%) en este tipo de material; respecto del cerómero precalentado que se mostró menos variante en la prueba (CV=12%) como indicio de mayor estabilidad.

## 8. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

**Tabla Nro. 6:** Pruebas Normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Deflexión (mm)	,110	60	,066

Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
Autor: Victor Ramos

Para probar si existen diferencias significativas entre los valores de deflexión de las diferentes muestras se realizó las pruebas de normalidad para la distribución de datos de la variable deflexión donde se obtuvo que el valor de significancia ( $p=0,066$ ) es mayor o igual que 0,05 por lo que se consideró que la distribución de datos es Normal.

Para determinar la relación de la variable cuantitativa y la variable categórica tipo de material en función de la comparación de sus medias se realizó el análisis de la varianza mediante la prueba ANOVA.



**Tabla Nro. 7:** Prueba de homogeneidad de varianzas

<b>Estadístico de Levene</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>
7,114	3	56	,000

Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
Realizado por: Víctor Ramos

Para generar la prueba ANOVA se estableció varianzas homogéneas mediante la prueba del estadístico de Levene, donde el valor de significancia fue mayor o igual a 0,05, mediante el cual se determinó varianzas homogéneas. El valor de significancia en esta prueba fue menor a 0,05 por lo que se indicó que las varianzas no son homogéneas; en este caso el análisis post-Hoc se modificó asumiendo que las varianzas no son iguales.

**Tabla Nro. 8:** ANOVA

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.(p)</b>
Entre grupos	,825	3	,275	14,827	0,000
Dentro de grupos	1,039	56	,019		
Total	1,864	59			

Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
Realizado por: Víctor Ramos

Una vez que se realizó la prueba ANOVA se determinó si existen diferencias significativas en los valores de la deflexión de los materiales y cuál de ellos mostraron diferencias respecto a esta variable.

Hipótesis 1.

$H_0$ = No existió diferencias significativas entre los valores de Deflexión de los diferentes tipos de materiales.

Decisión: Si  $p < 0,05$ , se rechazó  $H_0$

Al encontrar un valor menor a 0,05 ( $p=0,00$ ) se rechazó  $H_0$  y se concluyó que existen diferencias significativas entre los valores de deflexión de los diferentes materiales o al menos uno es diferente.

**Tabla Nro. 9:** Comparaciones múltiples

(I) Tipo de material		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Cerómero Precautado	Cerómero Control	-,05860	,05751	,740	-,2162	,0990
	Resina Control	,03760	,04929	,870	-,1012	,1764
	Resina Precautada	-,26600*	,05786	,001	-,4245	-,1075
Cerómero Control	Cerómero Precautado	,05860	,05751	,740	-,0990	,2162
	Resina Control	,09620	,03999	,106	-,0150	,2074
	Resina Precautada	-,20740*	,05018	,002	-,3444	-,0704
Resina Control	Cerómero Precautado	-,03760	,04929	,870	-,1764	,1012
	Cerómero Control	-,09620	,03999	,106	-,2074	,0150
	Resina Precautada	-,30360*	,04049	,000	-,4163	-,1909
Resina Precautada	Cerómero Precautado	,26600*	,05786	,001	,1075	,4245
	Cerómero Control	,20740*	,05018	,002	,0704	,3444
	Resina Control	,30360*	,04049	,000	,1909	,4163

Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio

Autor: Victor Ramos

En las comparaciones múltiples se apreció que las diferencias de medias se mostraron significativamente diferentes y la que generó mayor diferencia entre las muestras es la Resina Precalentada.

Hipótesis 2:

$H_0$  =No existió diferencias estadísticamente significativas entre los materiales termo modificados y los no termo modificados respecto a su resistencia flexural.

Decisión: Si  $p < 0,05$ , se rechazó  $H_0$

**Tabla Nro. 10:** Pruebas Normalidad para la resistencia flexural

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Esfuerzo Máximo de Flexión (Mpa)	,149	60	,002

Fuente: Pruebas de resistencia de laboratorio  
Autor: Victor Ramos

En este caso los datos de esfuerzo máximo de flexión (Mpa) obtuvo un  $p < 0,05$  por lo que la distribución de datos para esta variable no es normal. Por lo tanto, para este tipo de distribución se usó la prueba estadística de U de Mann Whitney para evaluar la asociación o independencia de las variables de resistencia flexural respecto de la variable categórica (termo modificación).

**Tabla Nro. 11:** Estadísticos de prueba

	<b>Esfuerzo Máximo de Flexión (Mpa)</b>
U de Mann-Whitney	292,5
W de Wilcoxon	757,5
Z	-2,344
Sig. asintótica (bilateral)	0,019

a Variable de agrupación: Termo modificación

En la prueba se verificó que el valor de significancia es menor a 0,05 ( $p=0,019$ ) por lo tanto se rechazó  $H_0$  y se afirmó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los materiales termo modificados y lo no termo modificados respecto a su resistencia flexural.

## 9. DISCUSIÓN

Un estudio realizado en la Universidad de la Frontera de Chile, sobre la resistencia a la flexión del compuesto Filtek P60, la cerámica IPS e.max Press y los cerómeros Adoro y Ceramage demostraron que la resistencia a la flexión de Filtek P60 fue significativamente más alta que Ceramage ( $p < 0.05$ ). Además, el valor medio de Adoro fue significativamente inferior a todos los demás materiales ( $p < 0,05$ ). Los valores de resistencia a la flexión se pueden organizar de mayor a menor en el siguiente orden: Filtek P60 157,98 Mpa > IPS e.max 142,48 Mpa > Ceramage 137,01 Mpa > Adoro 90,25 Mpa. <sup>(16)</sup> En el presente estudio se midió la resistencia flexural en 4 grupos de muestras, el primero el grupo A una resina nanohíbrida con factor 1 de control, y un factor 2 asociado a termo modificador y el grupo B de cerómero con un factor 1 control, y con un factor 2 de termo modificación desarrollado en 60 muestras mediante pruebas de laboratorio. El estudio se realiza con la resina nanohíbrida Micerium de control, se obtiene como resultado una media de resistencia de 166,85 Mpa, mientras que el cerómero de control nos da un valor de 158,55 Mpa, por lo tanto, es el valor de la resina de control más alto que el cerómero. En el estudio de <sup>(16)</sup> se usó 3 materiales distintos y dentro de ellos se encontraba el compuesto Filtek P60 que obtuvo el valor más alto de 157,98 Mpa mientras que el cerómero Adoro obtuvo un valor de 90,25 Mpa, al realizar la comparación con la resina Micerium de este estudio se obtiene como resultado un valor de 166,85 Mpa con una menor variabilidad ( $CV=11\%$ ), mientras que el cerómero nos da un valor 158,55 Mpa. Por lo tanto, se muestra mejores resultados tanto en el cerómero y resina de este estudio muy superior en los cerómeros y muy aproximado en las resinas, considerando que el factor diferencial puede relacionarse con las marcas utilizadas.

En un estudio realizado en la Universidad Autónoma de Coahuila, sobre la evaluación de la resistencia a la flexión de tres resinas compuestas, se demostró que la resina Filtek Z250 XT® fue el material con mayor resistencia a la flexión con un módulo de elasticidad 8991.576 Mpa, carga máxima de 86.084 N, esfuerzo máximo de 161.408 Mpa. La resina Brilliant® carga máxima de 62.591 N, esfuerzo máximo de carga 121.152 Mpa, módulo de elasticidad de 6532.10 Mpa. La resina ENA HRi® mostró una carga máxima de 59.92, y esfuerzo máximo 112.36 Mpa, y un módulo de elasticidad de 5809.80 MPa. <sup>(35)</sup> En relación con esta investigación la resina nanohíbrida Micerium arroja como resultado un módulo de elasticidad de 8316,1750 MPa, con una carga máxima de 50 N, y un esfuerzo máximo de

171,8815 MPa valores muy próximos a la resina Filtek Z250 XT del estudio <sup>(35)</sup> ; cabe señalar que la resina Micerium evaluada en este estudio tiene mayor valor de resistencia aunque la carga ejercida fue menor (50 N). Se señala además que la resina precalentada muestra un mayor valor en el proceso de esfuerzo máximo de flexión (185 Mpa) inclusive mayor al mismo material sin precalentamiento, con una variabilidad (CV=19%).

En la Universidad San Francisco de Quito evaluación de la resistencia flexural utilizadas en restauraciones indirectas como un agente cementante, esta muestra estuvo constituida de resina compuesta llamada Tetric N-Ceram (Ivoclar) con una tonalidad A1 donde se utilizó 45 bloques elaborados mediante especificaciones de la norma ISO 4049; que corresponden a 2mm de espesor, 25mm de longitud, y 2mm de ancho. Además, se consideró siete grupos: el grupo control Gc (bloques de resina sin precalentar), grupo A, B, C, D, E y F constituidos de bloques fabricados de resina precalentada en agua a 60°C por un tiempo de 10, 20, 30, 40, 50 y 60 minutos. Posteriormente los bloques de resina fueron colocados en un dispositivo de soporte con dos columnas paralelas separadas 20mm y cargadas en el centro hasta que ocurra la fractura de cada bloque. Los datos recopilados tras la prueba de resistencia de flexión fueron analizados concluyendo que el incremento de temperatura produjo un aumento en la resistencia a la flexión de las resinas compuestas y que puede ser utilizada para realizar restauraciones directas luego de haber sido sometida a múltiples cambios de temperatura grupo Gc media de 85,23 Mpa, el resultado de la prueba de flexión efectuada a las muestras que integran los grupos de estudio de resina compuesta precalentada Ga 96,02Mpa Gb 97,48 Mpa, Gc93,18 Mpa, Gd 92,72 Mpa, Ge 96,35 Mpa, Gf 99,25 Mpa en lo que se obtuvo mayor resistencia a la flexión en el grupo Gf porque se precalentó la resina en agua a 60°C durante 60 minutos y se obtuvo un aumento en la resistencia a la flexión, por lo tanto mejora esta propiedad mecánica <sup>(8)</sup> , en nuestro estudio cabe señalar que la resina nanohíbrida Micerium control tiene un valor de 166,85 Mpa al someterla a termomodificación, nos proporciona un valor de 185,79Mpa, al ser compararla con la resina Tetric N-Ceram (Ivoclar) nos da un valor de 99,25 Mpa con una temperatura de 60<sup>o</sup>(8). Además, podemos indicar que la resina precalentada muestra un mayor valor en el proceso de esfuerzo máximo de flexión.

En un estudio realizado en la Universidad del Valle sobre la comparación de la resistencia de dos resinas para la restauración dental, demostraron que en la medición del Pico de Esfuerzo (Stress Peak) Miris® es más rígida alcanzando 110.7 Mpa en promedio (DE 20.37)

valor que fue estadísticamente diferente al valor alcanzado por la resina Esthet-X® (67.78 DE 30.57  $p=0.0286$ ). Para los valores de deformación en el punto de rotura (Strain Break) y deformación máxima en las fibras externas (Strain Peak) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. En cuanto a la evaluación del Módulo de Young (módulo elástico) bajo la prueba de flexión, también se encontraron diferencias estadísticamente significantes entre las dos resinas evaluadas ( $p= 0.0286$ ).<sup>(13)</sup>

En el presente estudio se demuestra respecto a los valores de deflexión que existe diferencias significativas entre los valores generados en el laboratorio de los diferentes tipos de materiales ( $p=0,00$ ); donde se encuentra que las comparaciones múltiples el valor diferencial más alto corresponde a la resina precalentada; se concluye que los materiales termo modificados muestran valores estadísticamente significativos diferentes respecto a los no termo modificados ( $p=0,019$ ), donde se halla adicionalmente un mayor valor en su resistencia.

## 10. CONCLUSIONES

Se concluye que el grupo G1 (resina control) tiene el valor más alto de resistencia flexural con una variabilidad del 11% sin embargo, el grupo G3 (cerómero control) tiene los valores más variados 24%, respecto a las resinas los valores de resistencia flexural del grupo G2 (resina termo modificada) tiene un mayor valor con una variabilidad del 19% se muestra muy cercanos al cerómero precalentado, G4(cerómero termo modificado ) muestra menos variabilidad en la prueba 12% como indicio de mayor estabilidad.

La termo modificación eleva la resistencia flexural de los biomateriales de manera especial en el grupo G2 (resina termo modifica) y en el grupo G4 (cerómero termo modificado) se obtiene valores de ( $p=0,00$ ;  $p=0,019$ ) se encuentra diferencias significativas en el valor flexural de los materiales, la deflexión y la deformación máxima con los que existe una relación directa, al igual que el esfuerzo máximo y la fuerza máxima; existe una relación inversa entre la deflexión y el módulo de elasticidad el cual corrobora que a mayor deflexión menor es el valor del módulo de elasticidad y a mayor valor en el módulo de elasticidad menor es la magnitud de deflexión.

El biomaterial que presenta mejores propiedades físicas asociado o no a termo modificación, es el material de resina precalentada G2, muestra una gran capacidad elástica, seguido del cerómero de control; en el cerómero precalentado el valor de deflexión es muy variable, mientras que el grupo G1 (resina control) la muestra tiene valores con muy poca variabilidad y un módulo de elasticidad inferior que todos los grupos estudiados.



## **11. RECOMENDACIONES**

Se debería usar las máquinas termo modificadoras para la elaboración de incrustaciones, lo cual mejora los módulos de flexibilidad de los distintos materiales odontológicos que contribuya a la elasticidad y longevidad de estos.

Se sugiere el uso de composites sometidos a termo modificadores es una opción factible para la realización de restauraciones directas que proporciona al operador mejores resultados en cuanto a la manipulación de propiedades físicas del material.

Se recomienda para la realización de futuras investigaciones determinar el módulo de elasticidad de resinas compuesta de diferentes marcas comerciales, para establecer una mayor comparación de los resultados y un estándar específico de los diferentes materiales de uso en la clínica.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

1. Quisbert Ever Q, Sofia VS. Incrustaciones Esteticas. Rev Actual Clínica. 2012;22:1156.
2. A G cruz, Caballero Diaz A SMJ. Use of onlay-type composite resin inlays in structurally involved molars [Uso de incrustaciones de resina compuesta tipo onlay en molares estructuralmente comprometidos]. Rev Cubana Estomatol. 2012;49(1):55-62.
3. González-garcía V, Odontología E, Rey U, Carlos J, Ceballos DL. Ciencia Resistencia adhesiva a la dentina de restauraciones indirectas de composite Cementadas con cementos resinosos duales y composite precalentado. Gac Dent. 2014;254:84-94.
4. Anchundia S. Análisis Comparativo de la fuerza de adhesión de la resina precalentada a diferentes grados de temperatura. [quito]: 2017; 2017.
5. Santa Cruz Yesenia. Resistencia flexural de una resina de nanopartículas utilizando dos técnicas de polimerización con luz emitida por diodos. [Lima Perú]: USMP Universidad de San Martin de porres; 2011.
6. Cisneros Trujillo Pedro Martin. "Incrustaciones cerámicas vs cerómeros, como tomar la decisión de cual emplear". [Lima Perú]: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2010.
7. L MC, Cristian Vilos O IS. Nanodontología : el Futuro de la Odontología Basada en Sistemas Nanotecnológicos. Int J Odontostomatol. 2010;4(2):127-32.
8. Palacio Mendieta Cristian Fernando. Evaluación de la resistencia flexural de resinas compuestas precalentadas utilizadas como agente cementante en restauraciones indirectas. [Quito]: Universidad San Francisco de Quito; 2014.
9. Pineda Villacencio Katherine. Restauraciones parciales en prótesis fija índice. [Lima Perú]: Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2018.
10. Rodríguez Villarreal Juan Pablo, Mena Serrano Alexandra Patricia, Armas-Vega Ana del Carmen, Velásquez-Ron Byron Vinicio. Distribución De Fuerzas En

- Incrustaciones Tipo Inlay, Con Diferente Distancia Intercuspidea. Red Rev Científicas América Lat el Caribe, España y Port. 2017;13(2):2-8.
11. Cabrera Jerónimo Elena. La influencia de la contracción de polimerización de las resinas compuestas en la distribución de las propiedades mecánicas de la interfase adhesiva [Tesis De Doctorado]. [Madrid]: universidad complutense madrid; 2012.
  12. Ramírez R, Gómez L, Maldonado R ON. Evaluación de las propiedades flexurales y reológicas de cinco resinas compuestas formuladas para restauraciones anteriores. Acta Odontol Venen. 2010;48.
  13. Arce Muñoz Natalia, Cabezas González Carolina , Posada Ayala, Lorena López Moreno Elizabeth GRH. Comparación de la resistencia de dos resinas microhíbridas para la restauracion dental. Rev Estomatol. 2005;13(2):27-39.
  14. Maldonado D la TJS De. Resistencia compresiva: estudio comparativo in vitro entre un cerómero y una resina de nanotecnología sometida a dos tipos de complementación de polimerización. universidad central del ecuador. [Quito]:Universidad Central del Ecuador; 2016.
  15. Estrada Lydia P. Incrustaciones Tipos y materiales utilizados. Univ Int Catalunya. 2014;(May):0-18.
  16. Muñoz Fernandez Ignacio, Florio Mogollones Rodrigo VCM. Flexural Resistance of Esthetic Materials Used by Indirect Restoration. A Comparative in vitro Study. Paris médical. 2013;40(2):28-32.
  17. Restrepo LLuis Joan. Influencia del espesor de tres resinas compuestas translúcidas de diferente tonalidad sobre la luminosidad. [Madrid]: Universidad Complutense de Madrid; 2014.
  18. Martínez HR, Abdala HM, Treviño E, Garza G, Pozas A, Rivera G. Application of nanotechnology in dentistry: Nano-Dentistry. CES Odontol. 2011;24(2):87-91.
  19. Rus Francisco Martínez, Guillermo PR, Jesus SGM de, Begoña R. Cerámicas dentales : clasificación y criterios de selección. Rcoe. 2007;12(4):253-63.
  20. Corts Josue Pedro. Prótesis fija metal cerámica adherida. Actas Odontológicas

- Prótesis. 2010;7:45-54.
21. Nevaréz Rascón alfredo , Nevaréz Rascón Martina BMR. Características de los materiales cerámicos empleados en la práctica odontológica actual. Rev ADM. 2012;LXIX(4):157-63.
  22. Baquerizo Alvarez Amy Marena. “Comparación Clínica De Materiales De Obturación: Cemento Ionómero De Vidrio Modificado Con Resina Vs. Resina Compuesta, En Molares Caducos, En Niños Entre 5 a 9 Años.” Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2012.
  23. Salvatore Sauro. Nanotecnología aplicada al desarrollo de nuevos materiales dentales con capacidad terapéutica [Internet]. Interempresas net. 2015 [citado 17 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/148479-Nanotecnologia-aplicada-al-desarrollo-nuevos-materiales-dentales-capacidad-terapeutica.html>
  24. Ruiz JM, Ceballos L, Fuentes MV, Osario R TM. Propiedades mecánicas de resinas compuestas modificadas o no con poliácidos. Av en Odontol. 2003;19(293):291-7.
  25. García AH, Angel M, Lozano M, Vila JC, Escribano AB, Galve PF, et al. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas Adela. Odontol Clínica. 2006;215-20.
  26. Rolan Suarez Lozano Felipe. Comparación de la dureza superficial de resinas de nanotecnología , según el momento del pulido : in vitro . Estomatol Hered. 2014;24(1):11-6.
  27. Rios Figueroa Particia Daniela. “Indicación de los Beneficios y Descripción del Protocolo de Carillas Indirectas de Cerómero con el sistema Premise Indirect para la rehabilitación de pacientes con diastemas en el sector antero superior ”. [Guayaquil]: Universidad de Guayaquil; 2012.
  28. Elizabeth PGL. Resistencia cohesiva en la estratificación de una resina microhíbrida contaminada por el polvo del guante de látex y a la descontaminación del polvo con etanol al 70%. [Quito]: Universidad Central del Ecuador; 2017.

29. Pérez Ramos Andrés Alejandro. “Capacidad de resistencia flexural entre resinas fluida y nanohíbrida en restauraciones de lesiones cervicales no cariosas, en dientes bovinos.” proyecto. [Quito]: Universidad Central del Ecuador; 2016.
30. Ramiro Restrepo R, Villegas Paola, Paucar Carlos GC. Alumina nanométrica reforzada con un material amorfo tipo. Univ Tecnológica Pereira. 2007;(36):419-24.
31. Picareli Maria. estetica m gruppo Micerium [Internet]. Venezia. [citado 17 de febrero de 2019]. p. 8.15. Disponible en: [https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/228572/Catalogo-principal-2014\\_LQ.pdf](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/228572/Catalogo-principal-2014_LQ.pdf)
32. Büchi Leiva Beatriz Marisol. “ Microfiltración marginal de restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con resina fluida con sistema de adhesivo de grabado total versus sistema de autograbado .” Universidad de Chile; 2007.
33. Vallejo Gavilanez Marcelo Andres. “Restauración en pieza numero cuarenta y seis mediante una incrustacion overlay confeccionada en ceromero”. [Guayaquil]: Universidad de Guayaquil; 2016.
34. Resina Magna [Internet]. Dental ABS Materiales Odontológicos. [citado 17 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://www.dentalabs.com.br/materiais-para-laboratorio-de-protese/resina-foto/resina-foto-magna-edg-dentina-4g.html>
35. Bonilla E, Aguilar A, Flores P, Sandoal Z, Cavazos E, Torres P. Evaluación de la resistencia a la flexión de tres resinas compuestas. Rev Oper Dent y Biomater. 2017;1(3):33-6.

## 13. Anexos



Ambato, 5 de noviembre de 2018

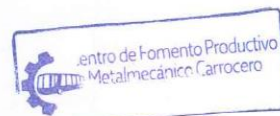
# Quien Certifica a petición del Interesado

En mi calidad de Director Técnico del CENTRO DE FOMENTO PRODUCTIVO METALMECÁNICO CARROCERO DEL H. GOBIERNO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA, me permito certificar que se ha realizado en el mes de Octubre 2018 la verificación de competencia del Laboratorio en acompañamiento del interesado, donde se constató que se cuenta con la capacidad del equipamiento y técnica para realizar ensayos de resistencia de materiales en compresión y micro-dureza para materiales dentales, además de otros ensayos que podrían ser de interés del proponente tesista de la UNACH, Sr. Víctor Hugo Ramos Aguiar con CI 0604417626 para materiales utilizados en aplicaciones de ciencias dentales con enfoque a las propiedades mecánicas de distintos tipos de resinas.

Por lo expuesto se apertura nuestras instalaciones para que el estudiante en mención puede llevar a cabo su investigación, sin afectar a las obligaciones mínimas que previo debe cumplir para tal efecto.

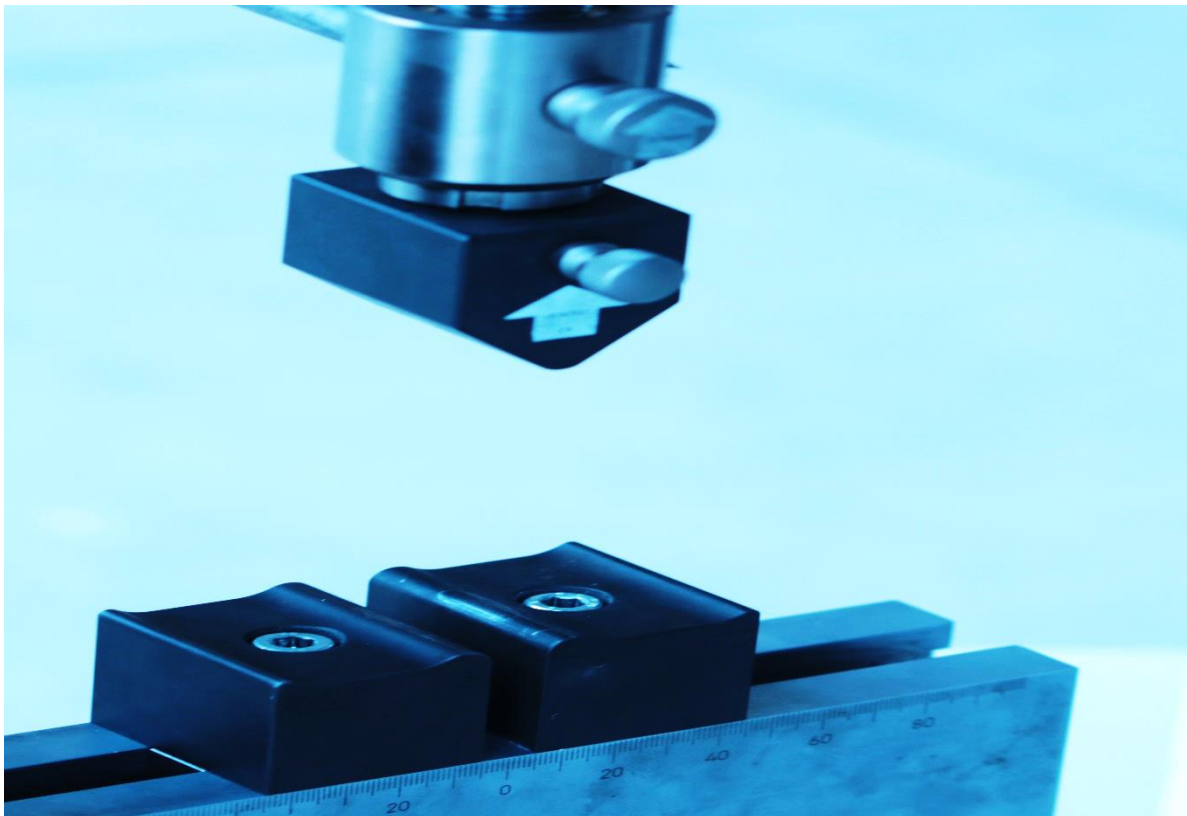
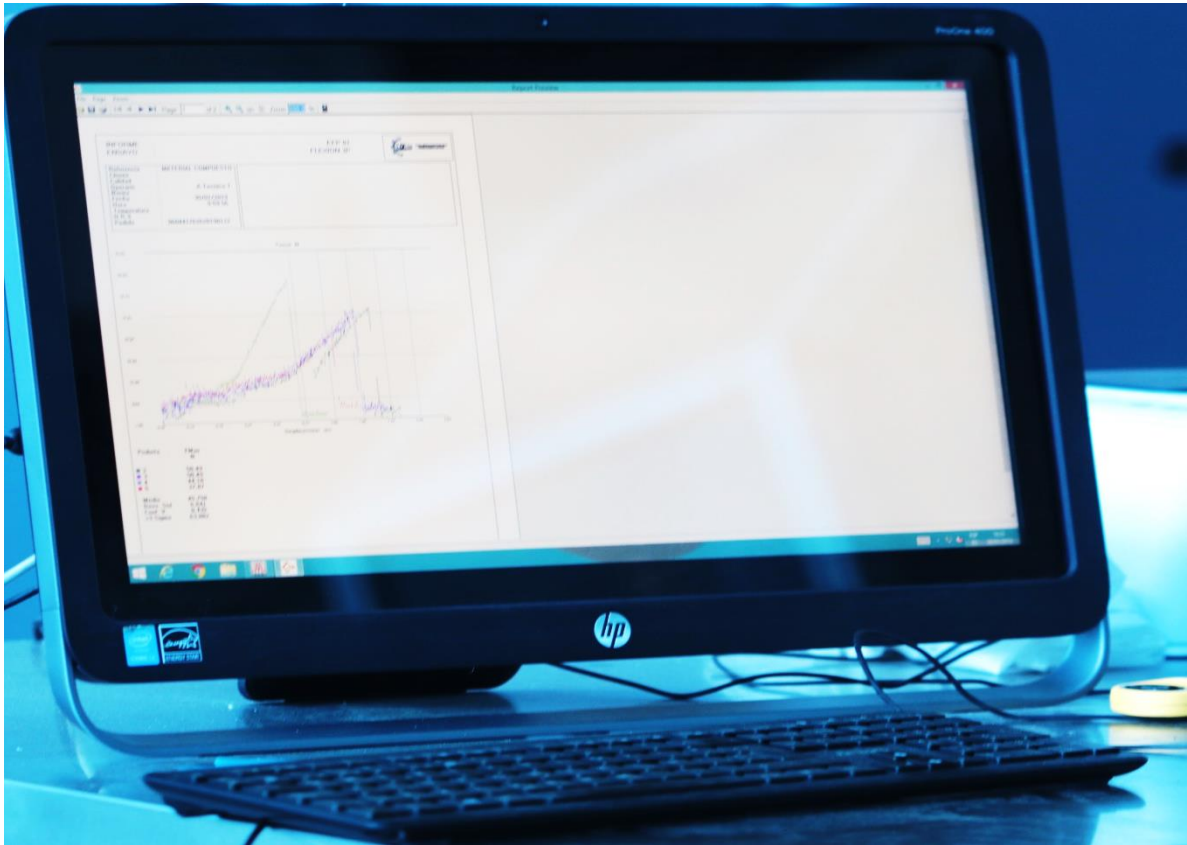
Se permite el uso de esta certificación extendida para que el interesado haga uso para fines pertinentes.

Atentamente,

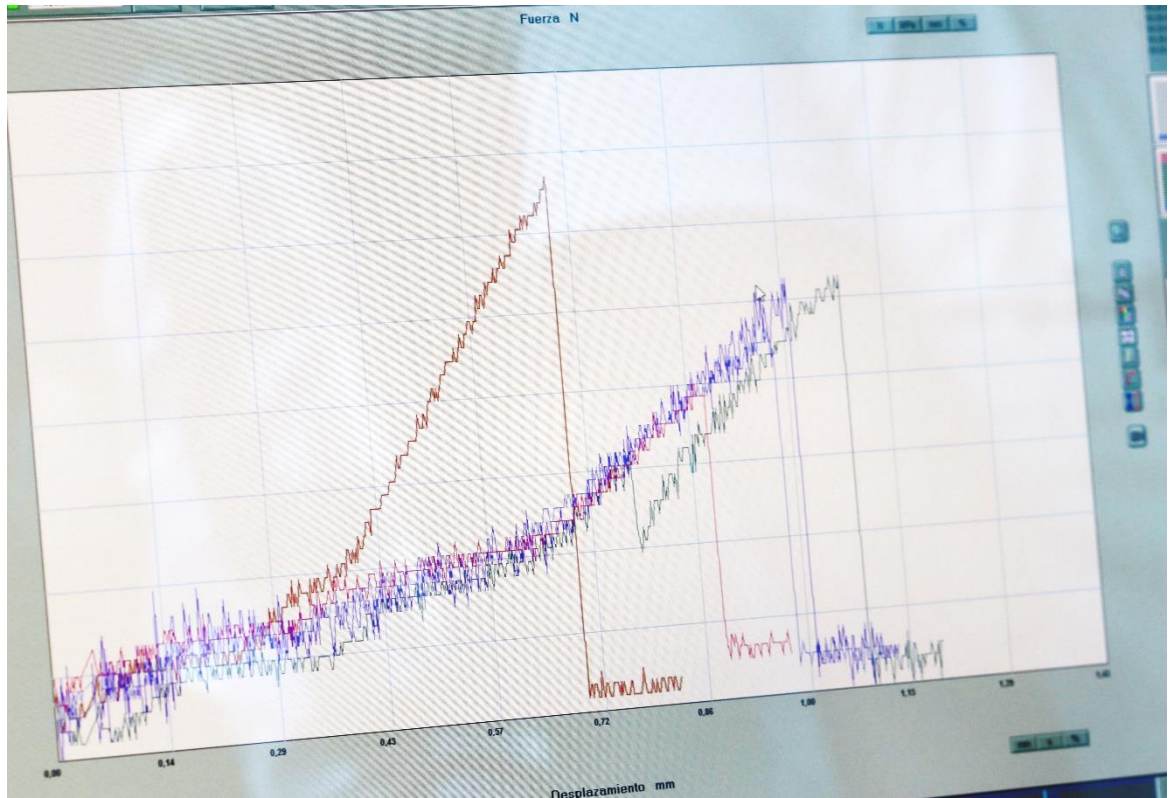
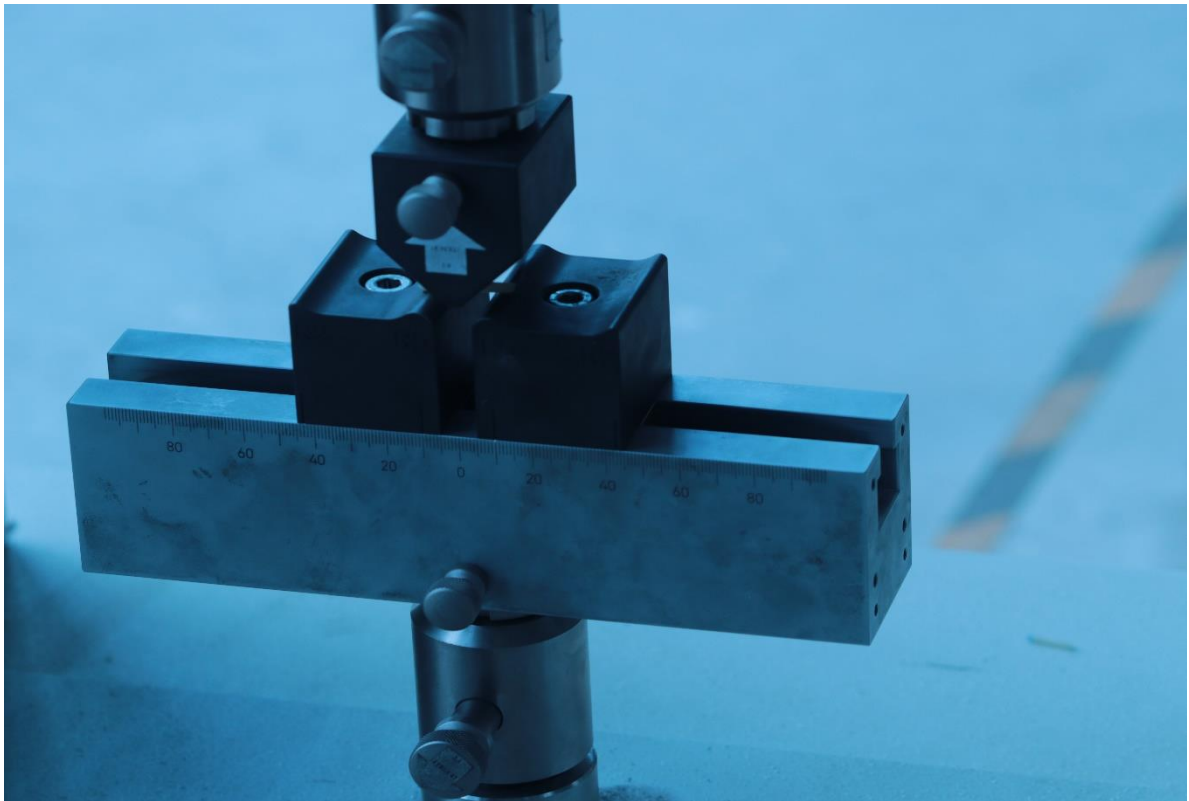


**Ing. Esteban López Espínel MEng**  
**Director Técnico de Ensayos, Inspecciones y Certificación de Personas**  
**Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero**  
**H. Gobierno Provincial Tungurahua**  
Móvil: +593 993960745  
skype: esteban\_fernando\_lopez1

Dirección: Calle Toronto y Calle Río de Janeiro, Ambato – Ecuador  
<http://centrocarrocero.tungurahua.gob.ec/>  
contacto: 033730350 opción 1.



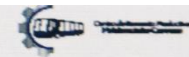




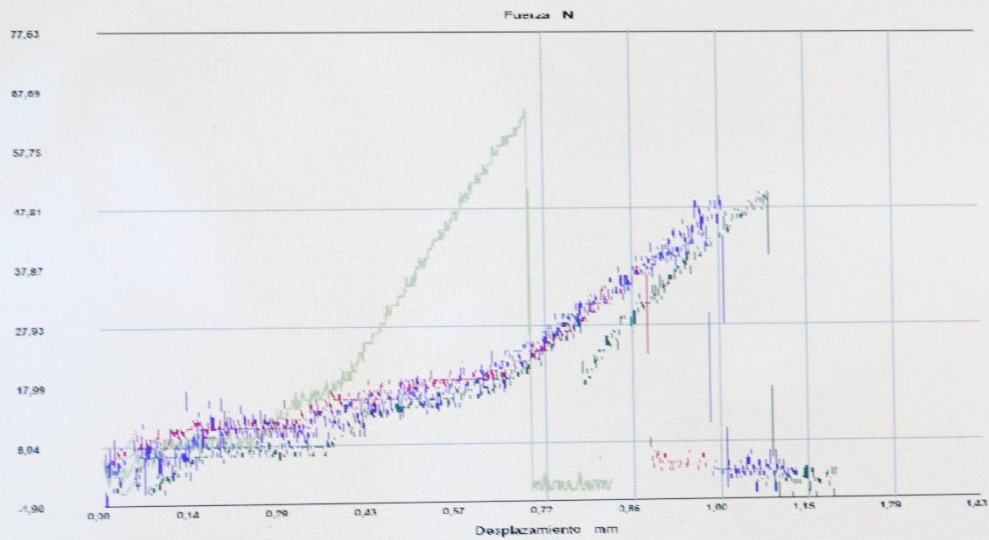


INFORME :  
 ENSAYO :

EFP 01  
 FLEXION 3P



Referencia : MATERIAL COMPUESTO  
 Cliente :  
 Calidad :  
 Operario : A Tecnico 1  
 Norma :  
 Fecha : 30/01/2019  
 Hora : 9:59:56  
 Temperatura :  
 H.R. % :  
 Pedido : 060441762620190122



Probeta	FMax N
2	50.49
3	50.49
4	44.18
5	37.87
Media	45.758
Desv. Std	6.041
Coef. V.	0.132
+3 Sigma	63.882



Centro de Fomento Productivo  
 Metalmeccánico Carrocer



Honorable Gobierno  
 Provincial de Tungurahua

Resultados:

Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dimensiones mm		Fuerza máxima (N)	Deflexión (mm)	Esfuerzo máximo de flexión (MPa)	Módulo de elasticidad (Calculado) (MPa)	Deformación máxima (%) (Calculado)
				Ancho	Espesor					
1	060441762620190122-EFC 01-1	24,7	54,1	2	2	61,69	0,688	242,59	11753,27	2,06
2	060441762620190122-EFC 01-2	24,7	54,1	2	2	50,49	1,071	189,34	5892,86	2,21
3	060441762620190122-EFC 01-3	24,7	54,1	2	2	50,49	1,006	189,34	6273,61	3,02
4	060441762620190122-EFC 01-4	24,7	54,1	2	2	44,18	0,972	165,68	5681,58	2,92
5	060441762620190122-EFC 01-5	24,7	54,1	2	2	37,87	0,867	142,01	5459,92	2,60
Promedio $\bar{X}$						49,544	0,92	185,79	7012,25	2,76
Desviación estándar $S_{n-1}$						9,953	0,15	37,32	2667,22	0,45
Coeficiente de variación $CV$						20,089	16,25	20,09	38,04	16,25