



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 3 RESINAS UTILIZADAS EN EL SECTOR  
POSTERIOR: ESTUDIO IN VITRO

**Línea de investigación:**

**Biomateriales**

Tesis para optar para el título profesional de Cirujano Dentista

**Autora:**

Gonzales Valdez, Karla Giannina

**Asesor:**

Scipion Castro, Rafael Douglas  
(ORCID: 0000-0002-9629-5506)

**Jurado:**

Mendoza Murillo, Paul Orestes  
Manrique Guzman, Jorge Adalberto  
Vargas Garcia, Dalila Liliana

**Lima - Perú**

**2024**



# RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 3 RESINAS UTILIZADAS EN EL SECTOR POSTERIOR: ESTUDIO IN VITRO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="http://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://repositorio.uwiener.edu.pe">repositorio.uwiener.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://dspace.unach.edu.ec">dspace.unach.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 3 RESINAS UTILIZADAS EN EL SECTOR  
POSTERIOR: ESTUDIO IN VITRO**

Línea de Investigación: Biomateriales

Tesis para optar para el título profesional de Cirujano dentista

**Autor**

Gonzales Valdez, Karla Giannina

**Asesor:**

Scipion Castro, Rafael Douglas

ORCID: 0000-0002-9629-5506

**Jurado**

Mendoza Murillo, Paul Orestes

Manrique Guzman, Jorge Adalberto

Vargas Garcia, Dalila Liliana

**Lima – Perú**

**2024**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la salud y la fuerza para seguir adelante.

A mis padres Janeth y Eduardo, por darme su amor y apoyo en cada decisión que he tomado, por creer en mí.

A mi hermana Jennyfer, por ser mi guía, mi consejera, por darme siempre ánimos para no desistir.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesor el Dr. Scipion Castro, Rafael Douglas por su conocimiento y todo el apoyo que me brindo en este trabajo de investigación

A mis docentes de la facultad de odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal por todas sus enseñanzas.

## INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Descripción y Formulación del Problema .....	1
1.2.	Antecedentes.....	3
1.3.	Objetivos.....	8
-	Objetivo General .....	8
-	Objetivos Específicos .....	8
1.4.	Justificación.....	8
1.5.	Hipótesis.....	9
II.	MARCO TEÓRICO .....	10
2.1.	Bases Teóricas Sobre el Tema de Investigación .....	10
III.	MÉTODO .....	22
3.1.	Tipo de Investigación .....	22
3.2.	Ámbito Temporal y Espacial .....	22
3.3.	Variables .....	22
3.4.	Población y Muestra .....	24
3.5.	Instrumentos .....	25
3.6.	Procedimientos .....	25
3.7.	Análisis de Datos .....	26
3.8.	Consideraciones Éticas .....	26
IV.	RESULTADOS.....	27
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	20

VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES .....	34
VIII. REFERENCIAS .....	35
IX. ANEXOS.....	40

## RESUMEN

**Objetivo:** comparar la resistencia a la compresión in vitro de los cilindros fabricados con resina microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M ESPE) y las resinas nanohíbridas (Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTENE). **Metodología:** el estudio fue experimental, prospectivo, transversal y comparativo. La muestra estuvo dividida en tres grupos de resinas compuestas, se tomó como referencia a la ISO 3597-3 que corresponde a 8 muestras para cada grupo. La prueba de resistencia de compresión se realizó mediante el uso de una máquina digital de ensayo universal, el cilindro se posicionó en forma vertical y en su centro diametral se aplicó una carga compresiva a una velocidad de 0.75 mm/min hasta el momento en que se genere la fractura. **Resultados:** La resina FILTEK™ Z250 3M ESPE tiene un promedio de  $260,32 \pm 39,24$  MPa. La resina Luna™ ISD tiene un promedio de  $191,28 \pm 19,26$  MPa. La resina Brilliant NG™ COLTENE tiene un promedio de  $167,17 \pm 20,69$  MPa. Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de resina FILTEK™ Z250 3M ESPE con la resina Luna™ ISD ( $p = 0,044$ ) y también entre los grupos de resina FILTEK™ Z250 3M ESPE con la resina Brilliant NG™ COLTENE ( $p < 0,001$ ), siendo la resina FILTEK™ Z250 3M ESPE de mayor promedio. **Conclusión:** La resina FILTEK™ Z250 3M ESPE tiene mayor resistencia a la compresión que las resinas Brilliant NG™ COLTENE y Luna™ ISD.

**Palabras clave:** resina compuesta, resistencia a la compresión, máquina de ensayo universal.

## ABSTRACT

**Objective:** compare the compressive strength in vitro of cylinders made with microhybrid resin (FILTEK™ Z250 3M ESPE) and nanohybrid resins (Luna™ ISD and Brilliant NG™ COLTENE). **Methodology:** the study was experimental, prospective, cross-sectional and comparative. The sample was divided into three groups of composite resins, ISO 3597-3 was taken as a reference, which corresponds to 8 samples for each experimental group. The compression resistance test was carried out using a digital universal testing machine, the cylinder was positioned vertically and a compressive load was applied to its diametrical center at a speed of 0.75 mm/min until the moment it generate the fracture. **Results:** FILTEK™ Z250 3M ESPE resin has an average of  $260.32 \pm 39.24$  MPa. Luna™ ISD resin averages  $191.28 \pm 19.26$  MPa. Brilliant NG™ COLTENE resin averages  $167.17 \pm 20.69$  MPa. A statistically significant difference was found between the groups of FILTEK™ Z250 3M ESPE resin with Luna™ ISD resin ( $p = 0.044$ ) and also between the groups of FILTEK™ Z250 3M ESPE resin with Brilliant NG™ COLTENE resin ( $p < 0.001$ ), being the resin FILTEK™ Z250 3M ESPE with the highest average. **Conclusion:** 3M ESPE FILTEK™ Z250 resin has higher compressive strength than Brilliant NG™ COLTENE and Luna™ ISD resins.

**Keywords:** composite resin, compressive strength, in vitro, universal testing machine

## I. Introducción

En todo el mundo, según estimaciones publicadas por la OMS en un estudio sobre la carga mundial de morbilidad en 2017, aproximadamente 3500 millones de personas padecían enfermedades bucodentales, con las caries permanentes como la enfermedad más común. Se estima que, en todo el mundo, dos mil trescientos millones de personas tienen caries dental en piezas permanentes y que más de quinientos treinta millones de niños padecen de caries en piezas dentarias deciduas (World Health Organization [WHO], 2022).

A través de una nota de prensa de la Dirección de Salud Bucal del Ministerio de Salud (2021), la caries dental es identificada como la enfermedad más común entre las niñas y niños peruanos. En la actualidad, nueve de cada diez menores la padecen, lo que afecta su desarrollo físico, emocional y cognitivo, limitando además su desarrollo dentro de la sociedad. La caries, el mal aliento, la pérdida de piezas dentarias, la inflamación y el sangrado de las encías suelen afectar la capacidad de comunicación de las personas y la autoestima, e incluso empeorar enfermedades crónicas como las afecciones respiratorias y vasculares, entre otras.

Debido a sus las propiedades estéticas, las resinas compuestas son muy populares para las restauraciones dentales (Yadav y Kumar, 2019). La resistencia a la compresión es una de las propiedades mecánicas más importante que afecta el desempeño del composite dental. Se han llevado a cabo muchos estudios para estudiar la resistencia a la compresión de los composites dentales (Kumar et al., 2015).

### 1.1 Descripción y formulación del problema

Las resinas compuestas, material de preferencia por parte del paciente que asiste a un servicio dental, poseen una gran demanda en los tratamientos dentales debido a su buena estética, funcionabilidad, fácil manipulación y costo en el campo de la odontología (Chaple y Gispert, 2015). Es un material que ha evolucionado mucho en sus componentes llegando a tener partículas de relleno de refuerzo de tamaño micro y nanohíbridas. Es el material más

utilizado para realizar restauraciones, dejando en el pasado el uso de las amalgamas. Las diversas marcas que se encuentran en el mercado presentan diferentes partículas y componentes que potenciarían sus características (Lampert, 2020).

Las resinas compuestas microhíbridas son de mayor carga inorgánica y de mayor dimensión de partículas en comparación a las resinas nanohíbridas. Las resinas microhíbridas resultan de la combinación de partículas de vidrio y óxido de silicio; son de manipulación fácil, tienen estabilidad de color, imitan bien colores subyacentes y son resistentes (Nocchi, 2008; Gutierrez, 2017).

Sin embargo, Machaca refiere que las resinas nanohíbridas, dentro sus propiedades presentan una resistencia alta al desgaste, una buena estética, textura superficial y propiedades físicas mejores que las microhíbridas (Vargas, 2017); éstas son parecidas a las resinas microhíbridas pero tienen nanopartículas de relleno en la matriz resinosa (Gutiérrez, 2017).

El profesional debe tener conocimiento de las propiedades mecánicas de este material, dentro de ellas tenemos la resistencia a la compresión, la cual definimos como la máxima tensión que podría soportar una estructura sin obtener una determinada deformación o tensión aplicada en el punto de fractura que incide sobre el centro del diámetro del cuerpo; es decir son dos fuerzas opuestas que coinciden en un punto; como ejemplo tenemos a la oclusión durante el acto masticatorio. (Anusavice, 2004).

En esta investigación se estudió la efectividad de la resistencia a la compresión y se observó cuál de éstas resinas microhíbrida (Z250™ 3M ESPE) y nanohíbridas (Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTENE) logra restauraciones dentales aceptables, que sean de mayor fuerza y de bajo costo.

¿Cuál de las resinas de relleno microhíbrida (Z250™ 3M ESPE) y nanohíbridas (Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTENE) tiene mayor resistencia a la compresión?

## 1.2 Antecedentes

Patil et al. (2021) en India realizaron un estudio con el objetivo de evaluar in vitro la resistencia a la flexión de dos materiales de resina compuesta más nuevos. Material y Métodos: Veinticuatro muestras se dividieron equitativamente en dos grupos: G1 -Brilliant EverGlow y G2: Brilliant NG. Los bloques rectangulares de 25 mm de largo, 2 mm de ancho y espesor se prepararon a partir de dos materiales compuestos. Los bloques se crearon aplicando compuestos a un molde dividido personalizado y se formaron entre dos placas de vidrio paralelas. Antes de fotopolimerizar, los bloques se cubrieron con tiras de cinta celuloide y se enjuagaron durante 10 segundos en agua. Posteriormente se almacenaron en agua destilada durante 24 horas a 37°C y 100% de humedad antes de realizar el ensayo. Cada muestra se colocó dentro de un marco adecuado de aluminio. La longitud del espacio entre el soporte fue de 21 mm y la velocidad de la cruceta de 1 mm/minuto. Los datos fueron sometidos a una prueba t independiente. El nivel de significación se fijó en  $p < 0,05$ . Resultados: Se observó una menor resistencia a la flexión en G1 (77,43 Mpa) en comparación con G2 (118,70 Mpa) ( $p < 0,001$ ). Conclusión: Se encontró que el material de resina compuesta nanohíbrida universal tiene una mayor resistencia a la flexión que el material compuesto híbrido submicrónico universal.

Monteza (2018) en Ecuador, llevaron a cabo una investigación experimental in-vitro en el cual se crearon sesenta bloques con resina compuesta de tipo nanohíbrida (Tetric® N-Ceram Bulk Fill), veinte para el grupo control, veinte para el GE1 (agua=60°/60min) y veinte para el GE2 (calor seco=120°/20min), según la norma ISO 4049. Las medidas de los bloques fueron de veinticinco mm de largo por dos mm de ancho por dos mm de alto, las cuales se sometieron a una prueba mecánica de flexión en 3 diferentes puntos con un equipo de ensayo universal (MARSHALL PS25) con una velocidad de 1,7 mm por minuto antes de producir que el material se fracture. El análisis de estadística fue mediante la prueba T-Student, en el que se obtuvo

como resultados que la resistencia a la flexión de GC era de 111,19 MPa, del grupo GE1 fue de 105,30 MPa y del grupo GE2 fue de 115,61 MPa. Se obtuvo que en todos los grupos se superó el mínimo valor de resistencia a la flexión de 80 MPa, este valor se establece mediante la norma ISO 4049; Sin embargo, es importante destacar que la técnica de termopolimerización agregada con calor seco mejoró esta propiedad.

Sezin et al. (2018) en Argentina, realizaron ochenta y ocho especímenes con medidas de 25 mm por 2 mm por 2 mm, estos fueron divididos en once grupos de ocho según el tipo de resina. La distribución se llevó a cabo de la siguiente manera: Los primeros grupos son el Filtek Z350 XT, el Rok, el Filtek P60, el Filtek Z250 XT, el Polofil Supra, el Te-Econom Plus, el Grandio, el Brilliant New Line, el Prisma AP.H, el Wave Flow y el Brilliant Flow. Conservaron cuatro muestras durante 24 horas, mientras que cuatro más fueron conservadas durante 30 días. Aplicar en una carga de tres puntos hasta la fractura con un equipo de ensayo universal con velocidad de 1 mm por minuto. Aplicaron la prueba estadística de Kruskal Wallis para el análisis estadístico. Resultados: A las 24 horas, la resistencia a la flexión (MPa) fue: valores más altos El filtek Z250 XT tiene una puntuación de  $112,25 \pm 4,52$ , el filtek P60 tiene una puntuación de  $110,75 \pm 6,43$  y Grandio tiene una puntuación de  $109,98 \pm 9,12$  y menos Brillant ( $49,00 \pm 2,27$ ). Los valores de Grandio ( $124,35 \pm 14,78$ ), Filtek P60 ( $119,98 \pm 11,60$ ) y Rok ( $59,50 \pm 4,94$ ) fueron más altos con diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ). Módulo que es elástico Los valores más altos fueron para el grupo Grandio ( $8,33 \pm 0,46$ ), seguido del grupo Filtek Z250 XT ( $6,96 \pm 0,51$ ), en tercer lugar el grupo Filtek P60 ( $6,46 \pm 0,29$ ) y los más bajos para Filtek P60 en 24 horas (GPa). Fluido brillante ( $1,52 \pm 0,16$ ). Los valores Grandio más altos ( $10,51 \pm 0,47$ ) y Wave Flow más bajos ( $2,17 \pm 0,13$ ) se presentan con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). El aumento de los valores en ambos ensayos fue significativamente influenciado por el factor tiempo ( $p < 0,05$ ). Concluyeron que las resinas compuestas estudiadas tuvieron un comportamiento diferente, a diferencia de las resinas Rok

y Filtek Z250 XT, las cuales presentaron valores aproximadamente parecidos, el factor tiempo influyó en el aumento de los valores.

Huver (2021) en Brasil, realizaron un estudio experimental *in vitro*, analizaron ochenta bloques cilíndricas con las resinas Filtek™ One Bulk Fill, dividiendo la mitad ( $n=40$ ) en grupos de distribución equitativa ( $n=10$ ). Utilizaron matrices hechas con teflón con un espesor de dos milímetros y una cavidad en el medio de cuatro milímetros de diámetro, se tomaron todas las muestras de acuerdo con ISO 4049. Seleccionaron el fotocurado estándar cuatro veces, el cual es recomendado por el fabricante. Entonces, los bloques del grupo 1 (G1) fueron expuestos a la lámpara de fotopolimerización durante cinco segundos; las muestras del grupo 2 (G2) se expusieron diez segundos; los bloques del grupo 3 (G3) se fotopolimerizaron durante quince segundos; y los bloques del grupo 4 (G4) se expusieron a la lámpara durante 20 segundos. Las muestras fueron almacenadas en un frasco oscuro que contenía agua destilada colocada sobre una estufa durante 48 horas con temperatura de  $37^{\circ}\text{C}$  antes del ensayo. Realizaron un análisis estadístico de tipo comparaciones múltiples de valores, ANOVA, la prueba T para la dureza de Knoop y la compresión diametral. Los resultados mostraron que G1 tuvo los valores más bajos en la prueba de microdureza de Knoop ( $35,73 \pm 6,2$ ), seguido de G2. Por otro lado, el grupo 3 y 4 no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos. G1 obtuvo el valor más bajo en la prueba de compresión diametral ( $1387,76 \pm 190,51$ ) en comparación con los otros grupos. No encontraron diferencias significativas entre los grupos experimentales G2, G3 y G4.

Ferooz et al. (2020) en Australia, llevaron a cabo una investigación con el objetivo de evaluar la dureza y la estabilidad del color de cinco compuestos de resina sometidos a diferentes métodos de pulido después de inmersión en agua destilada o ácido láctico durante un período de tres meses. Técnicas y materiales utilizados: Se analizaron dos microhíbridos, Filtek P60 y Filtek Z250, así como tres compuestos nanohíbridos: Paradigm (3M ESPE), Estelite Sigma

Quick (Tokuyama) e Ice (SDI). Se prepararon muestras en forma de disco (10 x 1,5 mm) y se sumergieron durante 24 horas en agua destilada. Después, se pulieron con papel de carburo de silicio, el sistema de pulido Shofu o se dejaron sin pulir (control). Después de uno, 45 y 90 días de almacenamiento en agua destilada o ácido láctico, se utilizaron espectrofotómetros y durómetros Vickers digitales para determinar los valores CIE y la microdureza, respectivamente (n=10). Resultados: Ice mostró el mayor cambio de color, mientras que Paradigm y Filtek P60 mostraron el menor. Los materiales probados mostraron decoloración debido a múltiples factores, y el material, el método de pulido y el intervalo de tiempo influyeron en los medios de almacenamiento. Paradigm tuvo la dureza más alta y Estelite la más baja. En comparación con el agua destilada, el ácido láctico demostró una dureza significativamente mayor después de 45 días ( $p = 0,014$ ) e incluso después de 90 días ( $p < 0,001$ ). Resultados: La microdureza de los compuestos de resina y la estabilidad del color no fueron afectadas negativamente por un ambiente ácido.

López (2018) en Perú, realizó un estudio que fue experimental, prospectivo, transversal y comparativo. Construyó veinticuatro bloques cilíndricos con medidas de 8 mm de altura por 4 mm de diámetro, para luego dividirlos en tres grupos de ocho bloques cada uno, según la resina utilizada. Después de eso, fueron colocados en frascos de agua destilada (30 mL) y se mantuvieron durante 24 horas en la estufa a 37 grados Celsius. Realizó con un equipo de ensayo universal digital CMT-5L de LG la prueba de resistencia a la compresión, que registró la fuerza ejercida cuando el bloque se fractura. Utilizó las pruebas Post Hoc de Tukey y la prueba ANOVA de un factor. La resistencia compresiva obtenida de Filtek Bulk Fill fue de 195,84 MPa, mientras que en la Filtek Z250XT fue de 289,39 MPa y en la Filtek P60 de 268,83 MPa. La Filtek Bulk Fill se contrastó con las otras resinas Filtek Z250XT y Filtek P60, sin embargo, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa.

Falcón y Acurio (2017) en Perú, evaluaron 136 bloques cilíndricas de 4 mm de diámetro y 2 mm de espesor o 4 mm de espesor, que se dividieron en ocho grupos (n=17): G1 Sonic Fill™ (4x2mm), G2 Sonic Fill™ (4x4mm), G3 Tetric® N-Ceram Bulk Fill (4x2mm), G4 Tetric® N-Ceram Bulk Fill (4x4 mm), G5 Filtek™ Z250 XT (4x2 mm), G6 Filtek™ Z250 XT (4x4mm), G7 Te-Econom Plus® (4x2mm) y La máquina Instron® se utilizó para evaluar la resistencia compresiva y una velocidad de desplazamiento fija de 1,0 milímetro por minuto. En el análisis estadístico, utilizaron las pruebas t Student, U de Mann-Whitney, ANOVA y Kruskal-Wallis. Resultados: Tetric® N-Ceram Bulk Fill (310,06-4x2mm, 303,87-4x4mm) demostró una resistencia compresiva mayor que SonicFill™ para las resinas Bulk Fill. Filtek™ Z250 XT (295,9-4x2mm, 289,7-4x4mm) superó a Te-Econom Plus® en resistencia compresiva para resinas convencionales. Tetric® N-Ceram Bulk Fill demostró tener los valores compresivos más altos en bloques de ambos espesores 4x2mm 0,122 y de 4x4mm 0,333 cuando se compararon todos los grupos, encontrando diferencias significativas para ambos espesores (p=0,001\*-4x2mm, p=0,004\*-4x4mm). Concluyeron que, de acuerdo a su propiedad mecánica superior de resistencia compresiva comparada con otros evaluados, Tetric® N-Ceram Bulk Fill puede ser una mejor elección para restauraciones posteriores.

Tejada et al. (2020) en Perú, llevaron a cabo una investigación, que fue de tipo experimental, prospectivo, transversal, analítico y de comparación. La muestra consistió en ocho bloques de resina de nanopartículas y ocho bloques de resina de tipo suprananopartículas. Utilizaron un equipo universal de ensayos Metrotest. Aplicaron la prueba estadística de Shapiro-Will, la cual evaluó la normalidad del conjunto de datos, y después luego aplicaron la prueba T-student. Los resultados demostraron que la resina de tipo nanoparticulada obtuvo una resistencia a la compresión mayor, obteniendo un promedio de 148,47 MPa, mientras que la resina de tipo suprananoparticulada obtuvo un promedio menor de 92.09 MPa. La conclusión

fue que las resinas de tipo nanoparticulada demostraron una resistencia a la compresión mayor que las resinas de tipo suprananoparticulada.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

-Evaluar la resistencia a la compresión in vitro de los cilindros fabricados con resina microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M ESPE) y las resinas nanohíbridas (Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTENE) sometida a una máquina de ensayo universal.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

-Establecer la resistencia a la compresión in vitro de los cilindros fabricados con resina microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M ESPE) de 4x10 mm sometida a una máquina de ensayo universal.

-Establecer la resistencia a la compresión in vitro de los cilindros fabricados de la resina nanohíbrida (Luna™ ISD) de 4x10 mm sometida a una máquina de ensayo universal.

-Establecer la resistencia a la compresión in vitro de los cilindros fabricados de la resina nanohíbrida (Brilliant NG™ COLTENE) de 4x10 mm sometida a una máquina de ensayo universal.

-Comparar la resistencia a la compresión in vitro de los cilindros fabricados con resina microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M ESPE) y las resinas nanohíbridas (Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTENE) sometidas a una máquina de ensayo universal.

### **1.4 Justificación**

La presente investigación tiene importancia teórica porque pretende aumentar la evidencia sobre una de las propiedades mecánicas de las resinas compuestas que se utilizan frecuentemente por el odontólogo y del cual hay pocos estudios. Además, de conocer las

propiedades de las marcas de resinas de venta en nuestro medio con respecto a su resistencia a la compresión.

Esta investigación tiene justificación práctica porque es importante para el cirujano dentista conocer las propiedades de las resinas comercializadas en nuestro medio, los resultados sobre la solidez comprensiva permitirán al cirujano dentista tomar una correcta decisión al utilizar un material adecuado que se verá posteriormente reflejado en la duración y resistencia de las restauraciones dentales en sus pacientes.

Además de importancia social debido a que los pacientes serán beneficiados porque de acuerdo a los resultados brindados en esta investigación se reconocerá la resina con mejor propiedad de resistencia a la compresión, el cual será indicado en pacientes con antecedentes de fracturas de restauraciones por diversos motivos como el bruxismo.

## **1.5 Hipótesis**

La resistencia a la fragmentación comprensiva de la resina microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M ESPE) es mayor que de las resinas nanohíbridas (Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTENE) debido a su gran tamaño de partículas.

## II. Marco Teórico

### 2.1 Bases Teóricas sobre el Tema de la Investigación

#### 2.1.1 *Desarrollo de la historia de las resinas compuestas*

En el siglo XX durante la primera mitad, los silicatos era el material de restauración con mayor estética además que se asemejaba al color del diente, pero poseían muchas desventajas y la principal era el desgaste que padecían a corto tiempo de ser colocados. A finales de los años 40, aparecieron resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) reemplazando a silicatos, estas últimas poseían un color similar a los dientes, no se diluían al entrar en contacto con los fluidos de la cavidad oral, de fácil manipulación y tenían un costo bajo, pero de la misma forma que los silicatos tenían una resistencia al desgaste baja y contracción de polimerización muy avanzada provocando mucha filtración marginal (Rodríguez y Pereira, 2008).

Los primeros materiales restauradores en aparecer fueron los poliméricos, específicamente las resinas acrílicas, que tuvieron un éxito relativo entre los años de 1940 e inicios de 1950. No obstante, debido a sus características como la resistencia al desgaste baja, el coeficiente de expansión térmica alto y la contracción de polimerización alta, por lo cual los fabricantes decidieron agregar partículas inorgánicas al material para evitar estas deficiencias. Sin embargo, una ausencia de unión entre la matriz polimérica y las partículas de carga resultó en errores en el interior del material, lo que obtuvo como resultado cambios de color (manchas) causados por los fluidos de la cavidad bucal y disminuyendo la resistencia al desgaste, provocando el desprendimiento de todas las partículas de carga que están en la superficie de los materiales.

Bowen introdujo un nuevo tipo de resina en el mercado odontológico a mediados de la década de 1960. Se componía de bis GMA, la cual es una molécula que se produce por la reacción del bisfenol-A y el glicidil metacrilato, y estaba compuesta por las partículas de carga

que están silinizadas y que tenían la capacidad de crear una unión química con la matriz orgánica. El BIS.GMA tenía un mayor peso molecular y una menor contracción de polimerización en comparación con el metacrilato (Nocchi, 2008).

Con la llegada del curado por rayos ultravioleta a finales de los años 70, se hizo popular un primer informe de curado con luz azul visible aplicado en los materiales de relleno; a inicio de los 90 el material restaurador universal más utilizado fueron los composites presentaban una buena plasticidad en la aplicación de la técnica directa, capacidad de adherirse al diente mediante procesos adhesivos (Valle et al., 2018)

La amalgama fue el material de mayor uso en el medio de la odontología, sin embargo la ciencia de las resinas ingresa para hacerse presente dentro del campo de la estomatología restauradora, presentando así una serie de ventajas importantes en la protección sin embargo presentaban imperfección en la retracción de la polimerización. La evolución de las resinas compuestas nos lleva a un desarrollo de los materiales que tienen una mejora en comparación a las instancias anteriores. En relación a la historia, ha habido materiales de restauración como la amalgama que han permanecido en el tiempo, sin embargo las resinas han mejorado al material antes descrito (Méndez, 2014).

### ***2.1.2 Definición de resinas compuestas***

Las resinas compuestas o composite están compuestas por una matriz orgánica, la matriz inorgánica y un agente de unión entre ambas matrices, la matriz inorgánica o relleno presenta grupos silánicos en un extremo y también grupos metacrilatos en el otro extremo, es la fase inorgánica de quien dependen las propiedades físicas y mecánicas del composite, ayuda a que el coeficiente de expansión térmica disminuya, también que disminuya la contracción al finalizar el curado, y mejora la manipulación y estética (García et al., 2006).

Las resinas compuestas llegaron para reemplazar a las amalgamas debido a que presentaban óptimas propiedades físicas como mecánicas pero sobre todo por poseer mejor estética, este material tiene una semejanza demasiado al color natural de una pieza dentaria siendo este el más solicitado por los pacientes devolviéndole la armonía total y balance en el sector anterior y posterior (Saldarriaga y Peláez, 2003).

### ***2.1.3 Componentes de las resinas compuestas***

**2.1.3.1 Matriz orgánica.** Está compuesto por un sistema de monómeros mono, di o trifuncionales, con la alfa-dicetona (canforquinona) en combinación con la amina alifática terciaria cuya fórmula química es 4-n,n-dimetilaminofetil alcohol, DMAPE, un sistema de estabilizadores o inhibidores como el éter monometílico de hidroquinona, para que el producto tenga mayor durabilidad y propiedades absorbentes de la luz ultravioleta por debajo de los 350 nm. Hasta el momento, el bis-GMA es el monómero que más se ha utilizado en estos composites, ya sea solo o en conjunto al dimetacrilato de uretano. Además, el dimetacrilato de bisfenol A (Bis-MA), el trietilenglicol-dimetacrilato (TEGDMA), el etilenglicol-dimetacrilato (EGDMA), el metilmetacrilato (MMA) o el dimetacrilato de uretano tienen un porcentaje de peso molecular más alto (Moradas, 2017)

**2.1.3.2 Matriz inorgánica.** Potencia las propiedades mecánicas de los composites y disminuye el porcentaje de matriz orgánica generando contracción de polimerización, abrasión, fragilidad, resistencia compresiva, dentro de los más usados tenemos al vidrio (<6µm, mayor radiopacidad, favorece a la detección de caries, en la actualidad se encuentra presente en las resinas), sílice coloidal (0.04-0.4µm, buen pulido, baja radiopacidad y poca resistencia mecánica), cuarzo fundido (12µm, fue uno de los más usados, en la actualidad ya no se emplea por su falta de radiopacidad, mal pulido, coeficiente de expansión térmica alto), silicato de litio, silicato de aluminio, bario, zirconio, etc. (Quispe y Limachi, 2018).

**2.1.3.3 Agente de unión o acoplamiento.** Es el que se encarga de generar la unión entre la matriz orgánica e inorgánica, es una molécula que cumple dos funciones y que presenta unos grupos metacrilatos (C=C) de un extremo y grupos silanos (Si-OH) del otro extremo, el que más se utiliza es el silano. El  $\gamma$ - metacril-oxipropil trimetoxi-silano (MPS) es usado con más frecuencia, mejora las características físicas y mecánicas de las resinas, proporciona estabilidad hidrolítica en el interior de las resinas, transfiere las tensiones de la matriz orgánica (fase flexible) a la matriz inorgánica (fase rígida) (Blanco, 2013).

**2.1.3.4 Sistema iniciador-activador de polimerización.** En las resinas químicamente activadas, el peróxido de benzoilo y las aminas terciarias aromáticas funcionan como los iniciadores que son más usados para la polimerización, siendo la N, N-dihidroxietil-p-toluidina (DHEpT) la amina terciaria aromática más empleada. Las resinas activas por luz visible se originan por la interacción de los radicales libres y los componentes orgánicos expuestos ante la luz ultravioleta, el fotoiniciador es una alfa-dicetona (canforquinona) combinado con un agente reductor 4-N, N-dimetilaminofetil alcohol (DMAPE). El éter monometílico de hidroquinona es inhibidor del proceso de polimerización espontánea y proporciona más tiempo de trabajo para el clínico. (Nodarse, 1998).

### **2.1.3 Clasificación de las resinas de acuerdo al tamaño del relleno**

**2.1.4.2 Macro relleno.** El tamaño de la partícula varía entre 8-80 $\mu$ m, dentro de los rellenos que predominaron fue el cuarzo y también el vidrio de estroncio, este cuarzo ofrece altas propiedades estéticas pero nula radiopacidad, a diferencia del cuarzo el vidrio de estroncio o el bario en el que prevalece la radiopacidad pero brinda pobre estética, estas dejaron de ser utilizadas por presentar propiedad mecánicas y físicas deficientes (Urzúa, 2017).

**2.1.4.1 Micro relleno.** El tamaño de la partícula varía entre 0,04-0,4 $\mu$ m, como material principal tenía al sílice coloidal, están indicadas para las restauraciones del sector anterior,

mejor pulido ofreciendo un brillo y superficie lisa, no se indica para el sector posterior debido a su módulo de elasticidad y mayor porcentaje de sorción acuosa. (Urzúa, 2017).

**2.1.4.2 Híbridadas.** El tamaño de las partículas varía entre 0.6-1nm incorporando el sílice coloidal (0,04nm), el objetivo de este relleno era obtener mejores propiedades mecánicas que las macro relleno y a la vez de alta estética como los micro relleno, pero aún en la actualidad su pulido es un poco deficiente (Urzúa, 2017).

**2.1.4.3 Micro híbridadas.** El tamaño de las partículas varía entre 0.4-0.1 $\mu$ m, combina las características mecánicas y físicas de las resinas híbridadas y la estética de las resinas de microrrelleno, alta estética y resistencia al desgaste. (Urzúa, 2017).

Debido al tamaño de sus partículas de relleno estas resinas son utilizadas para restauraciones amplias en el sector posterior y anterior, así como en las restauraciones estéticas por su alto brillo luego de realizar una correcta técnica de pulido, las características mecánicas son menores comparadas con las resinas de nanorrelleno (Aguirre, 2019).

**2.1.4.4 Nanorrelleno.** El tamaño de las partículas es menor a 10nm (0.01 $\mu$ m), está asociado en nanoclusters de 75nm, posee optimas propiedad mecánicas y físicas (resistencia a la compresión, tracción y a la fractura). (Urzúa, 2017).

Al tener un tamaño menor de partículas de relleno su grado de contracción será menor, otorgándole al material mayor dureza y resistencia a la fractura además de ofrecer una superficie lisa y brillante, se recomienda realizar el pulido luego de las 24 horas. (Suárez y Lozano, 2014).

**2.1.4.1 Nanohíbrida.** El tamaño de las partículas varía entre  $0.10\mu\text{m}$  combinada con submicrones ( $0,2-10\mu$ ), esta supera en resistencia a las demás resinas con diferentes tamaños de relleno, posee óptimas propiedades físicas, mecánicas y alta estética (Urzúa, 2017).

Las resinas nanohíbridas presentan buen acabado luego de realizado el pulido pero va a depender de la técnica e instrumentos por el que se opte utilizar, esto favorecerá a una superficie libre de rugosidades y brillante, está conformado por relleno de vidrio y resinas de nanorrelleno (Midobuche et al., 2016).

### **2.1.5 De acuerdo a su viscosidad o consistencia**

**2.1.5.1 Resinas compuestas de baja viscosidad o fluidas.** Aparecen a mediados del año 1996 como cambios de las resinas compuestas de partículas pequeñas y de las resinas híbridas, presentan menor porcentaje de matriz inorgánica generando mayor desgaste, se le han añadido modificadores reológicos (diluyentes) para disminuir su viscosidad y fluidez; posee alta contracción de polimerización (4-7%), insuficiente radiopacidad, dentro de sus ventajas es que fluyen en pequeños socavados, se introduce de forma más homogénea en todas las irregularidades, menor presencia de burbujas de aire, bajo módulo elástico, alta elasticidad. Está indicado para abfracciones, restauraciones clase V, restauraciones pequeñas oclusales o como base cavitatoria (García et al., 2006).

Las resinas de baja viscosidad son más fluidas en contraste con la resina compuesta convencional, contenía menor relleno inorgánico y se le eliminaron modificadores reológicos (diluyentes) lo cual mejora su manipulación, el relleno puede tener una cantidad que varía entre 51% a 65% en peso y en volumen varia de 36% a 50%, poseen resistencia al desgaste y sencillo pulido (Marval y Navarro, 2020).

**2.1.5.2 Resinas compuestas de alta viscosidad, condensables, de cuerpo pesado, compactables o empacables.** Surgen a fines de los años 90, presentan mayor porcentaje de matriz inorgánica o de relleno, son renuentes al desplazamiento al ser insertados, la complicada adaptación entre capa y capa de resina dificulta su manipulación por ende ofrece poca estética dentro de sus desventajas, están indicadas para restauraciones clase I, II y VI, para mejor los resultados de estas resinas de alta viscosidad es haciendo uso de la resina fluida como liner (García et al., 2006).

Las resinas de cuerpo pesado proporcionan una viscosidad muy parecida a la amalgama, su elevada composición de relleno logra de manera inevitable no condensar el material para una mejor adaptación al restaurar una cavidad, son de muy alta resistencia al desgaste y elevado módulo de elasticidad, la cantidad de relleno varía entre 77-83% en peso y en volumen varia de 65-71% (Marval y Navarro, 2020).

**2.1.5.3 Resinas compuestas de intermedia viscosidad.** Presentan un índice de desgaste bajo, resistencia a la fatiga baja, elevada elasticidad, a su matriz inorgánica le corresponde de 60 a 68% en volumen y 72-82% en peso (Marval y Navarro, 2020).

## **2.1.6 Propiedades de las resinas**

**2.1.6.1 Resistencia al desgaste.** Es la oposición a la pérdida de superficie que presentan las resinas compuestas al contacto con estructuras dentarias, el bolo alimenticio y otros elementos, esto conlleva a la disminución de la estructura anatómica de las restauraciones. Esta propiedad está relacionada a la forma, el tamaño, la localización de la restauración en la arcada dental así como la cantidad de las partículas que tiene el relleno. A más porcentaje de relleno, el tamaño es menor, la dureza de sus partículas es mayor dando como resultado una resina con menor abrasividad (Rodríguez y Pereira, 2008).

**2.1.6.2 Textura superficial.** La uniformidad de la superficie está asociada con el tamaño, tipo y cantidad de partículas de relleno además de la correcta técnica de pulido para obtener un mejor acabado y superficie lisa; una superficie rugosa provoca acumulación de placa bacteriana. Una adecuada técnica de pulido alcanza una mejor energía superficial, y evita que se adhiera la placa bacteriana, alargando el tiempo de restauración de resina compuesta (Rodríguez y Pereira, 2008).

**2.1.6.3 Coeficiente de expansión térmica.** Se define como la velocidad en el que ocurre el cambio dimensional por unidad del cambio de la temperatura, un coeficiente menor de expansión térmica es relacionado a una adaptación marginal mejor. Cuanto más acercamiento se dé entre el coeficiente de expansión térmica de la resina con el coeficiente de expansión térmica que tienen los tejidos dentarios, es menor la probabilidad de la formación de espacios marginales, el coeficiente de expansión térmica de la estructura dental es tres veces menor que de la resinas compuesta; las restauraciones pueden alcanzar temperaturas menor a los 60°C (Rodríguez y Pereira, 2008).

**2.1.6.4 Sorción acuosa (adsorción y absorción) y expansión Higroscópica.** Las resinas al contener agua causan un fenómeno denominado degradación hidrolítica, es decir una matriz más soluble, a porcentaje menor de relleno es mayor la sorción acuosa, las resinas híbridas brindan menor sorción acuosa en comparación con las demás partículas de relleno (Rodríguez y Pereira, 2008).

**2.1.6.5 Resistencia a la fractura.** Es la máxima tensión que presenta un cuerpo antes de ser fracturado, las resinas condensables o de alta viscosidad poseen mayor resistencia a la fractura porque distribuyen de manera proporcional las fuerzas del acto masticatorio (Rodríguez y Pereira, 2008).

**2.1.6.6 Resistencia a la compresión y a la tracción.** A mayor porcentaje y tamaño de la matriz inorgánica, mayor será la resistencia a la compresión y la tracción, dentro de las estructuras del diente, es la dentina a comparación de las demás partes del diente la que tiene similar resistencia a la tracción y compresión (Rodriguez y Pereira, 2008).

La resistencia a la compresión se define como la facultad que tiene un cuerpo de resistir fuerzas verticales, durante el proceso masticatorio las fuerzas proyectadas sobre las restauraciones podrían fracturar la restauración o hasta la misma pieza dental por esa razón la resistencia a la compresión es considerada la característica mecánica más relevante de las resinas compuestas (Nicoluzzi et al., 2008).

Es la máxima tensión bajo cargas de presión que debe soportar un composite antes de llegar a fracturarse o deformarse, las causas de fracaso de las resinas compuestas se deben a fractura o filtración de los bordes marginales generando a un recambio de la restauración, los movimientos que se realizan durante el acto masticatorio o movimientos anormales ocasionan fuerzas altamente compresivas, es considerada una de las propiedades mecánicas más importantes se debe considerar que cada pieza dentaria posee una fuerza compresiva individual (Veas, 2021).

**2.1.6.7 Módulo de elasticidad.** El tamaño de las partículas de relleno que componen a las resinas compuestas son las que van a determinar la resistencia a la compresión, flexión y elasticidad de los composites, un material más flexible presentará un módulo de elasticidad demasiado bajo, por lo que las resinas compuestas fluidas o de baja viscosidad van a presentar mayor módulo de elasticidad, es por esta razón que las resinas compuestas fluidas son indicadas en las restauración clase V. (Sezin et al., 2018).

**2.1.6.8 Estabilidad del color.** Las resinas compuestas presentan una variada gama de colores en comparación a los ionómeros de vidrio, estos se asemejan demasiado al color natural de la pieza dentaria, el término composite es definido como la combinación de 2 fases químicas diferentes que obtienen un producto final con características superiores a las que se obtendrían de forma individual (Argento et al., 2019).

La variación de color de los composites a mayor o menor grado se debe a factores intrínsecos como la alteración en la composición de la matriz inorgánica o orgánica, el poco tiempo de polimerización; o factores extrínsecos como una mala técnica de pulido o los hábitos alimenticios propias del paciente (Arcos et al., 2019).

Un estudio determina que la variación de color se presenta más en las resinas químicamente activadas a diferencia de las resinas con activación por luz. La decoloración interna de los composites se puede dar por oxidación de las aminas terciarias así como penetración de los colorantes provenientes de los alimentos provocando machas superficiales en las resinas compuestas (Rodriguez y Pereira, 2008).

**2.1.6.9 Radiopacidad.** Esta propiedad de las resinas compuestas le permite al odontólogo poder evaluar los contornos y márgenes de las restauraciones, diferencias la caries secundaria entre una restauración y la estructura dentaria. En la actualidad los compuestos de circonio son incorporados en las resinas compuestas junto con la matriz de relleno para lograr la radiopacidad, poseen baja toxicidad y son químicamente inertes (Veranes et al., 2007).

Es definida como la capacidad que posee un material a través de sus átomos de absorber radiaciones X, a mayor peso atómico mayor será la absorción de la radiación, dentro de los radiopacificadores más utilizados tenemos al Bario, Plata, Bismuto, Estroncio, Calcio, Zirconio, Zinc; esto va a ayudar a determinar la calidad de la restauración, observar la presencia de caries secundaria, bordes marginales y porosidades, material correctamente compactado (Lei et al., 2020).

**2.1.6.10 Contracción de polimerización.** Durante la polimerización existen ocurren fenómenos sobre el material: el desarrollo que tienen las características mecánicas óptimas del tipo de resina que se han elegido y la contracción de polimerización, además de un cambio que ésta produce. Este suceso es producido a lo largo del tiempo y es así que se menciona la dinámica de la polimerización. La contracción de la polimerización pasa cuando un monómero es convertido en un polímero. Este proceso se refiere a la disminución del volumen de la masa de la resina compuesta mientras ocurre la polimerización. La contracción de polimerización es una característica inherente en los composites que no se puede evitar (Rodríguez y Pereira, 2008).

La composición de relleno inorgánico, su cantidad y su grado de conversión determinan la cantidad de contracción que experimenta un composite. A medida que aumenta el porcentaje de relleno, la cantidad de resina disminuye y, por lo tanto, la cantidad de la contracción. A causa de la relación que tiene la contracción de polimerización y el grado de conversión, debemos prestar mucha atención al parámetro último porque tiene un impacto significativo en las características físico-mecánicas de la restauración, como la resistencia a la compresión, la resistencia al desgaste y la tracción, la absorción de agua, la biocompatibilidad, la estabilidad dimensional y del color (Morada y Álvarez, 2017).

### **2.1.9 Fuerzas comprensivas**

Se define como las fuerzas verticales que debe soportar o resistir un cuerpo antes de fracturarse.

**Resistencia compresiva.** Es la máxima tensión bajo cargas de presión que debe soportar un composite antes de llegar a fracturarse o deformarse, las causas de fracaso de las resinas compuestas se deben a fractura o filtración de los bordes marginales generando a un recambio de la restauración, los movimientos que se realizan durante el acto masticatorio o

movimientos anormales ocasionan fuerzas altamente compresivas, es considerada una de las propiedades mecánicas más importantes se debe considerar que cada pieza dentaria posee una fuerza compresiva individual (Tejada et al., 2020).

En la odontología restauradora es fundamental conocer las propiedades de las resinas que serán sometidas a fuerzas durante el acto masticatorio, éstas deben resistir el esfuerzo, la fatiga, el desgaste y la fractura, para la prueba mecánica de resistencia compresiva se aplica una fuerza progresiva de carga estática en dirección a su eje longitudinal hasta conseguir su rotura. (Bayona et al., 2010).

### **III. Método**

#### **3.1 Tipo de investigación**

De acuerdo a la intervención del investigador: Experimental

De acuerdo al tiempo de ocurrencia de los hechos: Prospectivo

De acuerdo al periodo y secuencia del estudio: Transversal

De acuerdo al análisis y alcance de los resultados: Comparativo.

#### **3.2 Ámbito temporal y espacial**

La investigación se ejecutó a cabo durante el mes de junio del año 2023 y se desarrolló en el Laboratorio de ensayos HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC, acorde con el ISO 3597-3 localizado en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, Perú.

#### **3.3 Variables**

##### **3.3.1 *Variable dependiente***

Resistencia a la compresión

##### **3.3.2 *Variable independiente***

Resinas compuestas

##### **3.3.3 *Operacionalización de variables***

VARIABLE	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA	VALOR
Resinas compuestas (Variable independent e)	Son materiales básicos en los que sus componentes están representados por una matriz orgánico polimerizable y un relleno cerámico que le otorga las características mecánicas y ópticas necesarias para restaurar piezas dentarias que hayan perdido tejido (Machi, 2000).	Tamaño del Relleno, cuyas Partículas / fibras de protección con figuran un periodo esparcido	( $\mu\text{m}$ ) El micrómetro, micrón o micra es una unidad de longitud equivalente a una milésima parte de un milímetro. (nm) El nanómetro es la unidad de longitud del Sistema Internacional de Unidades (SI) que equivale a unos mil millones partes de un metro ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) o a la millonésima	Nominal	Microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M ESPE)  Nanohíbrida (Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTEN E )

			parte de un milímetro.		
Resistencia a la compresión (Variable dependiente)	La resistencia compresiva es una tensión tangencial. De propiedad Física. (Floyd, 1964)	Máxima fuerza que soportará la muestra hasta antes de su fractura	F (fuerza Newtons) indicada por la máquina de ensayo universal Instom	Razón-continua	0-x MPa

### 3.4 Población y muestra

#### 3.4.1 Población

La población de estudio son las resinas microhíbrida y nanohíbridadas; tres grupos de resina

#### 3.4.2 Tipo de Muestreo

No probabilístico por conveniencia

#### 3.4.3 Muestra

La muestra estuvo dividida en tres grupos de resinas compuestas, se tomó como referencia a la ISO 3597-3 que corresponde a 8 muestras de resina para cada grupo experimental.

#### 3.4.5 Criterios de Selección

**3.4.5.1 Criterios de Inclusión.** Se indica lo siguiente:

- Las resinas a utilizar en la investigación no deben tener fecha de caducidad.
- Cilindros de 4 mm de diámetro por 10 mm de altura
- La muestra no debe tener cuerpos extraños en su interior

-La muestra no debe tener burbujas ni fisuras

**3.4.5.2 Criterios de Exclusión.** Se descarta lo siguiente:

-Las resinas compuestas caducadas.

-Cilindros que alojan las resinas que se encuentren en mal estado.

-Muestra con cuerpos extraños

-Muestras con burbujas y fisuras

### **3.5 Instrumentos**

-Máquina de ensayo universal ® CMT-5L (serie 7419)

-Pie de rey Mitutoyo (serie B23082834)

-Ficha de recolección de datos

### **3.6 Procedimientos**

Para esta investigación de resistencia comprensiva y resinas compuestas se confeccionaron 24 cilindros de una dimensión de 4 mm de diámetro y 10 mm de alto de resina compuesta (según ISO 3597-3) y se seleccionaron 8 cilindros para cada grupo

Grupo 1: 8 cilindros de resina microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M)

Grupo 2: 8 cilindros de resina nanohíbrida (LUNA™ ISD)

Grupo 3: 8 cilindros de resina nanohíbrida (BRILLIANT™ NG COLTENE)

Su fabricación se realizó a partir de un molde de nylon con medidas de 4mm de diámetro x 10 mm de alto, a la resina microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M) le correspondió 2.5mm por capa y a las resinas nanohíbrida (LUNA™ ISD) le correspondió 2 mm y (BRILLIANT™ NG COLTENE) 2mm.

La colocación de las capas de resina dentro del molde se realizó con la ayuda de la espátula de resina de manera uniforme y respetando el grosor ya antes mencionado de acuerdo al tipo de resina que usó, se compactó con el uso de un bruñidor, luego de cada incremento de resina se procedió al fotocurado por 40 segundos para lo cual se utilizó la Lámpara Valo Grand

(Ultradent), de 1200 mw/cm<sup>2</sup> de potencia de radiación en su potencia modo estándar con rango de onda entre 385 nm a 515 nm para los bloques de resina. Para esta investigación se aplicó un tiempo de 40 segundos indicado por el fabricante, cuando se colocó el último incremento se utilizó la platina de vidrio con la finalidad de compactar la resina, obtener una superficie lisa y libre de burbujas, y luego se procedió a la última fotopolimerización.

Después de terminar la fabricación de los 24 cilindros, que se dividieron en tres grupos, se procedió a pulir con discos Sof-lex para eliminar impurezas. Luego, en el laboratorio "HIGH TECHNOLOGY LABORATORY", se realizó una prueba de resistencia de compresión con una máquina digital de ensayo universal CMT-5L de LG. El cilindro se posicionó en forma vertical y se aplicó una carga compresiva a una velocidad de 0.75 mm/min en su centro diametral.

### **3.7 Análisis de Datos**

Posteriormente de haber realizado el test compresivo, se anotaron los resultados en fichas de recolección de datos, que luego fueron ingresadas en el SPSS versión 27, a fin de organizar los datos en tablas y gráficas, para su interpretación respectiva en relación a los resultados comparativos de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas.

### **3.8. Consideraciones Éticas**

La consideración ética a tomar en cuenta es el respeto a los derechos de autor sobre la información recogida, como el no utilizar la investigación para beneficiar a una marca en particular.

#### IV. Resultados

En esta investigación realizada en resinas reforzadas con zirconio, se evaluó la resistencia a la compresión in vitro de los cilindros fabricados con resina microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M ESPE) y las resinas nanohíbridas (Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTENE).

**Tabla 1**

*Resistencia a la compresión in vitro en los cilindros fabricados con resina microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M ESPE) de 4x10 mm sometida a una prensa hidráulica.*

		Resistencia a la compresión (MPa)			
		x	D.E.	Máximo	Mínimo
Resina	FILTEK™ Z250 3M ESPE	260,32	39,24	324,85	207,49

*Nota.* En la tabla 1 se observa que la resina FILTEK™ Z250 3M ESPE tiene un promedio de  $260,32 \pm 39,24$  MPa. Además, se encontró un valor máximo de 324,85 MPa y un valor mínimo de 207,46 MPa.

**Tabla 2**

*Resistencia a la compresión in vitro en los cilindros fabricados de la resina nanohíbrida (Luna™ ISD) de 4x10 mm sometida a una prensa hidráulica.*

		Resistencia a la compresión (MPa)			
		x	D.E.	Máximo	Mínimo
Resina	Luna™ ISD	191,28	19,26	231,21	177,93

*Nota.* En la tabla 2 se observa que la resina Luna™ ISD tiene un promedio de  $191,28 \pm 19,26$  MPa. Además, se encontró un valor máximo de 231,21 MPa y un valor mínimo de 177,93 MPa.

**Tabla 3**

*Resistencia a la compresión in vitro en los cilindros fabricados de la resina nanohíbrida (Brilliant NG™ COLTENE) de 4x10 mm sometida a una prensa hidráulica.*

		Resistencia a la compresión (MPa)			
		x	D.E.	Máximo	Mínimo
Resina	Brilliant NG™ COLTENE	167,17	20,69	197,04	129,00

*Nota.* En la tabla 3 se observa que la resina Brilliant NG™ COLTENE tiene un promedio de  $167,17 \pm 20,69$  MPa. Además, se encontró un valor máximo de 197,04 MPa y un valor mínimo de 129,00 MPa.

**Tabla 4**

*Resistencia a la compresión in vitro de los cilindros fabricados con resina microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M ESPE) y las resinas nanohíbridas (Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTENE).*

	Resistencia a la compresión (MPa)		Valor p	Comparaciones entre parejas	
	x	D.E.		Luna™	Brilliant NG™
				ISD	COLTENE
Resina FILTEK™ Z250 3M ESPE	260,32	39,24	<0,001*	0,044**	<0,001**
Luna™ ISD	191,28	19,26			0,335**
Brilliant NG™ COLTENE	167,17	20,69			

*Nota.* En la tabla 4 se observa que la resina FILTEK™ Z250 3M ESPE tiene el mayor promedio ( $260,32 \pm 39,24$  MPa) de resistencia a la compresión, seguido de la resina Luna™ ISD ( $191,28 \pm 19,26$  MPa) y en tercer lugar la resina Brilliant NG™ COLTENE ( $167,17 \pm 20,69$  MPa). Además, al realizar la prueba de Kruskal Wallis se encontró que había una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ( $p < 0,001$ ), por lo que al realizar la prueba pos hoc se encontró que esta diferencia estadísticamente significativa se encontraba entre los grupos FILTEK™ Z250 3M ESPE-Luna™ ISD ( $p = 0,044$ ) y FILTEK™ Z250 3M ESPE-Brilliant NG™ COLTENE ( $p < 0,001$ ). \*Prueba Kruskal Wallis, \*\*Prueba pos hoc Bonferroni.

## V. Discusión de resultados

En el presente trabajo de investigación se tuvo como objetivo comparar la resistencia a la compresión in vitro de los cilindros fabricados con resina microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M ESPE) y las resinas nanohíbridas (Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTENE).

En los resultados sobre la resistencia a la compresión in vitro de la resina microhíbrida FILTEK™ Z250 3M ESPE se encontró un valor de  $260,32 \pm 39,24$  MPa a las 24 horas. Lo cual coincide con los encontrado por López (2018) quien encontró un valor de  $289,39 \pm 31,74$  MPa y eso se debe a que también utilizó las normas ISO. Falcón y Acurio (2017) encontró un valor de  $289,7 \pm 74,3$  MPa y  $295,9 \pm 72,85$  MPa para especímenes de 4 mm x 4 mm y 4 mm x 2 mm respectivamente, estos resultados fueron parecidos a los nuestros y se puede deber a que utiliza el mismo diámetro en la confección de los especímenes. Por otro lado, nuestros resultados discrepan con lo encontrado por Sezin et al. (2018) quien obtuvo valores de  $112,2 \pm 4,52$  MPa, resultado que podría deberse a la diferencia de tamaños de los especímenes ya que este último utilizo un tamaño de 25mm x 2 mm x 2 mm. Además, Ferooz et al. (2020) también evaluaron la resina Z250, encontrando como valor promedio  $88,88 \pm 1,72$  MPa para bloques de resina pulidos con papeles de carburo de silicio, este resultado diferente al nuestro puede deberse al tamaño del espécimen por este investigador fue de 10 mm x 1,5 mm.

En los resultados sobre la resistencia a la compresión in vitro de la resina nanohíbrida Luna™ ISD se encontró un valor de  $191,28 \pm 19,26$  MPa a las 24 horas. Si bien es una resina utilizada en nuestro medio no existe literatura sobre la resistencia a la compresión de ella, por lo cual sería importante más investigación sobre sus propiedades.

En los resultados sobre la resistencia a la compresión in vitro de la resina nanohíbrida Brilliant NG™ COLTENE se encontró un valor de  $167,17 \pm 20,69$  MPa a las 24 horas. Resultado que discrepa con Patil et al. (2021) quienes encontraron un valor de  $118,70 \pm 3,9$  MPa, resultado que podría deberse a la diferencia de tamaños de los especímenes.

Al comparar las resinas FILTEK™ Z250 3M ESPE, Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTENE, encontramos que la FILTEK™ Z250 3M ESPE tenía mayor valor de resistencia al a compresión en comparación a la resina Luna™ ISD ( $p = 0,044$ ) y Brilliant NG™ COLTENE ( $p < 0,001$ ) siendo estadísticamente significativo. Mientras que al comparar la resina Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTENE no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,335$ ).

Los nanocompuestos consisten en partículas submicrométricas (nanorellenos) para amplificar aún más las propiedades físicas y ópticas de las resinas. El rendimiento y las propiedades de flexión del compuesto nanorelleno aún se están explorando. De manera similar, el compuesto híbrido submicrónico es un producto relativamente reciente y no se ha investigado mucho sobre sus propiedades de flexión. El objetivo de una nueva resina compuesta es proporcionar propiedades estéticas mejoradas, propiedades ópticas, resistencia al desgaste, fácil manipulación y menor contracción de polimerización (Meenakumari et al., 2018).

Las restauraciones en el entorno bucal están sujetas a diferentes tipos de fuerzas oclusales. La resistencia a la compresión indica la resistencia del material a la fractura cuando se somete a fuerzas masticatorias complejas. En el presente estudio, el composite nanohíbrido mostró una mejor resistencia a la flexión que el composite híbrido submicrónico. Brilliant NG, un compuesto nanohíbrido, tiene un contenido de relleno de aproximadamente el 80% en peso y el 65% en volumen. Las partículas de fibra de vidrio que mejoran la dureza del material y la resistencia a la fuerza de flexión pueden ser una explicación para la resistencia a la fractura (Abouelleil et al., 2015).

Las resinas compuestas de restauración directa dental son polímeros que poseen un rendimiento tanto clínico como de laboratorio relacionado en gran medida con la configuración de la estructura del polímero y la degradación relacionada con el tiempo. La estabilidad de los

polímeros y su asociación con la vida útil implican procesos entrelazados (por ejemplo, envejecimiento químico y envejecimiento físico) que son difíciles de entender completamente. Las normas internacionales distinguen entre procesos químicos y físicos de degradación/envejecimiento, aunque, en la práctica, los procesos ocurren simultáneamente (Cramer et al., 2011).

En base a los resultados y pocas investigaciones sobre la propiedad mecánica de la resistencia a la compresión de las resinas para el sector posterior se requieren más estudios para poder establecer y aclarar los conocimientos sobre las características particulares de cada resina que se encuentre distribuida o ingrese al mercado de nuestra región.

## VI. Conclusiones

- La resina FILTEK™ Z250 3M ESPE tiene un promedio de 260,32 MPa de resistencia a la compresión.
- La resina Luna™ ISD tiene un promedio de 191,28 MPa de resistencia a la compresión.
- La resina Brilliant NG™ COLTENE tiene un promedio de 167,17 MPa de resistencia a la compresión.
- La resina FILTEK™ Z250 3M ESPE tiene mayor resistencia a la compresión que las resinas Brilliant NG™ COLTENE y Luna™ ISD.

## VII. Recomendaciones

- Realizar más estudios sobre las diferentes marcas nuevas que ingresan al mercado odontológico para restauraciones del sector posterior.
- Realizar estudios de tipo longitudinal con distintos tiempos para evaluar el comportamiento de la resistencia de la compresión.
- Realizar estudios en los que se evalúen los efectos que puedan tener las bebidas gaseosas o cítricas sobre las restauraciones del sector posterior.
- Realizar estudios en los que se evalúen los efectos de las unidades de polimerización en distintos modos y tiempo.

## VIII. REFERENCIAS

- Anusavice, K. J. (2004). *PHILLIPS: Ciencia de los materiales dentales*. Elsevier.
- Arcos, L., Motaño, V. y Armas, A. (2019). Estabilidad en cuanto a color y peso, de resinas compuestas tipo flow tras contacto con bebidas gaseosas: estudio in vitro. *Revista Odontología Vital*, 1(30), 59-64.
- Argento, M., Zarzosa, J., Pallares, A. y Vella, G. (2019). Nuevo enfoque en la modelación del composite dental en la práctica clínica mediante una nueva concepción en la estratificación. *Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España*, 24(4), 123-138.
- Bayona, A., Duarte, L., Jiménez K. y Díaz, J. (2010). Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la compresión de resinas para el sector posterior de acuerdo con su espesor. *Revista Ustasalud*, 9, 67-74.
- Blanco, J. (2013). Rehabilitación de la sonrisa mediante resinas compuestas. *Gaceta Dental* 248(8), 126-138.
- Chaple, A. y Gispert, E. (2015). Recomendaciones para el empleo práctico de Resinas Compuestas en Restauraciones Estéticas. *Revista Cubana de Estomatología*, 52(3), 293-313.
- Chaple, A., Montenegro, Y. y Álvarez, J. (2016). Evolución histórica de las lámparas de fotopolimerización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 15(1), 8-16.
- Cosio, E., Abanto, M. y Lazo, L. (2016). Estudio in vitro de la resistencia adhesiva a dentina de dos resinas fluidas para restauración. *Revista Ciencia y Desarrollo*, 19(2), 13-18.
- Falcon, G. y Acurio, P. (2017). Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo bulk fill. *Revista Odontología Vital*, 2(27), 69-77

- Ferooz, M., Bagheri, R., Jafarpour, D. y Burrow, M. (2020). Physical Properties of Nanohybrid and Microhybrid Resin Composites Subjected to an Acidic Environment: A Laboratory Study. *Operative dentistry*, 45(3), 105-113. <https://doi.org/10.2341/18-319-L>
- Garcia, A., Martinez, M., Cabanes, J., Escribano, A. y Galve, P. (2006). Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Medicina Oral Patología Oral Cirugía Bucal*, 11(2), 15-20.
- Gutiérrez, M. (2017). *Estudio comparativo del resultado estético en restauraciones clase IV realizadas in vitro con resinas compuestas nanoparticuladas versus nanohíbridas*. [Tesis de Pregrado, Universidad Andrés Bello].
- Huver, R., Soriano K., Chiabai, V., Delboni, O., Melo, J., Normura, L. y Nadal, L. (2021). Microhardness and diametral compression strength of single fill composite. *International Journal Odontostomatology*, 15(1), 293-299.
- Kumar, S. R., Patnaik, A. y Bhat, I. (2015). Caracterizaciones físicas y termomecánicas de resinas compuestas dentales reforzadas con partículas de nanoalúmina modificadas con silano. *Actas de la Institución de Ingenieros Mecánicos, Parte L: Revista de Materiales: Diseño y Aplicaciones*, 230(2), 504–514. doi:10.1177/1464420715581004
- Lampert, M. (2020). Regulación y uso de amalgamas dentales. *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile-BCN*. [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/28224/1/BCN\\_uso\\_de\\_amalgamas\\_FINAL.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/28224/1/BCN_uso_de_amalgamas_FINAL.pdf)
- Lei, M., Rivelli, M., Picca, M. y Kaplan, A. (2020) Radiopacidad de materiales utilizados como sustituto dentinario. *Revista de la Facultad de Oodontologia Buenos Aires*, 35(81), 51-56.

- López, J. (2018). *Resistencia compresiva de tres resinas compuestas indicadas para restauración posterior, in vitro, Lima. 2018*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2548>
- Marval, M. y Navarro, M. (2020) *Microfiltración en las resinas compuestas de relleno masivo y nohíbridas universales, revisión sistemática*. [Tesis de Pregrado, Universidad de los Andes].
- Méndez-Visag C. (2014) Manejo responsable del mercurio de la amalgama dental: una revisión sobre sus repercusiones en la salud. *Revista de Perú de Medicina Experimental y Salud Pública*, 31(4), 725-32.
- Midobuche, E., Zermeño, M., Guizar, J. y Calixto, S. (2016) Determinación de la calidad de pulido de resinas de nanorrelleno empleando un microscopio de fuerza atómica. *Revista de la Asociación Dental Mexicana 2016*, 73(5), 255-262.
- Monteza, S. (2018). *Resistencia flexural de una resina compuesta nanohíbrida sometida a técnicas de termopolimerización adicional*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Loja].
- Moradas, M. (2017). Estado actual en la elección de resina composite en la Clínica diaria: sencilla guía de manejo de propiedades, manipulación y limitaciones ante la variedad existente. *Revista Europea de Odontología*. <http://www.redoe.com/ver.php?id=258>
- Moradas, M. y Alvares, B. (2017). Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. *Revisión Bibliográfica. Avances en Odontología*, 33(6), 263-274.
- Nicoluzzi, A., Ribeiro, M., Candido, A., Rabelo, J. y Candido, S. (2008). Influencia del envejecimiento artificial acelerado sobre la resistencia a compresión de resinas

compuestas. *Acta odontológica Venezolana.* 46(4)

<https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/4/art-11/>

- Nocchi, E. (2008). *Odontologia Restauradora Salud y Estética*. Medina Panamerica.
- Nodarse, M. (1998). *Composición y clasificación de los composites dentales restaurativos*. Centro Nacional de información de Ciencias Médicas de Cuba. [http://web.archive.org/web/20040213113414/http://www.facest.sld.cu/articulos/composites\\_clasificacion\\_composicion.html](http://web.archive.org/web/20040213113414/http://www.facest.sld.cu/articulos/composites_clasificacion_composicion.html).
- Patil, A., Acharya, S.R., Ginjupalli, K. Comparative evaluation of flexural strength of two newer composite resin materials - an in vitro study. *Pesqui Bras Odontopediatria Clín Integr.* 2021; 21:e0175. <https://doi.org/10.1590/pboci.2021.071>
- Quispe, E. y Limachi, A. (2018). Estudio comparativo de la dureza superficial en resinas compuestas Bulk-Fill aplicada en un solo bloque. *Revista Científica Salud Andina Visión Odontológica*, 5(2), 52-56.
- Rodriguez, D. y Pereira, N. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana.* 46(3). <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/art-26/>
- Ruan, J., Mongruel, O., Gomes, C., Dourado, A. y Reis, L. (2009). La eficacia de polimerización con unidades equipadas con luz emitida por Diodos-LED's. *Revista Colombiana de Investigación en Odontología*, 1(1), 29-37.
- Salgarriaga, O. y Peláez, A. (2003). Resinas compuestas: restauraciones adhesivas para el sector posterior. *Revista CES Odontología*, 16(2), 61-82.
- Sezin, M., Lutri, M. P., Mirotti, G., Kraemer, M. E., Monserrat, N., Piconi, M. C., Caballero, A. L. y Crohare, L. (2018). Resistencia a la flexión y módulo elástico de resinas de alta, mediana y baja densidad. *Revista de la Facultad de Odontología*, 28(3), 14-21.

- Suarez, R. y Lozano, F. (2014). Comparación de la dureza superficial de las resinas de nanotecnología, según el momento del pulido: in vitro. *Revista Estomatológica Herediana*, 24(1), 11-16.
- Tejada, K., Villalobos, C. y Coronel F. (2020). Resistencia a la Compresión de las resinas dentales de nanopartículas y suprananopartículas. *Revista Científica Salud y Vida Sipanense*, 7(2), 66-73. <https://doi.org/10.26495/svs.v7i2.1463>
- Urzúa, M. (2017). *Evaluación clínica inmediata de resinas compuestas bulk-fill en lesiones próximo-oclusales mediante criterio USPHS*. [Tesis de Pregrado, Universidad Andrés Bello].
- Valle, A., Christiani, J., Alvarez, N. y Zamudio, M. (2018). Revisión de resinas bulk fill: estado actual. *Revista del Ateneo Argentino de Odontología*, 58(1), 55-60.
- Vargas, Jeancarlos (2017). *Relación de las resinas nanohíbridas (Filtek Z350 XT-3M ESPE y Herculite Précis-Kerr) en restauraciones clase I, con el grado de pigmentación al ser sumergidas en la bebida carbonatada Coca Cola en un periodo de 1 a 7 días. Tacna 2017*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Gromann-Tacna].
- Veranes, Y., Davidenko, N. y Garcia, R. (2007). *Estudio de la Radiopacidad y el color de las formulaciones de composites dentales fotopolimerizables*. Sociedad Cubana de Bioingeniería.
- World Health Organization. (2022). *Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030*. Geneva: World Health Organization.
- Yadav, R. y Kumar, M. (2019). Dental restorative composite materials: A review. *Journal of oral biosciences*, 61(2), 78–83. <https://doi.org/10.1016/j.job.2019.04.001>
- Zaracho, D., Figueroa, C. y Aguilera, R. (2017). Evaluación de la microdureza superficial de resinas compuestas. Revisión de la Literatura. *International Journal of Medical and Surgical Sciences*, 4(3), 1203-1208.

## IX. ANEXOS

## Anexo A: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>Problema General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la diferencia de la resistencia a la compresión in vitro de la resina microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M ESPE) y las resinas nanohíbridas (Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTENE)?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Comparar la resistencia a la compresión in vitro de los cilindros fabricados con resina microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M ESPE) y las resinas nanohíbridas (Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTENE)</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>-Establecer la resistencia a la compresión in vitro en los cilindros fabricados con resina microhíbrida</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>La resistencia a la fragmentación comprensiva de la resina microhíbrida (FILTEK™ Z250 3M ESPE) es mayor que la resistencia a la fractura de las resinas nanohíbridas (Luna™ ISD y Brilliant NG™ COLTENE).</p>	<p><b>Variable 1 - V.I</b></p> <p>: Resinas compuestas</p> <p><b>Variable 2 V.D.</b></p> <p>: Resistencia a la compresión</p>	<p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <p>Experimental, prospectivo, transversal y comparativo.</p> <p><b>Ámbito temporal y espacial</b></p> <p>La investigación se llevó a cabo durante el mes de junio del año 2023 y se desarrolló en el Laboratorio de ensayos HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC, acorde con el ISO 3597-3 ubicado en el distrito</p>

	<p>(FILTEK™ Z250 3M ESPE) de 4x10 mm sometida a una prensa hidráulica.</p> <p>-Establecer la resistencia a la compresión in vitro en los cilindros fabricados de la resina nanohíbrida (Luna™ ISD) de 4x10 mm sometida a una prensa hidráulica.</p> <p>-Establecer la resistencia a la compresión in vitro en los cilindros fabricados de la resina nanohíbrida (Brilliant NG™ COLTENE) de 4x10 mm sometida a una prensa hidráulica</p>			<p>de San Juan de Lurigancho, Lima, Perú. <b>Población:</b></p> <p>La población de estudio son las resinas microhíbrida y nanohíbridadas; tres grupos de resina</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>La muestra estuvo dividida en tres grupos de resinas compuestas, se tomó como referencia a la ISO 3597-3 que corresponde a 8 muestras para cada grupo.</p>
--	---	--	--	--

**Anexo B:** Norma ISO 3597-3

INTERNATIONAL  
STANDARD

ISO  
3597-3

Second edition  
2003-10-01

---

**Textile-glass-reinforced plastics —  
Determination of mechanical properties  
on rods made of roving-reinforced  
resin —**

**Part 3:  
Determination of compressive strength**

*Plastiques renforcés verre textile — Détermination des propriétés  
mécaniques sur joncs de stratifiés —*

*Partie 3: Détermination de la résistance en compression*



Reference number  
ISO 3597-3:2003(E)

© ISO 2003

ISO 3597-3:2003(E)

**Contents**

Page

<b>Foreword</b> .....	<b>iv</b>
<b>1 Scope</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Normative references</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Apparatus</b> .....	<b>1</b>
<b>4 Preparation and conditioning of specimens</b> .....	<b>2</b>
<b>5 Procedure</b> .....	<b>2</b>
<b>6 Expression of results</b> .....	<b>4</b>
<b>7 Precision</b> .....	<b>4</b>
<b>8 Test report</b> .....	<b>4</b>

## Textile-glass-reinforced plastics — Determination of mechanical properties on rods made of roving-reinforced resin —

### Part 3: Determination of compressive strength

#### 1 Scope

This part of ISO 3597 specifies a method for determining the compressive strength of composite rods of circular cross-section made of roving-reinforced resin. The test may be carried out on "as-moulded" rods, or on rods that have been pretreated by immersion in boiling water (or another medium) for a specified time. The test is intended for inspection and quality control of rovings or for evaluating their suitability for use in a resin system. The results obtained are not intended for the generation of design data.

#### 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

ISO 3597-1, *Textile-glass-reinforced plastics — Determination of mechanical properties on rods made of roving-reinforced resin — Part 1: General considerations and preparation of rods*

#### 3 Apparatus

**3.1 Compression-testing machine**, capable of maintaining a compression speed of 1 mm/min.

**3.2 Two test jigs**, for example as shown in Figure 1, each consisting of:

- a) a baseplate (1);
- b) an elastic compression pad (2) (made of polyamide, for example);
- c) a support ring (3).

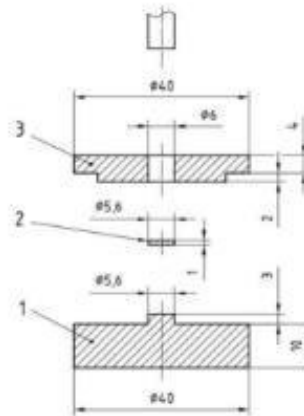
Parts 1 and 3 of the upper jig may be bolted together to prevent them falling (see Figure 2 for an example of how this may be done).

The opening in the support ring shall fit snugly round the specimen in order to ensure consistent results. The maximum permitted opening diameter is 0,1 mm larger than the specimen diameter. If the specimen diameter is more than 0,1 mm smaller than that of the opening in the support ring, a support ring with a smaller opening shall be used. Deviations from nominal specimen dimensions can occur due to variations in the inner diameter of the mould or resin shrinkage.

ISO 3597-3:2003(E)

3.3 Micrometer or vernier gauge, capable of measuring to the nearest 0,1 mm.

Dimensions in millimetres

**Key**

- 1 baseplate
- 2 elastic compression pad
- 3 support ring

Figure 1 — Example of jig for testing specimens of diameter 6,0 mm

**4 Preparation and conditioning of specimens**

The procedure specified hereafter is suitable for specimens of diameter 6 mm to be tested "as-moulded" and, if required, pre-treated. For each type of test ("as-moulded" or pre-treated), the minimum required number of specimens is eight. If specific statistical limits are agreed between interested parties, additional specimens may be tested to permit statistical analysis of the results. Prepare a sufficient number of rods, using the method specified in ISO 3597-1, and cut them into specimens of length 22,5 mm. Take care to ensure that the cut ends of the specimens are parallel.

When rods of diameter other than 6 mm are used, the ratio of the rod length  $L$  to the rod diameter  $d$  shall satisfy the following equation:

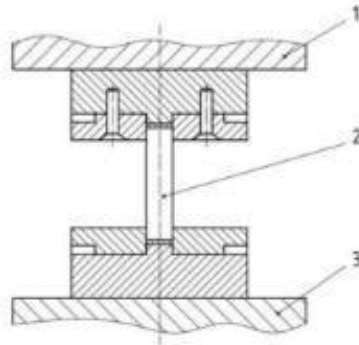
$$L = 0,625d^2$$

**5 Procedure**

**5.1** Before carrying out the compressive test, measure the diameter of each test specimen with a micrometer or vernier gauge (3.3) to the nearest 0,1 mm at two points around the circumference located 90° apart at the centre of the specimen. Use the average of these two measurements in the calculation of the results.

ISO 3597-3:2003(E)

5.2 Conduct the compressive test in the same standard laboratory atmosphere as that used for specimen conditioning. Assemble a test specimen with a test jig (3.2) at each end. Place the assembly vertically between the platens of the test machine (3.1) (see also Figure 2). Compress the test specimen at a speed of 1 mm/min until the specimen fails. Record the maximum force, in newtons, that occurred during the test.

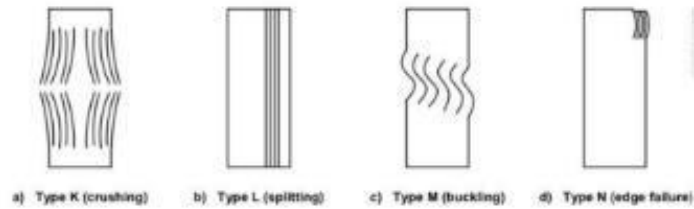


**Key**

- 1 upper plate of test machine
- 2 test specimen
- 3 lower plate of test machine

**Figure 2 — Example of test assembly in test machine with bolted upper jig**

5.3 The person requiring the test may require that the mode of failure be recorded (see Figure 3).



**Figure 3 — Typical failure modes**

ISO 3597-3:2003(E)

## 6 Expression of results

For each specimen, calculate the compressive strength  $\sigma_C$ , expressed in megapascals, using the equation:

$$\sigma_C = \frac{4 \times F}{\pi d^2}$$

where

$F$  is the maximum force, in newtons, that is recorded during the test;

$d$  is the diameter, in millimetres, of the test specimen.

For each type of test ("as-moulded" or pretreated), calculate the average of the results obtained on each specimen, discarding those results which are lower than 50 % of this average. Report the resulting value as the compressive strength of the material. If fewer than five results are available for this calculation, a further set of test specimens shall be prepared and tested. If this second set results in similar difficulties, record this situation in the test report.

## 7 Precision

The precision of this test method is not known because inter-laboratory data are not available. When inter-laboratory data are obtained, a precision statement will be added at the following revision.

## 8 Test report

The test report shall include the following information:

- a) a reference to this part of ISO 3597;
- b) all information necessary for complete identification of the roving tested;
- c) all information necessary for complete identification of the resin used;
- d) the diameter of the mould used to prepare the test specimens;
- e) whether a release agent was used and, if so, details of the agent used;
- f) the curing and post-curing conditions;
- g) the test atmosphere;
- h) the test results:
  - 1) for "as-moulded" specimens, the glass content, diameter, compressive strength and, if required, mode of failure of each specimen tested and (except for the mode of failure) the average value;
  - 2) if testing was also carried out after pretreatment:
    - the medium used;
    - the length of the pretreatment;
    - the individual and average values of the compressive strength after pretreatment.

ISO 3597-3:2003(E)

INTERNATIONAL STANDARD

---

**ICS 59.100.10; 83.120**  
Price based on 4 pages

ISO 3597-3:2003  
Copyright International Organization for Standardization (ISO)  
Reprinted by IHS under license with ISO.  
No reproduction or translation permitted without license from ISO.

ISO 3597-3

## Anexo C: Ficha de recolección de datos

<b>RESINA MICROHIBRIDA (FILTEK™ Z250 3M ESPE)</b>					
<b>Muestra</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Longitud (mm)</b>	<b>Area (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Fuerza Máxima (N)</b>	<b>Esfuerzo Compresión (Mpa)</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

<b>RESINA NANOHIBRIDA (Luna™ ISD)</b>					
<b>Muestra</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Longitud (mm)</b>	<b>Area (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Fuerza Máxima (N)</b>	<b>Esfuerzo Compresión (Mpa)</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

<b>RESINA NANOHIBRIDA (Brilliant NG™ COLTENE)</b>					
<b>Muestra</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Longitud (mm)</b>	<b>Area (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Fuerza Máxima (N)</b>	<b>Esfuerzo Compresión (Mpa)</b>
<b>1</b>					
<b>2</b>					
<b>3</b>					
<b>4</b>					
<b>5</b>					
<b>6</b>					
<b>7</b>					
<b>8</b>					

## Anexo D: Carta de presentación



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA**

“Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo”

**OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO**

Pueblo Libre, 2 de junio de 2023

**Ingeniero Mecánico**  
**ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN**  
**HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC**  
**Presente.-**

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología Srta. Karla Giannina Gonzales Valdez, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 3 RESINAS UTILIZADAS EN EL SECTOR  
POSTERIOR: ESTUDIO IN VITRO»**

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso a la Srta. Gonzales quien realizará el siguiente trabajo:

- ✓ *Comparar la resistencia a la compresión de 3 resinas: filtek 250 3M (microhíbrida), Luna SDI y Brilliant Coltene (nanohíbridas), se confeccionarán 8 cilindros para cada grupo según la ISO 3597 de 4x10 mm, los cuales serán sometidos a una prensa hidráulica para su medición en MPa (unidad).*

Estas actividades, le permitirán a la bachiller, desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente

**DR. FRANCO RAÚL MAURICIO VALENTÍN**  
**DECANO**



**Dr. AMÉRICO A. MUNAYCO MAGALLANES**  
**JEFE**  
**OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

Se adjunta: Plan de Tesis

017-2023  
NT: 034583 - 2023

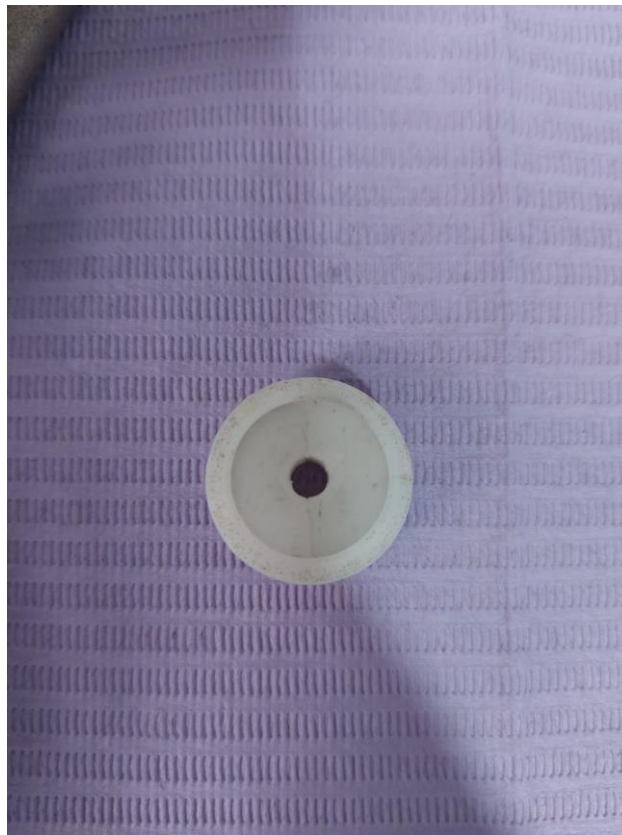
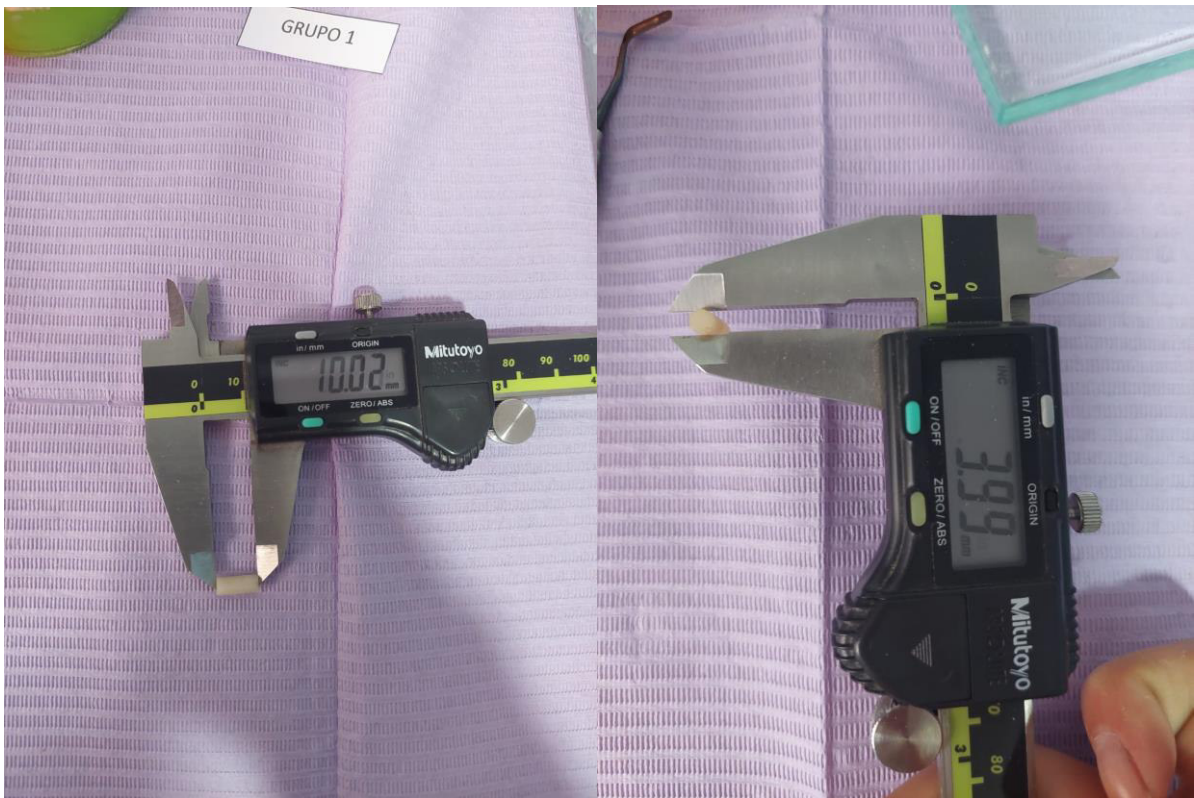
AAMM/Luz V.

**ROBERT NICK**  
**EUSEBIO TEHERAN**  
Ingeniero Mecánico  
CIP N° 193364



Calle San Marcos N°351 – Pueblo Libre  
e-mail: ogt.fo@unfv.edu.pe

Telef.:7480888 -8335

**Anexo E: Procedimiento**

Cilindros de resina calibrados



Cilindros de resina distribuidos en los grupos



Máquina de ensayos mecánicos LG CMT – 5L



Cilindro de resina en la máquina de ensayos

## Anexo F: Resultados

INFORME DE ENSAYO N°	IE-0266-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	12-06-2023	
<b>7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN</b>					
<b>Resina microhíbrida (Filtek Z250 - 3M ESPE)</b>					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.00	10.00	12.57	2607.37	207.49
2	4.01	10.00	12.63	3733.51	295.62
3	4.00	10.02	12.57	3331.00	265.07
4	4.01	10.01	12.63	3206.99	253.93
5	3.99	10.00	12.50	3184.39	254.68
6	4.01	10.01	12.63	3404.34	269.56
7	4.02	10.01	12.69	2682.91	211.38
8	4.01	10.01	12.63	4102.63	324.85
<b>Resina nanohíbrida (LUNA - ISD)</b>					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	3.99	10.01	12.50	2234.10	178.68
2	3.99	10.02	12.50	2256.24	180.45
3	4.00	10.01	12.57	2235.99	177.93
4	4.00	10.00	12.57	2905.43	231.21
5	4.02	10.00	12.69	2421.39	190.78
6	4.00	10.04	12.57	2262.30	180.03
7	4.00	10.02	12.57	2282.72	181.65
8	4.01	10.01	12.63	2644.92	209.43
<b>Resina nanohíbrida (Brilliant NG - Coltene)</b>					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.00	10.01	12.57	2203.97	175.39
2	4.00	10.02	12.57	2091.82	166.46
3	4.00	10.03	12.57	1621.11	129.00
4	3.99	10.04	12.50	2463.71	197.04
5	4.01	10.01	12.63	2396.63	189.77
6	4.01	10.01	12.63	1976.73	156.52
7	4.02	10.01	12.69	2066.53	162.82
8	4.00	10.03	12.57	2040.35	162.37

## Anexo G: Calibración de máquina de ensayo


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LMF - 2023 - 021**

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2023-08-28  
 Fecha de expiración: 2024-08-27  
 Expediente: LMC-2023-0654

**1. SOLICITANTE : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.**  
 Dirección : Nro. 1319 Int. 116 Urb. Los Jardines de San Juan, Etapa II, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MAQUINA DIGITAL DE ENSAYOS UNIVERSALES**

Marca : LG  
 Modelo : CMT-5L  
 Serie : 7419  
 Identificación : No Indica  
 Rango de indicación : 5000,00 N  
 División mínima : 0,01 N  
 Tipo de Ensayo : Tracción  
 Tipo de indicación : Digital  
 Procedencia : Korea  
 Ubicación : No Indica  
 Fecha de Calibración : 2023-08-27

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario esta en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

**3. METODO DE CALIBRACIÓN:**

La calibración se realizó por medición directa y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad nacional. Se tomó como referencia la norma ISO 7500-1: 2004 Materiales Metálicos. Verificación de máquinas de ensayos uniaxiales parte 1. Máquinas de ensayo tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.

LABORATORIOS MECALAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:**

**LABORATORIOS MECALAB S.A.C.**  
 Av. Lurigancho Nro. 1063, San Juan de Lurigancho - Lima.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**5. CONDICIONES AMBIENTALES:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,3 °C	20,4 °C
Humedad Relativa (%HR)	59 %HR	57 %HR

**6. PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón	Identificación	Certificado de Calibración
METROIL	Termohigrómetro	PT-TH-03	IAT-2832-2022 Cal: Setiembre 2022
INMELAB	Juego de pesas 1 g a 2 kg / M2	PM-JM2-02	LMM-2023-012 Cal: Marzo 2023
INMELAB	Juego de pesas 5 kg, 10 kg, 20 kg / M2	PM-JM2-01	LMM-2023-048 Cal: Marzo 2023



Gerente de Metrología



Firmado digitalmente  
 por Jorge Padilla  
 Dueñas  
 Fecha: 2023.09.05  
 12:57:42 -05'00'

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIOS MECALAB S.A.C."

## 7. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:

## MEDICIÓN DE TRACCIÓN

Indicación del Patrón (N)	Indicación del Equipo (N)	Corrección (N)	Incertidumbre (N)
500,00	501,26	-1,26	2,66
1 000,00	1002,31	-2,31	3,91
1 500,00	1502,03	-2,03	6,46
2 000,00	2002,82	-2,82	9,01
2 500,00	2503,11	-3,11	14,02
3 000,00	3003,75	-3,75	18,92
3 500,00	3504,29	-4,29	17,17
4 000,00	4005,35	-5,35	15,62
4 500,00	4506,47	-6,47	18,93
5 000,00	5007,79	-7,79	21,53

Indicación del Equipo (N)	Errores Relativos				Incertidumbre Expandida U (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	
501,26	-0,25	0,24	---	---	0,53
1 002,31	-0,23	0,36	---	---	0,39
1 502,03	-0,14	0,22	---	---	0,43
2 002,82	-0,14	0,33	---	---	0,45
2 503,11	-0,12	0,36	---	---	0,56
3 003,75	-0,12	0,27	---	---	0,63
3 504,29	-0,12	0,39	---	---	0,49
4 005,35	-0,13	0,29	---	---	0,39
4 506,47	-0,14	0,22	---	---	0,42
5 007,79	-0,16	0,30	---	---	0,43

Retorno a cero $f_{\theta}$	0,00%
-----------------------------	-------

Error relativo máximo permitido según la clase de la escala de la máquina de ensayo (ISO 7500-1)

Clase de la escala de la máquina	Errores Relativos				
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	Cero $f_{\theta}$ (%)
0,50	± 0,5	0,50	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,00	± 1,5	0,50	± 0,1
2	± 2,0	2,00	± 3,0	1,00	± 0,2
3	± 3,0	3,00	± 4,5	1,50	± 0,3



## 8. OBSERVACIONES:

- El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
- La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

## 9. CONCLUSIONES:

- De las mediciones realizadas se concluye que el equipo se encuentra **calibrado** debido a que los valores medidos están dentro del rango normal de operación.
- Se recomienda realizar la próxima calibración en un plazo no mayor a un año desde la emisión de la misma.

FIN DEL DOCUMENTO

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIOS MECALAB S.A.C."

## Anexo H: Calibración pie de rey Mitutoyo



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO DE  
ACREDITACION INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 026



Registro N° LC - 026

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° FA-0730-2023

**Solicitante** : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.  
**Dirección** : Jr. Nepentas N° 364 Urb. San Silvestre - San Juan De Lurigancho

**1.- Instrumento** : Pie de rey Expediente N° 0461-2023  
 Tipo de indicación : Digital  
 Intervalo de indicación : 0,00 mm a 200 mm  
 Resolución : 0,01 mm  
 Fabricante : Mitutoyo  
 Procedencia : Japón  
 Modelo : CD-8" ASX  
 Código : 500-197-30  
 N° de Serie : B23082834  
 Código (Solicitante) : No indica  
 Otro Código : No indica

**2.- Lugar y fecha de calibración**  
Laboratorio de Calibración Fesepsa S.A. 2023-08-15

#### 3.- Patrones utilizados en la calibración

Anillo patron, N° de serie 120470 certificado de calibración N° LLA-081-2023.  
 Cilindro patron, N° de serie 1005812 certificado de calibración N° LLA-077-2023.  
 Bloque patrón grado 0, N° de serie 2004901 certificado de calibración N° LLA-258-2021.  
 Bloque patrón grado 0, N° de serie BP-LC-05 certificado de calibración N° LLA-C-032-2021  
 Calibrados por el INACAL-DM, con trazabilidad a los patrones nacionales y en concordancia con el sistema internacional de unidades de medida (SI).

#### 4.- Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa según **PC-012 Edición 5ta - Agosto 2012**.  
 Procedimiento de calibración de pie de rey.

#### 5.- Condiciones ambientales

Temperatura 20 °C ± 2 °C

#### 6.- Resultados de medición

Los resultados de medición se muestran en la página siguiente

#### 7.- Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color anaranjado con la indicación calibrado.  
 La periodicidad de la calibración esta en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.



Firmado digitalmente por:  
MIGUEL ANTONIO BAUTISTA  
BACA  
Cargo: JEFE DE  
LABORATORIO  
Empresa: FESEPSA S.A  
Fecha/Hora: 16-08-2023  
14:02:47

pag. 1/3

*Este certificado no deberá ser reproducido en forma parcial sin la autorización por escrito de FESEPSA. Los resultados del certificado son validos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

Av Elmer Faucett N°390 - Callao Telfs: 451-1052 Anexo:142 ó 140 / cel: 924799490  
 laboratorio@fesepssa.pe / calibracion@fesepssa.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° FA-0730-2023**

**6.- Resultados de medición**

Error de referencia inicial (I) = 0  $\mu\text{m}$

Valor Patrón (mm)	Promedio de la indicación del pie de rey (mm)	Error ( $\mu\text{m}$ )
20,000	20,000	0
50,000	50,000	0
100,001	99,991	-10
150,001	149,991	-10
200,001	199,991	-10
-----	-----	-----
-----	-----	-----
-----	-----	-----
-----	-----	-----
-----	-----	-----

Valor Patrón (mm)	Error de contacto de la superficie parcial (E) ( $\mu\text{m}$ )
200,001	0

Valor Patrón (mm)	Error de repetibilidad (R) ( $\mu\text{m}$ )
200,001	0

Valor Patrón (mm)	Error de cambio de escala de exteriores a interiores ( $S_{E,i}$ ) ( $\mu\text{m}$ )
20,000	0

Valor Patrón (mm)	Error de cambio de escala de exteriores a profundidad ( $S_{E,p}$ ) ( $\mu\text{m}$ )
20,000	0

Valor Patrón (mm)	Error de contacto lineal (L) ( $\mu\text{m}$ )
10,000	0

Valor Patrón (mm)	Error de contacto de superficie completa (J) ( $\mu\text{m}$ )
20,000	0

Valor Patrón (mm)	Error debido a la distancia de cruce de las superficies de medición para medición de interiores (K) ( $\mu\text{m}$ )
5,009	0

pag. 2/3

Este certificado no deberá ser reproducido en forma parcial sin la autorización por escrito de FESEPSA. Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Av Elmer Faucett N°390 - Callao Telfs: 451-1052 Anexo:142 ó 140 / cel: 924799490  
laboratorio@feseppsa.pe / calibracion@feseppsa.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° FA-0730-2023**
**8.- Incertidumbre de medición**

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar combinada multiplicada por el factor de cobertura  $K=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%

$$\text{INCERTIDUMBRE DE MEDICION : } (( 5,811^2 + 0,009^2 * L^2 ))^{1/2} \mu\text{m}$$

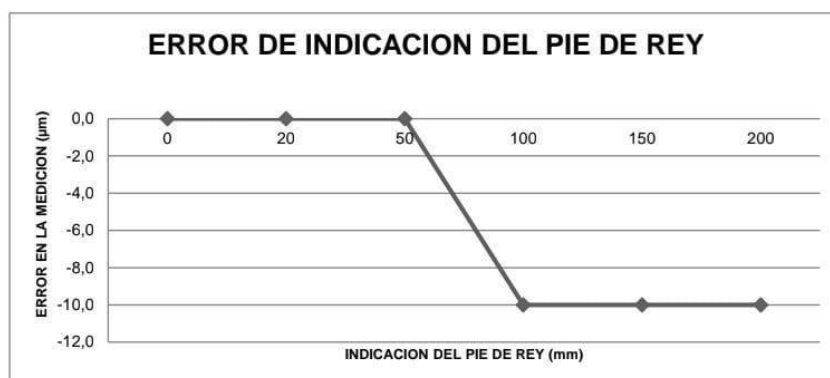
L: INDICACION DEL PIE DE REY EXPRESADO EN MILIMETROS

**Para L = 200 mm ; U = 6  $\mu\text{m}$**

Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores ( $S_{E,i}$ )

Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad ( $S_{E,p}$ )

Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permisible de  $\pm 30 \mu\text{m}$  hasta 200 mm,  $\pm 40 \mu\text{m}$  hasta 300 mm,  $\pm 60 \mu\text{m}$  hasta 600 mm,  $\pm 70 \mu\text{m}$  hasta 1000 mm. Según especificaciones de la norma JIS 7507:2016



FIN DEL DOCUMENTO

pag. 3/3

*Este certificado no deberá ser reproducido en forma parcial sin la autorización por escrito de FESEPSA. Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

**Av Elmer Faucett N°390 - Callao      Telfs: 451-1052 Anexo:142 ó 140 / cel: 924799490**  
**laboratorio@fesepsa.pe / calibracion@fesepsa.pe**