



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

COMPARACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD EN RESINAS COMPUESTAS DE ÚLTIMA GENERACIÓN DE USO ODONTOLÓGICO, IN VITRO

Línea de investigación:
Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autor

Gonzales Quispe, Elvira

Asesor

López Gurreonero, Carlos Francisco

ORCID: 0000-0001-8310-6529

Jurado

Manrique Guzmán, Jorge Adalberto

Casas Valverde, José

Cerro Olivares, Elizabeth Sonia

Lima - Perú

2025

COMPARACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD EN RESINAS COMPUESTAS DE ÚLTIMA GENERACIÓN DE USO ODONTOLÓGICO, IN VITRO.

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

ÍNDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

2

repositorio.uap.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

Submitted to Universidad Nacional Federico
Villarreal

Trabajo del estudiante

3%

4

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

www.dspace.uce.edu.ec

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to ULACIT Universidad
Latinoamericana de Ciencia y Tecnología

Trabajo del estudiante

1%

7

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

1%

8

vdocuments.mx

Fuente de Internet

<1%

9

repositorio.cespu.pt

Fuente de Internet

<1%

10

repositorio.uwiener.edu.pe

Fuente de Internet

<1%



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

COMPARACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD EN RESINAS COMPUESTAS DE
ÚLTIMA GENERACIÓN DE USO ODONTOLÓGICO,
IN VITRO

Línea de Investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autor

Gonzales Quispe, Elvira

Asesor

López Gurreonero, Carlos Francisco

ORCID: 0000-0001-8310-6529

Jurado

Manrique Guzmán, Jorge Adalberto

Casas Valverde, José

Cerro Olivares, Elizabeth Sonia

Lima – Perú

2025

DEDICATORIA

A mis padres, este logro es para ellos, por creer y confiar en mí, por su apoyo incondicional, por todo el esfuerzo hicieron, estaré siempre agradecida.

A mis hermanos, por los consejos que hoy me brindan y su apoyo emocional.

A todos los que hicieron posible que esto sea realidad.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fuerza, salud, vida, por guiar e iluminar mi camino para concluir mis estudios de pregrado y este logro que está por concluir.

A mis padres, por su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, por confiar en mí, estaré siempre agradecida.

A mis docentes y mi querida UNFV, por recibirme en sus aulas, clínicas y sobre todo apoyarme, aconsejarme en este proceso.

ÍNDICE

RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción y formulación del problema	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Objetivos.....	6
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	6
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	6
1.4. Justificación.....	6
1.5. Hipótesis	7
II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación	8
2.1.1. <i>Historia y evolución de las resinas compuestas</i>	8
2.1.2. <i>Resina compuesta</i>	9
2.1.3. <i>Módulo de elasticidad</i>	16
2.1.4. <i>Marcas de las resinas del estudio</i>	17
2.1.5. <i>Lámpara de fotopolimerización</i>	19
2.1.6. <i>Termociclaje o envejecimiento acelerado</i>	20
2.1.7. <i>Importancia clínica del módulo elasticidad</i>	20
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	23

3.5. Instrumentos	24
3.6. Procedimientos	24
3.7. Análisis de datos.....	27
3.8. Consideraciones éticas.....	28
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	32
VI. CONCLUSIONES	37
VII. RECOMENDACIONES.....	38
VIII. REFERENCIAS	39
IX. ANEXOS	45
9.1. Anexo A.....	45
9.1.1. Matriz de consistencia	45
9.2. Anexo B.....	47
9.2.1. Acta de aprobación de proyecto de investigación	47
9.3. Anexo C.....	48
9.3.1. Carta de presentación para el laboratorio High Technology Laboratory Certificate	48
9.4. Anexo D.....	49
9.4.1. Ficha de recolección de datos	49
9.5. Anexo E.....	53
9.5.1. Materiales utilizados en la preparación de los especímenes de resina.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Módulo de elasticidad de los especímenes de resinas 3M FILTEK Z350 fotocuradas por 20 y 40 segundos.	29
Tabla 2. Módulo de elasticidad de los especímenes de resinas FORMA fotocuradas por 20 y 40 segundos.....	29
Tabla 3. Módulo de elasticidad de los especímenes de resinas PALFIQUE LX5 fotocuradas por 20 y 40 segundos.	30
Tabla 4. Comparación del módulo de elasticidad de las resinas compuestas de última generación de uso odontológico fotocuradas por 20 y 40 segundos.....	30

RESUMEN

Objetivo: Comparar el módulo de elasticidad en resinas compuestas de última generación de uso odontológico, in vitro. **Método:** Este estudio se desarrolló bajo un diseño experimental, de tipo comparativo, transversal y con enfoque prospectivo. La muestra consistió en 60 especímenes de resina con dimensiones de 25mmx2mmx2mm, los cuales se distribuyeron en seis grupos experimentales. Los especímenes se almacenaron durante 24 horas a temperatura ambiente. Luego, se sometieron a envejecimiento artificial en termociclador por 10 días. Finalmente, se llevó a cabo una prueba de flexión. Se analizaron los resultados utilizando las pruebas t de Student y ANOVA. **Resultados:** Al comparar el módulo de elasticidad de las tres marcas de resina fotocuradas por 20 segundos se obtuvo que el mayor valor fue en los especímenes de resina Filtek Z350 3M con un valor de $7445,76 \pm 260.61$ MPa, seguido de Palfique LX5 Tokuyama $7354,43 \pm 428.18$ MPa; y para la marca Forma se obtuvo el menor valor $4817,28 \pm 308.52$ MPa. Del mismo modo al comparar las tres marcas de resina fotocuradas por 40 segundos se obtuvo que el mayor valor fue para los especímenes de resina Filtek Z350 3M con un valor de $7615,12 \pm 209.32$ MPa, seguido de Palfique LX5 Tokuyama $7535,97 \pm 251.48$ MPa y finalmente con menor valor fue para la marca Forma Ultradent $4871,95 \pm 282.90$ MPa. **Conclusiones:** El mayor promedio de módulo de elasticidad se obtuvo para la resina Filtek Z350 3M fotocuradas por 20 segundos y 40 segundos.

Palabras clave: módulo de elasticidad, resinas compuestas, última generación.

ABSTRACT

Objective: To compare the modulus of elasticity in latest generation composite resins for dental use, in vitro. **Method:** This study was conducted using a comparative, cross-sectional, prospective experimental design. The sample consisted of 60 resin specimens measuring 25 mm x 2 mm x 2 mm, which were distributed into six experimental groups. The specimens were stored for 24 hours at room temperature. They were then subjected to artificial aging in a thermocycler for 10 days. Finally, a flexural test was performed. The results were analyzed using Student's t-test and ANOVA. **Results:** When comparing the elastic modulus of the three resin brands photocured for 20 seconds, it was found that the highest value was in the Filtek Z350 3M resin specimens with a value of 7445.76 ± 260.61 MPa, followed by Palfique LX5 Tokuyama 7354.43 ± 428.18 MPa; and for the Forma brand the lowest value was obtained 4817.28 ± 308.52 MPa. Likewise, when comparing the three brands of resin photocured for 40 seconds, it was obtained that the highest value was for the Filtek Z350 3M resin specimens with a value of 7615.12 ± 209.32 MPa, followed by Palfique LX5 Tokuyama 7535.97 ± 251.48 MPa and finally with the lowest value was for the Forma Ultradent brand 4871.95 ± 282.90 MPa. **Conclusions:** The highest average modulus of elasticity was obtained for the Filtek Z350 3M resin photocured for 20 seconds and 40 seconds.

Keywords: modulus of elasticity, composite resins, latest generation.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la resina compuesta se ha convertido en un importante sustituto cosmético de los empastes de amalgama como material de restauración de elección para dientes descoloridos, fracturados, astillados y cariados. La resina compuesta consiste en una mezcla de medio resinoso con rellenos, lo que proporciona buenas propiedades mecánicas y estéticas (Rasines et al., 2014)

Hay una amplia variedad de materiales dentales disponibles para las restauraciones, y gracias a los avances de la nanotecnología, han contribuido significativamente a mejorar sus propiedades en sus propiedades físicas, mecánicas y estéticas, entre otras. Además, debido a estos avances, existen diversas opciones de resinas compuestas de última generación en el mercado dental peruano. (Foong et al., 2020)

Saber cómo se comportan mecánicamente las resinas compuestas, midiendo su módulo elástico, es clave para entender qué tanto resisten a la deformación elástica. Los materiales dentales en la cavidad bucal están expuestos a fuerzas o tensiones que pueden ocasionar su deformación, lo que puede resultar en restauraciones defectuosas y generar insatisfacción en los pacientes. Por eso, es muy importante tener información sobre el módulo de elasticidad de las resinas compuestas de última generación, ya que esto proporcionará datos objetivos y confiables, contribuyendo a disminuir los fracasos en los tratamientos realizados con este tipo de resinas. (Habib et al., 2015)

Por ello, esta investigación tuvo como propósito comparar el módulo de elasticidad de resinas compuestas de última generación de uso odontológico, in vitro.

1.1. Descripción y formulación del problema

Actualmente, existe gran diversidad y variedad de materiales restauradores, entre ellos están las resinas compuestas, cuyos materiales dentales son altamente estéticos, sin embargo,

existen diversos factores que influyen en el éxito o fracaso de estos materiales dentales. (Ozan et al., 2021)

La odontología restauradora ha experimentado avances gracias a la nanotecnología, mejorando significativamente las características físicas y mecánicas de los materiales utilizados en odontología. Esto ha hecho que las restauraciones con resina compuesta sean más confiables y predecibles, reduciendo así la tasa de fracaso de las mismas. Varios autores destacan que existen múltiples causas que influyen en el desempeño y longevidad de las restauraciones dentales, tales como el profesional odontológico, el paciente, su edad, la profundidad y extensión de la restauración, el tipo de material utilizado y sus propiedades. (Ozan et al., 2021)

Por ello, es importante conocer las propiedades de las resinas, de esta manera se puede reducir el fracaso de este tipo de restauraciones, ante ello el módulo de elasticidad es crucial en los materiales dentales, ya que una restauración colocada en la cavidad bucal se ve expuesta a diversas deformaciones debido a las tensiones generadas por la masticación. Es importante destacar que una de las propiedades mecánicas más relevantes de las resinas compuestas es el módulo de elasticidad o módulo de Young, debido a su estrecha relación con el éxito o el fracaso clínico de las restauraciones realizadas con este tipo de materiales. (Alqarni et al., 2021)

Por lo tanto, es fundamental contar con conocimientos del módulo elástico de las resinas compuestas dentales para garantizar el éxito clínico de las restauraciones. Por ello, se planteó la siguiente interrogante:

¿Cuál será la diferencia del módulo de elasticidad en resinas compuestas de última generación de uso odontológico, in vitro?

1.2. Antecedentes

Basheer et al. (2024) realizaron un estudio en Arabia Saudita con el propósito de evaluar ciertas propiedades físicas y mecánicas de cuatro compuestos fluidos de alta resistencia

recientemente introducidos en comparación con los compuestos dentales multiusos convencionales. Se prepararon diez muestras rectangulares (2×2×25mm) de cada material compuesto, en total fueron 50 especímenes (10 de cada grupo). Luego, las muestras se sometieron a pruebas de flexión utilizando la máquina de prueba universal. Se encontró que el valor de Filtek Z350 3M fue significativamente más alto que el de otros grupos (10,94) y el de Gaenial Universal Injectable fue significativamente más bajo que el de todos los demás grupos evaluados (4,2). Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre Beautifil flow plus, Genial Universal FLO y Beautifil Injectable (6,75; 6,14 y 6,05 respectivamente). Los resultados del estudio permitieron a los investigadores concluir que algunos materiales pueden servir como alternativas adecuadas a los composites convencionales en aplicaciones específicas.

Souto et al. (2021) desarrollaron una investigación en Brasil cuyo objetivo fue evaluar las propiedades mecánicas de distintos composites de resina empleados en odontología. Se evaluaron 13 marcas de resinas con 10 especímenes de cada grupo. Se realizó una secuencia de 5000, 10 000, 15 000 y 20 000 ciclos de envejecimiento en agua destilada a 5 °C y 55 °C, y al final de cada paso del ciclo las muestras se secaron con un chorro de aire suave durante 15 s y se reposicionaron en el equipo para nuevas mediciones. Se encontró que los valores oscilaron entre 22,15 y 10,06 Gpa, para la marca Z350 un valor de $13,61 \pm 0,27$. Los investigadores de esta investigación determinaron que la contracción por polimerización depende del tipo de compuesto y puede ser diferente entre materiales con módulos elásticos similares y el envejecimiento por termociclado tiene una influencia significativa en la sorción de agua en los materiales evaluados.

Romero (2019) se llevó a cabo un estudio en Perú con el propósito de determinar la diferencia en el módulo de elasticidad entre la resina compuesta de 3M Filtek Z350 y la resina compuesta Tetric® N-Ceram de Ivoclar Vivadent. Para ello, se fabricaron un total de 20

probetas, las cuales fueron distribuidos en dos grupos de 10 especímenes cada uno. Posteriormente, las probetas se conservaron en agua destilada a una temperatura constante de 37 °C durante 24 horas. La comparación estadística se realizó mediante la prueba t de Student. Los resultados obtenidos indicaron que el grupo correspondiente a la resina Filtek Z350 XT de 3M presentó el mayor valor de módulo de elasticidad, alcanzando 5436.9 MPa. De acuerdo con el autor del estudio, el grupo de la resina Filtek® Z350 XT de 3M ESPE obtuvo un módulo de elasticidad significativamente superior en comparación con las resinas Tetric® N-Ceram de Ivoclar Vivadent.

Rizzante et al. (2019) elaboraron una investigación en Brasil con el objetivo de evaluar la tensión de contracción de polimerización de diferentes composites de resina de relleno masivo y su módulo elástico. Con el objetivo de evaluar el módulo de elasticidad, se elaboraron siete probetas ($2 \times 2 \times 25$ mm) para cada uno de los nueve compuestos de resina: Surefill SDR flow (SDR), X-tra Base (XB), Filtek Bulk Fill Flowable (FBF), Filtek Z350XT Flujo (Z3F), Tetric Evo Ceram Bulk Fill (TBF), X-tra Fil (XF), Filtek Bulk Fill (FBP), Admira Xtra Fusion (ADM) y Filtek Z350 XT (Z3XT). El módulo de Young fue medido mediante un ensayo de flexión en tres puntos, empleando una Máquina de Ensayo Universal equipada con una velocidad de cruceta de 0,5 mm/min y una carga de 50 KgF. Los resultados mostraron que los compuestos FBF, SDR, Z3F y ADM registraron los valores más reducidos de módulo elástico. Estos fueron seguidos por XB y TBF, mientras que FBP, Z3XT y XF exhibieron los valores más altos dentro de los materiales evaluados. Según los resultados obtenidos, los autores establecieron que, los composites de relleno masivo mostraron una amplia gama de valores de módulo elástico.

Sezin et al. (2018) este estudio se realizó en Argentina, la finalidad del presente trabajo fue determinar tanto la resistencia a la flexión como el módulo elástico de diversas resinas compuestas clasificadas según su densidad en alta, media y baja. Para ello, se prepararon un

total de 88 especímenes con dimensiones de 25mmx2mmx2mm, los cuales se distribuyeron en 11 grupos correspondientes a 8 marcas comerciales de resinas. Los datos fueron analizados con la prueba estadística de Kruskal-Wallis. Los resultados de este estudio determinaron que la resina 3M Filtek® Z350 mostró un valor de módulo elástico de $2,34 \pm 0,16$. Los investigadores concluyeron que las resinas dentales, categorizadas según su densidad en alta, media y baja, mostraron diferencias significativas en los valores de resistencia a la flexión y módulo elástico en flexión. Estas variaciones se atribuyen a las características específicas de las partículas de relleno y a la proporción del componente inorgánico presente en cada material.

Abuelenain et al. (2017) se desarrolló un estudio en Arabia Saudita cuyo propósito fue evaluar el módulo de flexión y resistencia a la flexión de un composite dental nanorelleno, sometido a diferentes condiciones de almacenamiento. Para ello, se prepararon 15 muestras rectangulares (2x2x25 mm), se establecieron tres grupos experimentales de acuerdo con el método de almacenamiento utilizado: almacenamiento en seco, en agua destilada y bajo un proceso de termociclado. Posteriormente, se realizó una prueba de un ensayo de flexión utilizando una máquina universal de pruebas, donde se aplicó una carga de 2 kN a una velocidad de cruceta de 0,25 mm/min. Los resultados mostraron que el módulo de flexión de Filtek® Z350 EM fue de 9,5 GPa en condición seca, 9 GPa en ambiente húmedo y alcanzó los 10 GPa tras el termociclado a 5000 ciclos. Además, se observó que los valores del módulo de flexión de Filtek® Z350 fueron superiores significativamente a los de Tetric® N-Ceram en todas las condiciones de almacenamiento ($P < 0,05$). Los autores del estudio concluyeron que ni el almacenamiento en agua a corto plazo ni la exposición a ciclos térmicos, seguidos de deshidratación, afectan significativamente las propiedades mecánicas relacionadas con la flexión de composites de resina nanorelleno.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Comparar el módulo de elasticidad en resinas compuestas de última generación de uso odontológico, in vitro.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar el módulo de elasticidad de los especímenes de resina Filtek Z350 3M fotocuradas por 20 segundos.

- Identificar el módulo de elasticidad de los especímenes de resina Filtek Z350 3M fotocuradas por 40 segundos.

- Identificar el módulo de elasticidad de los especímenes de resina Forma fotocuradas por 20 segundos.

- Identificar el módulo de elasticidad de los especímenes de resina Forma fotocuradas por 40 segundos.

- Identificar el módulo de elasticidad de los especímenes de resina Palfique LX5 fotocuradas por 20 segundos.

- Identificar el módulo de elasticidad de los especímenes de resina Palfique LX5 fotocuradas por 40 segundos.

1.4. Justificación

1.4.1. Teórica

Es fundamental para el clínico tener amplios conocimientos de temas que involucran en nuestra profesión, dentro de estos conocimientos deben englobar referente a las propiedades mecánicas, incluyendo el módulo de elasticidad en resinas compuestas debido a su gran uso en la odontología, con ello facilitará la elección de un buen material restaurador, de esta manera lograr un tratamiento exitoso y duradero a lo largo del tiempo. Por ello la presente investigación

aumentará la evidencia teórica y científica sobre el conocimiento del módulo de elasticidad en resinas compuestas de última generación.

1.4.2. Práctica

Los hallazgos de este estudio ofrecen al odontólogo general las bases para proporcionar recomendaciones sobre el módulo de elasticidad de las resinas compuestas de última generación. Debido a que existen múltiples variedades de marcas de las resinas compuesta, cuyas propiedades, indicaciones, ventajas y desventajas de cada material restaurador que se desconoce; ya que el fabricante muchas veces no brinda información verídica. Por ello, resulta fundamental realizar estudios que analicen propiedades mecánicas como el módulo de elasticidad, con el fin de adquirir conocimientos más profundos sobre las diversas resinas compuestas de última generación y de esta forma, disponer de opciones al momento de seleccionar materiales dentales. Además, esta información permitirá la elección e identificación del mejor material para la restauración y a su vez ayudará reducir el riesgo al fracaso de estos tratamientos.

1.5. Hipótesis

Existe diferencias entre el módulo elástico en resinas compuestas de última generación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Historia y evolución de las resinas compuestas*

Los materiales dentales han experimentado una notable evolución en el transcurso de los años. Antiguamente, era común el uso de amalgamas; sin embargo, los continuos progresos en la ciencia de los biomateriales durante los últimos años han propiciado la evolución de nuevos materiales y técnicas, transformando significativamente el campo odontológico. (Bayne, 2019)

El uso de resinas compuestas en odontología tiene sus orígenes en las primeras décadas del siglo XX. En ese entonces, los materiales de silicato constituían la única opción para restauraciones en áreas estéticas, los cuales ofrecían un color semejante a la estética del tejido dentario. Sin embargo, una de sus principales desventajas era el rápido desgaste tras su colocación. A finales de la década de 1940, los materiales de silicato comenzaron a ser sustituidos por resinas acrílicas a base de polimetilmetacrilato (PMMA). Estas resinas ofrecían múltiples ventajas, entre ellas una manipulación sencilla, un costo reducido y una estética aceptable, lo que favoreció su adopción en la práctica odontológica. No obstante, estas resinas también presentaban limitaciones significativas, tales como una reducida resistencia al desgaste, una alta contracción durante el proceso de polimerización y una considerable filtración marginal. (Ferracane, 2024)

En 1962 se inició la era de las resinas compuestas modernas, marcando un hito en la odontología restauradora con innovaciones importantes, como la incorporación de una matriz de resina basada en Bisfenol-A Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y la utilización de silano como agente de acoplamiento entre la matriz orgánica y las partículas inorgánicas de relleno. Desde aquella época, estos materiales han sido objeto de constantes mejoras y modificaciones. A lo

largo del tiempo, estos cambios han buscado optimizar sus propiedades físicas, mecánicas y estéticas. (Bayne, 2019)

La forma de realizar restauraciones dentales ha evolucionado significativamente con el paso del tiempo. En la actualidad, se emplean técnicas más conservadoras y materiales de última generación que permiten obtener resultados estéticos, funcionales y más duraderos, priorizando la preservación de la estructura dental sana. Se utilizan resinas compuestas para muchos tratamientos restauradores tanto en dientes anteriores y posteriores, para reconstrucciones estéticas. Durante los últimos años se realizaron muchos cambios, tanto en su estética y función, por ello gracias al avance de la ciencia las resinas compuestas han evolucionado y mejorado sus componentes químicos, sus propiedades mecánicas, estéticas y físicas, para así lograr una mejor manipulación, restauraciones más duraderas y eficaces a lo largo del tiempo en la cavidad bucal. (Rodriguez y Pereira, 2008)

Actualmente, los materiales más utilizados por los odontólogos en su práctica clínica cotidiana son las resinas compuestas. Por esta razón, es fundamental contar con un conocimiento sólido sobre sus propiedades, características, ventajas, desventajas y limitaciones. (Bayne, 2019)

2.1.2. Resina compuesta

La resina dental es un compuesto a base de polímeros, utilizados en odontología como un material restaurador estético para reemplazar una porción con caries de la estructura dental, se preparan mediante polimerización de radicales libres, que comienza con la luz visible en materiales modernos; una de sus ventajas de las resinas compuestas es su apariencia estética. Las resinas compuestas están constituidas por una matriz polimérica de resina, como el bisfenol A-glicidilmetacrilato, junto con una carga inorgánica, como la sílice. El relleno confiere propiedades mecánicas propiedades al composite, como una mayor durabilidad y transparencia en el composite. (Bhattacharya, 2013)

Hace más de 50 años se utilizan los composites, desde entonces hasta la actualidad han ido evolucionando y desarrollando las propiedades tanto mecánicas, físicas y estéticas. En la actualidad, el uso de este material presenta un crecimiento continuo, debido a que los pacientes piden cada vez más restauraciones estéticas y por la preocupación generalizada respecto al uso de amalgamas dentales que contienen mercurio. Hoy en día, más del 95% de las restauraciones directas en dientes anteriores y aproximadamente el 50% en dientes posteriores se realizan con materiales compuestos. (Nicholson, 2016)

Estudios informaron sobre la aplicación de resina compuesta para abordar casos de desgaste dental, siendo ampliamente reconocido el composite directo como una alternativa terapéutica eficaz para el desgaste localizado en los dientes anteriores. No obstante, las evaluaciones multifactoriales y diferentes sobre la supervivencia o el éxito influyen enormemente en los resultados informados y en las opiniones sobre la eficacia del tratamiento. (Rajarajan et al., 2023; Lucarotti et al., 2005)

2.1.1.1. Composición química de las resinas dentales. Un compuesto dental está conformado por una matriz de resina, rellenos inorgánicos, sistema iniciador y catalizador.

Composición química de las resinas dentales		
Formulación	Principales componentes	Función
Matriz de resina	Monómeros de acrilato de metilo: Bis-GMA, UDMA, HEMA, TEGDMA, etc.	Muchos materiales tienen cierta resistencia, plasticidad y característica de curado.
Relleno inorgánico	Partículas de relleno: Sílice coloidal, cuarzo, vidrio de sílice que contiene bario, estroncio y circonio, energía cerámica, etc.	Optimizar la resistencia a la compresión, el módulo elástico, la dureza y la

		resistencia al desgaste de los materiales, etc.
Agente de acoplamiento	Silano orgánico: MPTS (metacriloxipropiltrimetoxisilano) y MDP.	Une químicamente el relleno y la matriz de resina para lograr la adhesión de estas dos fases.
Sistemas iniciadores	Sistema Fotoiniciador: Canforoquinona (CQ), fenilpropanodiona (PPD) y BPO	Sistemas promotores de la polimerización, inician la reacción de polimerización
Otros	Colorante como óxido metálico, sistema estabilizador, agentes catalizadores de curado como catalizador, etc.	Efecto de mejora auxiliar

2.1.1.2. Clasificación de las resinas dentales: Según el tamaño de partícula de relleno, se pueden clasificar en diferentes tipos:

Clasificación de las resinas compuestas	
Según el procedimiento restaurativo	Según el método de curado
• Directo • Indirecto	• Activadas químicamente • Activadas por luz • Activación dual • Termoactivadas

Según el método de aplicaciones	Según tamaño de partícula de relleno
• Compactable • Fluidos • Compomeros (compuestos de resina modificados con poliácidos) • Autoadhesivos • Resinas Bulk fill	• Macrorelleno • Microrellenos • Híbrido • Híbrido moderno • Nanocompuesto

A. Macrorelleno. Las resinas con partículas de relleno como cuarzo, bario y estroncio presentan tamaños que oscilan entre 10 y 100 micras. Estas partículas, de gran tamaño, proporcionan buena resistencia mecánica, pero dificultan el pulido y no favorecen la estabilidad del color. Además, su superficie tiende a ser rugosa, lo que incrementa la probabilidad de acumulación de placa bacteriana. (Rodas y Morales, 2023; Suryawanshi y Behera, 2022)

B. Microrellenos. Este tipo de compuestos se utilizó en 1970 por primera vez, este tipo de resinas tiene sus partículas que varía entre 0,04 a 0,2 micras. Se agregó sílice esférica amorfa, eran más esféricos, sin embargo, mostraban más fracturas y pérdida de forma anatómica debido al desgaste, es por ello que estos composites se utilizan para restauraciones de cavidades internas y cervicales, no son aptos en zonas que soportan altas tensiones. (Rodas y Morales, 2023; Suryawanshi y Behera, 2022)

C. Híbrido. Este compuesto está formado por macro y microrellenos, se pueden considerar entre los mejores materiales para restauraciones posteriores, en la actualidad existe nuevos composites híbridos cuyas partículas de relleno oscilan entre 15 a 20 micras con partículas pequeñas de sílice coloidal con dimensiones que varía entre 0,01 a 0,05 μm . Presentan una alta resistencia porque tiene alta carga de relleno, debido a su amplio rango de

partículas. Además, tienen menor grado de contracción, mejor rendimiento de pulido y mejor aspecto estético. (Rodas y Morales, 2023; Suryawanshi y Behera, 2022)

D. Híbrido moderno. En este tipo de resina, el tamaño de las partículas de relleno varía desde 0,5–1,0 micrómetros hasta 10–50 nanómetros, lo que hace especialmente adecuada para restauraciones en dientes anteriores. Además, ofrecen una amplia gama de tonos, con diferentes niveles de opacidad y translucidez que favorecen una estética más natural. (Anusavice, 2004)

E. Nanohíbridas. La composición de esta resina incluye nanopartículas de sílice coloidal, cuyo tamaño varía entre 5 y 100 nanómetros, combinadas con partículas más grandes de entre 0.6 y 1 micrómetro. Esta composición tiene como objetivo mejorar propiedades clave del material, como reducir la contracción por polimerización, ofrecer un excelente acabado y pulido, y proporcionar una alta resistencia mecánica. (Anusavice, 2004)

F. Nanopartículas. La nanotecnología tiene un potencial significativo para mejorar la odontología restauradora y preventiva. Como muchos sabemos, la caries dental representa una de las patologías más comunes que afectan las estructuras dentales. Los nanomateriales tienen un gran potencial para disminuir la acumulación de biopelículas, inhibir el proceso de desmineralización, remineralizar la estructura dental y combatir las bacterias relacionadas con la caries. Las nanopartículas de compuestos de plata y amonio cuaternario han recibido especial atención debido a su fuerte actividad antimicrobiana. Las nanopartículas de fosfato de calcio y fluoruro de calcio tienen la capacidad de mejorar la remineralización. (Rodas y Morales, 2023)

2.1.1.3. Propiedades de las resinas compuestas. Las propiedades mecánicas de las resinas compuestas tenemos.

Propiedades mecánicas de las resinas compuestas		
De resistencia	Basadas en la deformación elástica	Otras propiedades mecánicas

• Deformación permanente(plástica) • Trabajo en frio (endurecimiento por deformación en frio) • Resistencia diametral a la tracción • Resistencia a la flexión • Resistencia a la fatiga • Resistencia al impacto	• Modulo elástica (módulo de Young o de elasticidad) • Modulo dinámico de Young • Flexibilidad • Resiliencia • Coeficiente de poisson	• Tenacidad • Tenacidad frente a la fractura • Fragilidad • Ductilidad y maleabilidad • Medición de la ductilidad • Dureza
--	---	---

Las resinas restauradoras con tonalidad similar a la del diente natural se han consolidado como la opción más empleada en la práctica clínica, debido a las notables mejoras en sus propiedades físicas, mecánicas y ópticas, además de su facilidad de manejo. En los últimos años, la incorporación de nuevos tipos de partículas de relleno y sistemas de monómeros ha tenido como finalidad optimizar el rendimiento clínico de estas restauraciones. Desde sus inicios, las resinas compuestas han evolucionado considerablemente, pasando de los composites de macrorelleno y microrelleno, a los híbridos, microhíbridos, fluidos, hasta llegar a los actuales composites de relleno masivo y nanocompuestos. Las mejoras en los materiales restauradores se enfocan principalmente en reducir la contracción por polimerización y en aumentar propiedades clave como la dureza, la resistencia a la compresión y a la flexión, así como el módulo de flexión. Estos avances se logran mediante el desarrollo de nuevas formulaciones de resina y el ajuste en la concentración de las partículas de relleno. (Buen et al., 2007; Ikejima et al., 2003)

Los materiales restauradores empleados en zonas sometidas a cargas funcionales deben ser evaluados mediante pruebas que determinen sus propiedades físicas y mecánicas. Entre las propiedades más destacadas se incluyen una alta resistencia mecánica, buena tenacidad a la fractura, dureza superficial considerable, un módulo de elasticidad apropiado, bajo nivel de desgaste, mínima absorción y solubilidad en medios acuosos, escasa contracción durante la polimerización, resistencia frente a la fatiga y a la degradación, elevada radiopacidad, así como excelentes propiedades ópticas. Estas características continúan siendo esenciales para el éxito clínico de los materiales compuestos. En este contexto, los compuestos nanohíbridos, debido a su menor contenido de matriz orgánica y mayor proporción de partículas de relleno, exhiben una contracción por polimerización más reducida en comparación con los composites de nanorrelleno. (Fortín y Vargas, 2000; Chen et al., 2006)

La prueba de dureza constituye un método eficaz para evaluar el grado de polimerización en los compuestos de resina. Tanto la dureza superficial como la profundidad de curado pueden ser determinadas mediante ensayos de microdureza, siendo los métodos de Vickers y Knoop los más comúnmente empleados para este fin. Además, la técnica de nanoindentación se ha consolidado como un método avanzado para la evaluación de propiedades mecánicas, siendo particularmente eficaz para la medición de la dureza. Este método se fundamenta en el mismo principio que la microindentación, aunque emplea una sonda y cargas considerablemente más bajas. Esto permite la generación de indentaciones de tamaño extremadamente reducido, que pueden variar desde menos de cien nanómetros hasta apenas unos pocos micrómetros. La prueba de compresión se aplica para comparar amalgamas dentales, composites y materiales de impresión, revestimientos y cemento para ser utilizados clínicamente en áreas que soportan tensiones. (Meenakumari et al., 2018)

Se entiende por resistencia a la flexión la propiedad mecánica que permite a un material oponerse a fuerzas de flexión sin sufrir ruptura. Esta propiedad refleja su resistencia a la rotura

bajo carga flexural y se determina cuando el material alcanza su máxima flexibilidad justo antes de superar su límite proporcional.

Las fuerzas de flexión surgen debido a diversas situaciones clínicas, por lo que los materiales dentales deben ser capaces de soportar esfuerzos repetidos de flexión y torsión. Es fundamental que estos materiales presenten una elevada resistencia a la flexión, especialmente cuando se enfrentan al estrés masticatorio, ya que este puede provocar deformaciones permanentes. (Meenakumari et al., 2018)

2.1.3. Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad o módulo de Young, es una medida empleada para determinar la rigidez de un material. Este se calcula como la proporción entre la tensión aplicada y la deformación que se produce, siempre que el material se mantenga dentro de su comportamiento elástico. En el contexto de los materiales dentales, este valor representa la capacidad del material para resistir cambios de forma temporales bajo la acción de una fuerza. Su nombre se atribuye en honor al físico Thomas Young, quien lo introdujo en el siglo XVII. (Anusavice, 2004)

2.1.3.1. Medición del módulo elasticidad. El método más utilizado para medir el módulo elástico es la técnica de nanoindentación, que permite obtener mediciones en el rango de la nanoescala con la ayuda de un indentador Berkovich y un indentador esférico o mediante microscopia fuerza atómica. El sistema de nanoindentación es aplicable a mediciones tanto de dureza como de módulo elástico. (Zhang et al., 2014; Anusavice, 2004)

2.1.3.2. Formula del módulo elasticidad. El módulo de elasticidad se expresa como una medida de fuerza por unidad de área, y comúnmente se presenta en unidades como gigapascuales (GPa), megapascuales (MPa) o giganewtons por metro cuadrado (GN/m²). (Anusavice, 2004)

Para el cálculo del módulo de elasticidad se realiza de la siguiente forma:

- E: Modulo elástico
- P: fuerza o carga que se aplica
- A: área transversal del material sometido a fuerza
- Δl : Aumento de longitud
- l_0 : Longitud inicial

Entonces:

- Fuerza: $P/A = \sigma$
- Deformación: $\Delta l / l_0 = \epsilon$

Formula de módulo de elasticidad

$$E = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Deformación}} = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{P/A}{\Delta l / l_0}$$

Adaptado del libro *Phillips. Ciencia de los materiales dentales*, por Anusavice, 2004.

2.1.4. Marcas de las resinas del estudio

2.1.3.1. Resina compuesta Forma. La resina compuesta nanohíbrida fotoactivada con zirconia destaca por sus excelentes propiedades mecánicas y su capacidad para lograr restauraciones altamente estéticas y duraderas. Esta resina está compuesta por monómeros como Bis-GMA, TEGDMA, Bis-EMA y UDMA, y ha sido diseñada para aplicaciones en restauraciones tanto anteriores como posteriores. Incorpora una combinación de rellenos inorgánicos que incluye zirconia/sílice y vidrio de bario. Además, contiene nanopartículas en un rango de tamaño entre 5 y 50 nanómetros, lo que, junto con una alta concentración de carga, le confiere gran resistencia y durabilidad clínica. (Ultradent, 2025)

La resina FORMA se caracteriza por ofrecer excelentes propiedades mecánicas y un equilibrio ideal entre resistencia, durabilidad y estética, lo que facilita procedimientos clínicos eficaces y sencillos. Su composición está diseñada para lograr una armonía ideal con el color natural del diente, lo que permite obtener restauraciones directas estéticamente satisfactorias

en una sola aplicación. Está indicada para una amplia variedad de obturaciones, tanto en dientes anteriores como posteriores. En el sector anterior, proporciona un balance adecuado de translucidez entre esmalte y dentina, logrando resultados estéticos eficientes; mientras que en el sector posterior garantiza la resistencia mecánica necesaria para soportar las fuerzas masticatorias. Además, la resina FORMA es apta para restauraciones indirectas, como carillas, inlay y onlay. (Ultradent, 2025)

2.1.3.2. Resina compuesta Palfique LX5. Es una resina compuesta fotopolimerizable con una carga supra-nano particulada, lo que significa que sus partículas de relleno son menores a una micra. Esta contiene una mezcla de sílice y dióxido de circonio como relleno, y su alta concentración de estas partículas ayuda a minimizar la contracción durante el proceso de polimerización. La matriz orgánica está formada por monómeros como el Bis-GMA (bisfenol A-glicidilmetacrilato) y el TEGDMA (triethylenglicol dimetacrilato), los cuales juegan un papel clave en sus propiedades físicas y en su facilidad de manipulación. (PHS Group, 2025)

El relleno inorgánico del material está compuesto por partículas esféricas de menos de una micra de tamaño, específicamente formuladas para ofrecer un pulido de alto brillo y una elevada resistencia al desgaste. Está indicado para obturaciones directas tanto en dientes anteriores como posteriores, adecuado para todo tipo de cavidades, reparaciones de porcelana y el cierre de diastemas. (PHS Group, 2025)

Esta resina ofrece un equilibrio entre estética y resistencia mecánica, tiene buenas propiedades mecánicas, se puede obtener restauraciones imperceptibles gracias a su efecto camaleónico, ya que los colores se mimetizan con mucha facilidad con la estructura dental, además se puede utilizar el mismo tono de resina para varias restauraciones en diferentes dientes. (PHS Group, 2025)

2.1.3.3. Resina compuesta 3M™ Filtek™ Z350 XT. La resina fotopolimerizable de 3M Filtek Z350 es un material restaurador universal, apropiado para su uso en restauraciones

tanto anteriores como posteriores. Gracias a su formulación basada en nanotecnología con partículas de relleno a escala nanométrica ofrece un brillo superior y una estética mejorada en comparación con otros composites convencionales. La presencia de nanoclústeres, es decir, aglomerados de nanopartículas, proporciona una integridad estructural que mejora significativamente la resistencia del material frente a la fractura y al desgaste. (Ciencia aplicada a la vida 3M, 2025)

Este restaurador universal está formulado con una matriz de monómeros que incluye Bis-GMA, UDMA, TEGDMA y Bis-EMA. Su sistema de carga incorpora sílice de 20 nanómetros, zirconia en partículas individuales no agregadas ni aglomeradas de entre 4 y 11 nm, además de clústeres compuestos por combinaciones de partículas de sílice (20 nm) y zirconia (4–11 nm). Esta innovadora combinación de rellenos proporciona excelentes propiedades mecánicas y estéticas. Este material está recomendado para una variedad de procedimientos clínicos, entre los que se incluyen restauraciones directas en sectores anteriores y posteriores, reconstrucción de muñones, así como restauraciones indirectas como inlays, onlays y carillas. (Ciencia aplicada a la vida 3M, 2025)

2.1.5. Lámpara de fotopolimerización

La lámpara de fotopolimerización LED VALO™ Grand emplea un emisor de luz LED que genera múltiples longitudes de onda, produciendo una luz de alta intensidad dentro del rango de 385 a 515 nm, conforme a la norma ISO 10650. Esta lámpara es capaz de penetrar materiales cerámicos y polimerizar eficazmente los cementos de resina subyacentes. (Ultradent, 2025)

El lente de 12 mm está diseñado para cubrir cómodamente un molar de 10 mm, garantizando un fotocurado rápido y eficaz. El botón de encendido, situado en la parte inferior del dispositivo, permite un manejo más intuitivo. Esta lámpara funciona con baterías recargables y se suministra con un cargador incluido para mayor comodidad. Además, dispone

de tres modos de polimerización: Potencia Estándar, Alta Potencia Plus y Potencia Xtra, lo que brinda la flexibilidad necesaria para ajustarse a las distintas preferencias y requerimientos clínicos del profesional. (Ultradent, 2025)

2.1.6. Termociclaje o envejecimiento acelerado

El termociclador es un equipo de laboratorio utilizado para replicar las condiciones de la cavidad bucal. Su función consiste en someter las muestras a una serie de ciclos controlados y repetitivos de distintas temperaturas, simulando así las condiciones físicas y químicas que se presentan en la boca. (Oja et al., 2021)

El termociclador tiene unos recipientes amplios que contiene los líquidos a diferentes temperaturas, también tiene un bloque de recipiente perforado, lo que permite colocar las muestras para procesarlas, está unido por un brazo de aluminio lo que permite movilizarse por los diferentes recipientes ordenadamente y en tiempos determinados. (Eliasson y Dahl, 2020)

En la actualidad todavía es impreciso determinar con exactitud, de la frecuencia de los ciclos in vivo. Se estima que 10 000 ciclos podrían ser equivalentes a un año en función clínica, lo cual corresponde a 1 año de función en cavidad bucal. (Gale y Darvell, 1999)

El envejecimiento acelerado es un proceso mediante el cual se provoca la degradación de las propiedades de las resinas compuestas, se utiliza para predecir la durabilidad de los materiales expuestos a estas condiciones ambientales similares de la cavidad bucal. (Eliasson y Dahl, 2020)

2.1.7. Importancia clínica del módulo elasticidad

Es esencial entender cómo el módulo de elasticidad se relaciona con la cantidad de relleno en una resina compuesta. Esta relación es directa: a medida que aumenta la proporción de relleno inorgánico, también crece el módulo de elasticidad, lo que incrementa la rigidez del material. En otras palabras, un material más rígido presenta un módulo de elasticidad, o módulo de Young, más alto. (Zhang et al., 2014)

Existen diversos factores que contribuyen al fracaso de estas resinas compuestas, la manipulación incorrecta, un mal preparado de la cavidad, la mala higiene bucal etc. Por ello comprender y distinguir el módulo elástico de los materiales dentales utilizados en restauraciones dentales, puede conducir a mejores resultados del tratamiento para los pacientes (Zhang et al., 2014)

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Experimental; porque las variables fueron manipuladas intencionalmente y posteriormente medidas.

Prospectivo; el investigador observó al grupo de estudio durante un periodo de tiempo, luego se recolectó la información y se registraron en una base de datos.

Transversal; porque la variable de interés se medirá en un solo momento.

Comparativo; porque en esta investigación se establecieron diferencias o similitud entre los módulos de elasticidad de las resinas.

3.2. Ámbito temporal y espacial

La investigación fue realizada en el laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE (HTL) durante el año 2024.

3.3. Variables

3.3.1. Variable dependiente

Módulo de elasticidad.

3.3.2. Variable independiente

Resina compuesta.

Tiempo de fotocurado.

3.3.3. Operacionalización de las variables

Variables	Definición	Indicadores	Escala	Valor	
Módulo elástico	Constante elástica obtenida a partir de las propiedades	Máquina de prueba universal	Cuantitativa	-	Mpa

elásticas de
los materiales.

Resina compuesta	Material de restauración odontológica	Marca de resina	Cualitativa	-	3M FILTEK Z350 (Nanoparticuladas) - FORMA (Nanohibrida) - PALFIQUE LX5 (Suprananoparticulada)
Tiempo de fotocurado.	Tiempo de exposición de las resinas compuestas a la luz que será emitida por la lámpara LED	Segundos	Cualitativa	-	20 segundos - 40 segundos

3.4. Población y muestra

La muestra estuvo conformada por 60 especímenes de resinas compuestas, cada uno con dimensiones de 25 mm de largo, 2 mm de ancho y 2 mm de espesor. Las muestras fueron preparadas en una matriz metálica fabricada de acero inoxidable, siguiendo la norma ISO

4049:2020 para composites dentales. Cada grupo experimental estuvo formado por 10 especímenes de resina que cumplieron con los criterios de selección establecidos.

3.4.1. Criterios de selección

3.4.1.1. Criterios de inclusión. Se establecieron los siguientes criterios:

Barras de resina compuesta correctamente fotocuradas con luz Led.

Especímenes de resina de dimensiones de 25 mm x 2 mm x 2 mm, según las normas ISO 4049.

Especímenes de resina compuesta de color A2.

Especímenes de resinas de las marcas 3M FILTEK Z350, FORMA y PALFIQUE LX5

Especímenes de resina sin fracturas o fisuras.

3.4.1.2. Criterios de exclusión. Se establecieron los siguientes criterios:

Especímenes de resina con presencia de fracturas, fisuras y con burbujas.

Especímenes de resina con distintas dimensiones que no corresponde a la norma ISO 4049.

Especímenes de resina que no pertenecen al color y marca de resina del estudio.

3.5. Instrumentos

Ficha de recolección de datos (Anexo D)

Máquina de ensayos universales electrónica de la marca LG. (Anexo E)

3.6. Procedimientos

El proyecto de investigación fue inicialmente presentado ante la Oficina de Grados y Títulos de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal, se solicitó y presentó los documentos correspondientes para obtener la aprobación y autorización de la ejecución del estudio, después se sometió a evaluación por el Comité de Ética en Investigación, el cual aprobó la propuesta de manera satisfactoria, asignando el código: 088-05-2024 (ANEXO B). Posteriormente, se gestionó y recibió el permiso requerido para realizar

la investigación en el laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE (HTL). (ANEXO C)

Después de la autorización por parte del laboratorio, se realizaron las coordinaciones para empezar la confección de las muestras.

3.6.1. Preparación de especímenes

La elaboración de las muestras se llevó a cabo en el laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE (HTL) donde se confeccionó la matriz rectangular de acero inoxidable con dimensiones de 25 mm de largo, 2 mm de ancho y 2 mm de espesor, siguiendo las especificaciones establecidas en la norma ISO 4049.

Se utilizó una matriz metálica para fabricar los 60 especímenes de resina. Primero, la matriz fue aislada aplicando una fina capa de vaselina líquida con un microbrush, facilitando así el desmoldeo de las muestras. A continuación, se colocaron incrementos de resina de cada marca, presionando con una cinta celuloide y un portaobjetos para conseguir una superficie lisa. Posteriormente, las muestras fueron fotopolimerizadas con una lámpara VALO™ Grand, aplicando luz en 9 puntos a lo largo del bloque de resina, conforme a la norma ISO 4049. El tiempo de fotocurado fue de 20 y 40 segundos, dependiendo del grupo de muestra, los bloques de resina se retiraron cuidadosamente de la matriz. Finalmente, con un bisturí se retiró los excesos que queda de resina, luego fueron almacenados a temperatura de ambiente por 24 horas, por ultimo las muestras fueron sometidos envejecimiento artificial a 10 000 ciclos en el termociclador de la marca CONTROLADOR SIEMENS con una temperatura de 5 °C en la primera bomba, 37 °C en la segunda bomba y en la tercera bomba de 55 °C durante 10 días consecutivos para completar todos los ciclos, las muestras fueron intercalando entre las tres temperaturas simulando las condiciones de humedad y temperatura de la cavidad bucal.

Los 60 especímenes de resinas que se evaluaron fueron de las marcas 3M FILTEK Z350, PALFIQUE LX5 y FORMA, distribuidos de la siguiente manera:

Grupo 1: 10 especímenes de resina 3M FILTEK Z350 fotocuradas en 20 segundos.

Grupo 2: 10 especímenes de resina PALFIQUE LX5 fotocuradas en 20 segundos.

Grupo 3: 10 especímenes de resina FORMA fotocuradas en 20 segundos.

Grupo 4: 10 especímenes de resina 3M FILTEK Z350 fotocuradas en 40 segundos.

Grupo 5: 10 especímenes de resina PALFIQUE LX5 fotocuradas en 40 segundos.

Grupo 6: 10 especímenes de resina FORMA fotocuradas en 40 segundos.

3.6.2. Envejecimiento artificial

Se realizó con un termociclador de la marca CONTROLADOR SIEMENS, cuya función es producir un envejecimiento acelerado artificial de las muestras mediante condiciones químicas y físicas, es decir, simulando la humedad y variaciones de temperatura de la cavidad bucal.

La máquina presenta 3 bombas con diferentes temperaturas de agua destilada, la primera bomba con 5 °C, segunda bomba 37 °C y tercera bomba con 55 °C, donde se realiza una secuencia de ciclos por las diferentes bombas, esta secuencia es de manera automática, las muestras permanecieron alrededor de 20 a 30 segundos en cada una de las bombas. El proceso de envejecimiento acelerado en este estudio consistió en someter las muestras a 10 000 ciclos en el termociclador, lo que equivale 1 año en función en la cavidad bucal. (Gale y Darvell, 1999)

En esta investigación se llevó a cabo en 10 días hábiles para completar los 10 000 ciclos, además fue realizado y supervisado por el Ingeniero mecánico.

3.6.3. Medición del módulo de elasticidad en el laboratorio

Antes de realizar la medición del módulo de elasticidad, se tomaron las dimensiones precisas de cada bloque de resina empleando un vernier digital de la marca MITUTOYO, con una precisión de 0.01 mm. Luego, un ingeniero mecánico del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE (HTL) realizó la medición del módulo de

elasticidad. Este proceso se efectuó utilizando una máquina universal de ensayos mecánicos LG CMT-5L, con una precisión de 0,001 N. Para la prueba primero se colocó cada bloque de resina individualmente y por separado sobre los apoyos en donde descansa el espécimen. Una vez colocado el bloque de resina, un vástago metálico descenderá desde la parte superior, ubicado en el centro y equidistante de los puntos de apoyo, con una velocidad de avance de $0.75 \text{ mm/min} \pm 0.25 \text{ mm/min}$, conforme las indicaciones de la Norma ISO 4049, generando presión y deformación sobre el bloque de resina y luego se fracturó, los datos obtenidos se visualizaron en una pantalla digital que está conectada a la máquina universal, donde se registró en la ficha de recolección datos. (Anexo D)

3.7. Análisis de datos

Los datos recopilados se organizaron inicialmente en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para facilitar su revisión preliminar. Luego, fueron transferidos al software estadístico SPSS, versión 27 (IBM, EE. UU.), donde se llevó a cabo un análisis detallado.

Durante el análisis estadístico descriptivo, se determinaron medidas de tendencia central y dispersión, en particular la media y la desviación estándar, con el objetivo de resumir los valores del módulo de elasticidad de las distintas resinas evaluadas, expresados en megapascuales (MPa). Para el análisis inferencial, se realizó primero una prueba de normalidad con el objetivo de comprobar si los datos seguían una distribución normal, requisito indispensable para utilizar pruebas paramétricas.

Una vez confirmada la normalidad de los datos, se utilizó la prueba t de Student para muestras relacionadas, comparando los módulos de elasticidad entre los tiempos de fotocurado de 20 y 40 segundos dentro de cada marca de resina. Para evaluar diferencias entre las marcas de resina en ambos tiempos de fotocurado, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) con prueba post hoc de Tukey, permitiendo identificar comparaciones múltiples y determinar diferencias estadísticamente significativas entre las distintas resinas. Se estableció un nivel de

significancia de $p < 0.05$ para todas las pruebas, considerando como estadísticamente significativo cualquier valor de p inferior a este umbral.

Los hallazgos de estos análisis se muestran en tablas, lo que permite una comparación e interpretación visual.

3.8. Consideraciones éticas

El Comité de Ética en Investigación aprobó este proyecto, asignándole el código de inscripción 088-05-2024. (ANEXO B)

Este estudio se clasifica como una investigación experimental de tipo *in vitro*, en la que solo se utilizaron materiales no biológicos, sin involucrar seres humanos ni animales como sujetos de prueba. Se gestionó y obtuvo la autorización correspondiente del laboratorio donde se llevó a cabo la ejecución del estudio. Asimismo, se declara que no existe ningún conflicto de intereses con las marcas comerciales de los materiales odontológicos utilizados, ni con las instituciones involucradas, ya que la investigación fue completamente autofinanciada, así como diseñada y ejecutada por el propio autor del estudio. Se respetaron los principios de integridad académica y propiedad intelectual, mediante la adecuada citación de las fuentes conforme al estilo APA, además de cumplir con las normativas establecidas por la universidad.

IV. RESULTADOS

La finalidad de este estudio fue comparar el módulo de elasticidad de las resinas compuestas de última generación de uso odontológico, in vitro. La muestra estuvo conformada por 60 especímenes, distribuidos en 3 grupos según marca de resina (n=20).

Tabla 1

Módulo de elasticidad de los especímenes de resinas 3M FILTEK Z350 fotocuradas por 20 y 40 segundos

Tiempo de fotocurado	Módulo de elasticidad (MPa)			
	Media	D.S.	Mín.	Máx.
20 segundos	7445.77	260.61	7140.85	7991.27
40 segundos	7615.13	209.32	7383.13	7994.16

Nota. Se observan los valores promedios del módulo de elasticidad de los especímenes de resinas 3M FILTEK Z350 fotocuradas por 20 y 40 segundos. El mayor promedio se obtuvo a los 40 segundos con un valor de 7615.13 ± 209.32 MPa, seguido del promedio obtenido a los 20 segundos de 7445.77 ± 260.61 MPa. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2

Módulo de elasticidad de los especímenes de resinas FORMA fotocuradas por 20 y 40 segundos

Tiempo de fotocurado	Módulo de elasticidad (MPa)			
	Media	D.S.	Mín.	Máx.
20 segundos	4817.29	308.52	4090.53	5185.70
40 segundos	4871.96	282.90	4345.70	5315.99

Nota. Se determinaron los valores promedio del módulo de elasticidad correspondientes a los especímenes elaborados con resinas FORMA fotocuradas por 20 y 40 segundos. El mayor promedio se obtuvo a los 40 segundos con un valor de 4871.96 ± 282.90 MPa, seguido del promedio obtenido a los 20 segundos de 4817.29 ± 308.52 MPa. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3

Módulo de elasticidad de los especímenes de resinas PALFIQUE LX5 fotocuradas por 20 y 40 segundos

Tiempo de fotocurado	Módulo de elasticidad (MPa)			
	Media	D.S.	Mín.	Máx.
20 segundos	7354.43	428.18	6758.17	7937.90
40 segundos	7535.98	251.48	7148.08	7910.44

Nota. Se observan los valores promedios del módulo de elasticidad de los especímenes de resinas PALFIQUE LX5 fotocuradas por 20 y 40 segundos. El mayor promedio se obtuvo a los 40 segundos con un valor de 7535.98 ± 251.48 MPa, seguido del promedio obtenido a los 20 segundos de 7354.43 ± 428.18 MPa. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4

Comparación del módulo de elasticidad de las resinas compuestas de última generación de uso odontológico, fotocuradas por 20 y 40 segundos

Módulo de Elasticidad (MPa)				
20 segundos		40 segundos		Valor <i>p</i> **
Media	D.S.	Media	D.S.	

Filtek Z350 3M	7445,76	260.61	7615,12	209.32	>0.05
Forma Ultradent	4817,28	308.52	4871,95	282.90	>0.05
Palfique LX5	7354,43	428.18	7535,97	251.48	
Tokuyama					>0.05
<i>Valor p*</i>	<0.001		<0.001		

Nota. Se observa la comparación del módulo de elasticidad de las resinas compuestas de última generación de uso odontológico fotocuradas por 20 y 40 segundos. Al analizar el módulo de elasticidad en cada una de las marcas entre los tiempos de fotocurado de 20 y 40 segundos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (prueba t para muestras relacionadas; $p > 0.05$). Sin embargo, al comparar el módulo de elasticidad entre las diferentes marcas a un tiempo de fotocurado de 20 segundos, se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas (ANOVA; $p < 0.001$), específicamente entre Filtek Z350 3M y Forma Ultradent, así como entre Palfique LX5 Tokuyama y Forma Ultradent. En este análisis, Filtek Z350 3M presentó el valor más alto del módulo de elasticidad, seguido por Palfique LX5 Tokuyama. Asimismo, al comparar el módulo de elasticidad en un tiempo de fotocurado de 40 segundos se obtuvo diferencia estadísticamente significativa entre las marcas Filtek Z350 3M y Forma Ultradent (Anova; $p > 0.001$); y, Palfique LX5 Tokuyama y Forma Ultradent (Anova; $p > 0.001$); donde Filtek Z350 3M obtuvo el mayor módulo de elasticidad seguido de Palfique LX5 Tokuyama. Filtek Z350 3M tuvo un mayor módulo de elasticidad en tiempos de fotocurado de 20 y 40 segundos, con relación a las otras marcas evaluadas. *ANOVA con prueba post hoc de Tukey($p < .001$). Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La finalidad del presente estudio fue comparar el módulo de elasticidad de las resinas compuestas de 3M ESPE Filtek Z350, Palfique LX5 de Tokuyama y Forma de Ultradent fotocuradas en diferentes tiempos y condicionados en un termociclador que simula la humedad y temperatura de la cavidad bucal. Los hallazgos de esta investigación respaldan la hipótesis formulada, la cual establecía que existen diferencias estadísticamente significativas en el módulo de elasticidad de las resinas compuestas de distintas marcas al comparar los tiempos de fotocurado de 20 y 40 segundos.

Los resultados presentados en esta investigación demuestran que al evaluar individualmente el módulo de elasticidad de cada resina de fotocuradas en 20 y 40 segundos demuestran que, comparando el módulo de elasticidad de las tres marcas de resinas y fotocuradas por 20 y 40 segundos, no se obtuvo ninguna diferencia significativa. Analizando el módulo de elasticidad de las tres marcas de resinas solo fotocuradas en 20 segundos, se encontró altos valores en los especímenes de la marca 3M Filtek Z350 con un valor de $7445,76 \pm 260.61$ MPa, seguido de Palfique LX5 Tokuyama $7354,43 \pm 428.18$ MPa y finalmente se obtuvo con menor valor a la marca Forma Ultradent $4817,28 \pm 308.52$ MPa. Del mismo modo realizando una comparación de las tres marcas de resina fotocuradas solo por 40 segundos se obtuvo que el mayor valor se fue para los especímenes de la marca 3M Filtek Z350 con un valor de $7615,12 \pm 209.32$ MPa, seguido de Palfique LX5 Tokuyama $7535,97 \pm 251.48$ MPa y finalmente se obtuvo con menor valor a la marca Forma Ultradent $4871,95 \pm 282.90$ MPa.

Dado que los resultados obtenidos del módulo de elasticidad en este estudio están expresados en megapascuales, en comparación con algunos autores que representa sus resultados en Gigapascuales, por lo tanto, se tomó en considerando el sistema internacional de medidas, para realizar las conversiones de los resultados, ya que al realizar la comparación con

otros autores se debe realizar en las mismas unidades de medida, por lo tanto, los valores de los resultados obtenidos en este estudio, expresados en megapascuales (MPa), deben dividirse entre 1000 para ser convertidos a gigapascuales (GPa).

Con respecto a los resultados obtenidos, el módulo de elasticidad de los especímenes de resinas FILTEK Z350 3M fotocuradas por 20 segundos y 40 segundos; se encontró que, fotocuradas a los 20 segundos se obtuvo un valor de 7.4 ± 0.2 Gpa y fotocuradas en 40 segundos se obtuvo 7.6 ± 0.2 Gpa. En función de los hallazgos de este estudio, se identifican similitudes en cuanto a la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los valores del módulo de elasticidad, en comparación con lo reportado por Basheer et al. (2024). Sin embargo, no se observó coincidencia en los valores numéricos del módulo de elasticidad. En dicho estudio, los autores evaluaron las propiedades físicas y mecánicas de cinco tipos de compuestos dentales mediante una prueba de flexión realizada con una máquina universal de ensayos INSTRON modelo 3345, utilizando una distancia de soporte de 20 mm, una velocidad de avance del cabezal de 0,25 mm/min y una celda de carga de 2 kN. Como resultado, se reportó que el mayor valor del módulo de elasticidad correspondió al grupo de la resina Filtek Z350 3M, con un valor de 10,94 GPa. Las discrepancias entre los resultados de ambos estudios podrían atribuirse a las diferencias en las condiciones de almacenamiento, el protocolo de acondicionamiento de las muestras, así como a las características técnicas de los equipos utilizados para la prueba de flexión.

Del mismo modo Rizzante et al. (2019) determinaron el módulo de elasticidad y otras propiedades de materiales dentales de 9 compuestos de diferentes marcas de resinas, entre ellos se evaluó la resina Filtek Z350 XT también se utilizó una máquina para ensayos de flexión en tres puntos, del mismo modo se basaron en las normas ISO 4049, la fotopolimerización fue de 40 segundos para cada punto, se almacenaron a 37 °C por 24 horas para luego realizar la prueba en la máquina universal, donde los resultados evaluados del grupo de las resinas compuestas

de la marca 3M presentaron valores estadísticamente significativos del módulo de elasticidad entre los composites evaluados, donde es compatible con los resultados obtenidos en este estudio, ya que al realizar la comparación a los 40 segundos se obtuvo mayores valores estadísticamente significativos.

Abuelenain et al. (2017) donde evaluaron el módulo de flexión de un composite dental de nanorrelleno tras someterlo a diferentes condiciones de almacenamiento. Para ello, se prepararon 15 muestras rectangulares ($2 \times 2 \times 25$ mm), las cuales fueron subdivididas según tres condiciones: almacenamiento en seco, en agua destilada y mediante termociclado. Posteriormente, se aplicó una prueba de flexión en tres puntos utilizando una máquina de ensayos universales (Instron 5944, EE. UU.). Además, se empleó un protocolo de acondicionamiento térmico mediante un termociclador, similar al utilizado en la presente investigación. A pesar de las diferencias en el modelo del equipo de ensayo, los resultados obtenidos fueron comparables, mostrando valores elevados del módulo de elasticidad y diferencias estadísticamente significativas en relación con otros compuestos dentales. El valor más alto reportado fue de 10 GPa para las resinas Filtek Z350 sometidas a 5000 ciclos de termociclado.

Considerando el estudio de Sezin et al. (2018) donde evaluaron la resistencia a la flexión y el módulo elástico de resinas compuestas de alta, mediana y baja densidad, para la marca Filtek Z350 XT, se encontró que el valor promedio del módulo elástico fue de $2,34 \pm 0,16$ GPa. Cuyos resultados discrepan con nuestro trabajo en cuanto a los resultados numéricos del módulo de elasticidad. Así como también se diferencia con Souto et al. (2021) donde evaluaron las propiedades mecánicas de diferentes composites de resina para aplicación dental. Se evaluaron 13 marcas de resinas con 10 especímenes de cada grupo. Se realizó una secuencia de 5000, 10 000, 15 000 y 20 000 ciclos de envejecimiento en agua destilada a 5 °C y 55 °C, Se encontró que los valores para la marca Z350 de 3M oscilaron entre 22,15 y 10,06 Gpa. Así

como también hay una discrepancia con Romero (2019) donde se analizó la diferencia en el módulo de elasticidad entre la resina compuesta Filtek Z350 XT de 3M ESPE y la resina Tetric® N-Ceram de Ivoclar Vivadent, ambas almacenadas en agua destilada a 37 °C durante 24 horas. Se encontró que el mayor valor se obtuvo en el grupo de la marca Filtek Z350 XT de 3M fue de 5436.9 MPa.

Estas diferencias en cuanto al valor numérico pueden deberse a que en este estudio se ejecutó con un instrumento diferente y moderno de lo que se presenta en los estudios previos, además se realizó un condicionamiento con un termociclador para simular las condiciones de humedad y temperatura de la cavidad bucal que están expuestas todo material de restauración como las resinas compuestas, también se analizó 3 marcas de resinas compuesta distintas, donde solo coinciden con la marca resina Filtek Z350 3M, pero la resina Forma y Palfique LX5 aún no se evaluaron en los estudios realizados por otros autores ya mencionados.

Con respecto a los resultados de módulo de elasticidad de los especímenes de resinas FORMA y PALFIQUE LX5, fotocuradas por 20 segundos y por 40 segundos. Tras la revisión de la literatura, no se encontraron estudios evaluando el módulo de elasticidad de ambas resinas, pero sí existe estudios donde se evaluaron otros componentes mecánicos de estas marcas de resinas compuestas.

En este estudio surgieron varias limitaciones en cuanto a la cantidad de muestras, por ello, se recomienda ampliar el número de muestras por cada marca de resina compuesta. Así como también, incluir otras marcas de resinas y otros materiales de restauración. Además, no existen estudios similares a este tema de investigación que incluyen las marcas de resinas específicas; sin embargo, encontramos con otras otros materiales de restauración que están en el mercado de esos países donde se realizaron los estudios. También se deben realizar investigaciones comparando diferentes medios de conservación o medios de condicionamiento de muestras, para determinar la variación de ello.

En relación con su implicancia clínica, el módulo de elasticidad refleja la rigidez de los materiales dentales. Por ello, una resina compuesta con un módulo de elasticidad elevado será más rígida, mientras que un material con un módulo bajo será más flexible. Además, este módulo está estrechamente relacionado con la cantidad y el tamaño de las partículas de relleno: a mayor cantidad y tamaño de las partículas, mayor será el módulo de elasticidad. Por ello hacer una elección con un módulo elasticidad adecuado, alarga la vida de las restauraciones y evitar desprendimientos o fracturas, es decir en zonas donde recibe mayor carga o fuerza se debe elegir una resina compuesta con mayor módulo de elasticidad, en cambio, en zonas donde haya una restauración donde requiera mayor flexibilidad se debe elegir una resina con un menor módulo de elasticidad para que haya mayor flexibilidad de los materiales compuestos.

VI. CONCLUSIONES

6.1. Para el módulo de elasticidad de los especímenes de resinas FILTEK Z350 3M fotocuradas por 20 segundos y 40 segundos, el mayor promedio de módulo de elasticidad se obtuvo a los 40 segundos de fotocurado con un valor de 7615.13 ± 209.32 MPa.

6.2. Para el módulo de elasticidad de los especímenes de resinas FORMA fotocuradas por 20 segundos y por 40 segundos, el mayor promedio de módulo de elasticidad se obtuvo a los 40 segundos de fotocurado con un valor de 4871.96 ± 282.90 MPa.

6.3. Para el módulo de elasticidad de los especímenes de resinas PALFIQUE LX5 fotocuradas por 20 segundos y 40 segundos, el mayor promedio de módulo de elasticidad se obtuvo a los 40 segundos de fotocurado con un valor de 7535.98 ± 251.48 MPa.

6.4. Al comparar el módulo de elasticidad de las resinas compuestas 3M FILTEK Z350, FORMA y PALFIQUE LX5, fotocuradas durante 20 y 40 segundos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

6.5. Al comparar el módulo de elasticidad de las resinas compuestas 3M FILTEK Z350, FORMA y PALFIQUE LX5 fotocuradas durante 20 segundos, se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre las marcas Filtek Z350 3M y Forma Ultradent, así como entre Palfique LX5 Tokuyama y Forma Ultradent, donde Filtek Z350 3M mostró el mayor módulo de elasticidad, seguido por Palfique LX5 Tokuyama.

6.6. Al comparar el módulo de elasticidad de las resinas compuestas 3M FILTEK Z350, FORMA y PALFIQUE LX5 en un solo tiempo de fotocurado de 40 segundos se obtuvo diferencia estadísticamente significativa entre las marcas Filtek Z350 3M y Forma Ultradent; y, Palfique LX5 Tokuyama y Forma Ultradent; donde Filtek Z350 3M obtuvo el mayor módulo de elasticidad seguido de Palfique LX5 Tokuyama.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Ampliar el tamaño de muestra, así como también en diferentes materiales dentales para reconstrucción, de base, restauradores etc.

7.2. Se sugiere realizar estudios evaluando otras propiedades mecánicas de los materiales dentales.

7.3. Llevar a cabo estudios que investiguen el efecto de diferentes bebidas populares sobre el módulo de elasticidad de las resinas compuestas.

7.4. Evaluar y comparar la influencia de diferentes tipos de lámparas de fotopolimerización con el módulo de elasticidad.

VIII. REFERENCIAS

- Anusavice, K. (2004). *Phillips. Ciencia de los materiales dentales*. Elsevier.
- Azeem, R. y Sureshababu, N. (2018). Clinical performance of direct versus indirect composite restorations in posterior teeth: A systematic review. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 21(1), 2–9. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_213_16
- Alqarni, D., Alghamdi, A., Saad, A., Alzahrani, A. y Hosaka, K. (2021). Effect of Surface Polishing on Nano-Hardness and Elastic Modulus of Different Resin Composites after Immersion in Alcoholic Medium. *Journal of Composites Science*. 5(12), 327. <https://doi.org/10.3390/jcs5120327>
- Abuelenain, D. (2017). Influence of Storage Condition on Flexure Properties of Nano-Composite. *Journal of Dentistry and Oral Care Medicine*. 3(1), 105. <https://www.annepublishers.co/full-text/JDOC/3105/Influence-of-Storage-Condition-on-Flexure-Properties-of-Nano-Composite.php>
- Basheer, R., Hasanain, F., y Abuelenain, D. (2024). Evaluating flexure properties, hardness, roughness and microleakage of high-strength injectable dental composite: an in vitro study. *BMC oral health*, 24(1), 546. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04333-3>
- Bayne, S., Ferracane, J., Marshall, G., Marshall, S., y van Noort, R. (2019). The Evolution of Dental Materials over the Past Century: Silver and Gold to Tooth Color and Beyond. *Journal of dental research*, 98(3), 257–265. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30784370/>
- Beun, S., Glorieux, T., Devaux, J., Vreven, J. y Leloup, G. (2007). Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 23(1), 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.12.003>

- Bhattacharya, M. y Seong, W. (2019). Carbon nanotube-based materials-Preparation, biocompatibility, and applications in dentistry. *Nanobiomaterials in Clinical Dentistry*, 41–76. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815886-9.00003-6>
- Chen, M., Chen, C., Hsu, S., Sun, S. y Su, W. (2006). Low shrinkage light curable nanocomposite for dental restorative material. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 22(2), 138–145. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.02.012>
- Ciencia aplicada a la vida 3M. (2025). *Restaurador Universal 3M™ Filtek™ Z350 XT*. https://www.3m.com.pe/3M/es_PE/p/d/b00007977/
- Eliasson, S. y Dahl, J. (2020). Effects of thermal cycling on temperature changes and bond strength in different test specimens. *Biomaterial investigations in dentistry*, 7(1), 16–24. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7033714/>
- Farsi, N., Farsi, D., Aldajani, M., Farsi, N. y El-Housseiny, A. (2021). Sustainability of Improvement in Oral Health-Related Quality of Life in Children After Dental Treatment. *Patient Prefer and Adherence*, 15, 271–281. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7882446/>
- Ferracane J. L. (2024). A Historical Perspective on Dental Composite Restorative Materials. *Journal of functional biomaterials*, 15(7), 173. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11277709/>
- Foong, L., Foroughi, M., Mirhosseini, A., Safaei, M., Jahani, S., Mostafavi, M., Ebrahimipoor, N., Sharifi, M., Varma, R. y Khatami, M. (2020). Applications of nano-materials in diverse dentistry regimes, *Avances de RSC*, 10, 15430-15460. <https://doi.org/10.1039/D0RA00762E>

- Fortin, D. y Vargas, M. (2000). The spectrum of composites: new techniques and materials. *Journal of the American Dental Association* (1939), 131, 26S–30S. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2000.0399>
- Gale, M. y Darvell, B. (1999). Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *Journal of dentistry*, 27(2), 89–99. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10071465/>
- Habib, E., Wang, R., Wang, Y., Zhu, M. y Zhu, X. (2016). Inorganic Fillers for Dental Resin Composites: Present and Future. *ACS biomaterials science & engineering*, 2(1), 1–11. <https://doi.org/10.1021/acsbiomaterials.5b00401>
- Iftikhar, H. (2019). Nanocomposite restorative materials for dental caries management. *Applications of Nanocomposite Materials in Dentistry*, 161–169. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813742-0.00009-2>
- Ikejima, I., Nomoto, R. y McCabe, J. (2003). Shear punch strength and flexural strength of model composites with varying filler volume fraction, particle size and silanation. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 19(3), 206–211. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(02\)00031-3](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(02)00031-3)
- Lucarotti, P., Holder, R. y Burke, F. (2005). Outcome of direct restorations placed within the general dental services in England and Wales (Part 3): variation by dentist factors. *Journal of dentistry*, 33(10), 827–835. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2005.03.009>
- Meenakumari, C., Bhat, K., Bansal, R. y Singh, N. (2018). Evaluation of Mechanical Properties of Newer Nanoposterior Restorative Resin Composites: An In vitro Study. *Contemporary clinical dentistry*, 9(1), S142–S146. https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_160_18
- Miao, C., Yang, X., Wong, M. C., Zou, J., Zhou, X., Li, C. y Wang, Y. (2021). Rubber dam isolation for restorative treatment in dental patients. *The Cochrane database of*

systematic reviews, 5(5), CD009858.

<https://doi.org/10.1002/14651858.CD009858.pub3>

Nicholson, J. (2016). Composite resins. *Materials for the Direct Restoration of Teeth*, 37–67.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100491-3.00003-9>

Oja, J., Lassila, L., Vallittu, P., y Garoushi, S. (2021). Effect of Accelerated Aging on Some Mechanical Properties and Wear of Different Commercial Dental Resin Composites.

Materials (Basel, Switzerland), 14(11), 2769.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8197073/>

Ozan, G., Mert Eren, M., Yıldırım Bilmez, Z., Gurcan, A., y Yucel Yucel, Y. (2021).

Comparison of Elasticity Modulus and Nanohardness of Various Dental Restorative Materials. *Journal of Dental Materials and Techniques*, 10(4), 232-241.

https://jdm.t.mums.ac.ir/article_19295.html

PHS Group. (2025). *Resina Palfique LX5*. <https://phsgroup.com.br/es/produto/resina-palfique-lx5/>

Rajarajan, S., Nathwani, N., Nejatian, T., Fine, P. y Leung, A. (2023). Longevity of Anterior Composite Restorations for Localized Tooth Wear: A Scoping Review. *Dentistry journal*, 11(11), 255. <https://doi.org/10.3390/dj11110255>

Rasines, M.G., Veitz-Keenan, A., Sahrmann, P., Schmidlin, P., Davis, D. y Iheozor-Ejiofor, Z. (2014) Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent or adult posterior teeth. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. (3), CD005620.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24683067/>

Rizzante, F., Mondelli, R., Furuse, A., Borges, A., Mendonça, G. y Ishikiriama, S. (2019). Shrinkage stress and elastic modulus assessment of bulk-fill composites. *Journal of applied oral science: revista FOB*, 27, e20180132. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0132>.

- Romero, D. (2020). *Estudio comparativo in vitro del módulo de elasticidad de dos resinas compuestas. período: enero 2019*. [Tesis para título profesional, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio institucional de la Universidad Alas Peruanas. <https://repositorio.uap.edu.pe/jspui/handle/20.500.12990/4911>
- Rodriguez, D. y Pereira, N. (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*. 43(3). <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/3/art-26/#>
- Rodas, D. y Morales, B. (2023). Comparative study of different types of composite resins and their uses according to their composition. Literature review. *Anatomía Digital*, 7(6), 103-122. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2.2679>
- Samran, A., Al-Ammari, A., El Bahra, S., Halboub, E., Wille, S. y Kern, M. (2019). Bond strength durability of self-adhesive resin cements to zirconia ceramic: An in vitro study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 121(3), 477–484. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.03.026>
- Sezin, M., Lutri, M., Mirotti, G., Kraemer, M., Monserrat, N., Piconi, M., Caballero, A. y Crohare, L. (2018). Resistencia a la flexión y módulo elástico de resinas de alta, mediana y baja densidad. *Revista de facultad de odontología*. 28(3), 14-21. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/RevFacOdonto/article/view/22839>
- Schricker, S.R. (2017). Composite resin polymerization and relevant parameters, *Orthodontic Applications of Biomaterials*, 153–170. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100383-1.00009-6>.
- Shibasaki, S., Takamizawa, T., Nojiri, K., Imai, A., Tsujimoto, A., Endo, H., Suzuki, S., Suda, S., Barkmeier, W., Latta, M. y Miyazaki, M. (2017). Polymerization Behavior and Mechanical Properties of High-Viscosity Bulk Fill and Low Shrinkage Resin Composites. *Operative dentistry*, 42(6), E177–E187. <https://doi.org/10.2341/16-385-L>.

- Stein, P., Sullivan, J., Haubenreich, J. y Osborne, P. (2005). Composite resin in medicine and dentistry. *Journal of long-term effects of medical implants*, 15(6), 641–654. <https://doi.org/10.1615/jlongtermeffmedimplants.v15.i6.70>.
- Souto, A., De Oliveira, A., Elise, S., Coutinho, R. y Mendes, J. (2021). Polymerization Shrinkage, Hygroscopic Expansion, Elastic Modulus and Degree of Conversion of Different Composites for Dental Application. *Journal of Composites Science*. 5 (12), 322. <https://doi.org/10.3390/jcs5120322>
- Suryawanshi, A y Behera, B. (2022). Dental composite resin: a review of major mechanical properties, measurements and its influencing factors. *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* 53(5), 617-635. <https://doi.org/10.1002/mawe.202100326>
- Ultradent. (2025). Lámpara de fotopolimerización LED VALO™ Grand. <https://www.ultradent.lat/products/categories/equipment/curing-lights/valo-grand?group=14907>
- Ultradent. (2025). Resina compuesta nanohíbrida con zirconia FORMA. <https://www.ultradent.lat/products/categories/composites/paste-type-composite/forma?group=22442>
- Yamamoto, T., Hanabusa, M., Kimura, S., Momoi, Y., y Hayakawa, T. (2018). Changes in polymerization stress and elastic modulus of bulk-fill resin composites for 24 hours after irradiation. *Dental materials journal*, 37(1), 87–94. <https://doi.org/10.4012/dmj.2017-047>
- Zhang, Y., Du, W., Zhou, X., y Yu, H. (2014). Review of research on the mechanical properties of the human tooth. *International journal of oral science*, 6(2), 61–69. <https://doi.org/10.1038/ijos.2014.21>

IX. ANEXOS

9.1. Anexo A

9.1.1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cuál será el módulo de elasticidad de las resinas compuestas de uso odontológico de última generación?	Objetivo general Comparar el módulo de elasticidad de resinas compuestas de última generación de uso odontológico, in vitro. Objetivos específicos -Identificar el módulo de elasticidad de los especímenes de resinas 3M FILTEK Z350 fotocuradas por 20 segundos. -Identificar el módulo de elasticidad de los especímenes de resinas 3M FILTEK Z350 fotocuradas por 40 segundos.	Existe diferencias en el módulo de elasticidad de las resinas compuestas de última generación.	Variable dependiente - Módulo de elasticidad. Variable independiente - Resina compuesta. - Tiempo de fotocurado.	Tipo de investigación Experimental, prospectivo, transversal y comparativo Población y muestra La población serán los especímenes de resinas compuesta. La muestra estará conformada por 10 especímenes de resina por cada grupo experimental que cumplan con los

	-Identificar el módulo de elasticidad de los especímenes de resinas FORMA fotocuradas por 20 segundos. -Identificar el módulo de elasticidad de los especímenes de resinas FORMA fotocuradas por 40 segundos. -Identificar el módulo de elasticidad de los especímenes de resinas PALFIQUE LX5 fotocuradas por 20 segundos. -Identificar el módulo de elasticidad de los especímenes de resinas PALFIQUE LX5 fotocuradas por 40 segundos.			criterios de selección.
--	---	--	--	--------------------------------

9.2. Anexo B

9.2.1. Acta de aprobación de proyecto de investigación



Universidad Nacional
Federico Villarreal

**Facultad de
Odontología**



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

N°088-05-2024

Los miembros del Comité de Ética de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal integrado por la Mg. Carmen Rosa García Rupaya en calidad de Presidenta, Dr. Daniel Augusto Alvitez Temoche en calidad de miembro y Mg. Nimia Peltroche Adrianzen en calidad de miembro, se reunieron virtualmente para evaluar a solicitud del Director de la Unidad de Investigación, Innovación y Emprendimiento, el Proyecto de Investigación:

Título: "COMPARACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD EN RESINAS COMPUESTAS DE ÚLTIMA GENERACIÓN DE USO ODONTOLÓGICO, IN VITRO"

Investigador: Bachiller GONZALES QUISPE ELVIRA

Código de inscripción: 088-05-2024

Proyecto de investigación: versión última de fecha 20 de mayo de 2024

Luego de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el proyecto presentado por el bachiller Elvira Gonzales, y de acuerdo al Reglamento del Comité de Ética de la Universidad Nacional Federico Villarreal (Resolución R.N° 6437-2019-UNFV) se concluye en el siguiente calificativo: **Favorable con Aprobación**

La aprobación considera el cumplimiento de los estándares de la Facultad y de la Universidad, los lineamientos científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio y la capacitación del equipo de investigación. En el caso de participación de seres humanos la confidencialidad de los datos y el ejercicio de la autonomía mediante la aplicación del consentimiento informado.

Los miembros del Comité de Ética suscribimos el presente documento:

Lima, 10 de junio 2024

Mg. Carmen Rosa García Rupaya
Presidenta
Comité de Ética en Investigación

Mg. Nimia Peltroche Adrianzen
Miembro
Comité de Ética en Investigación

Dr. Daniel Alvitez Temoche
Miembro
Comité de Ética en Investigación

9.3. Anexo C

9.3.1. Carta de presentación para el laboratorio High Technology Laboratory Certificate



Universidad Nacional
Federico Villarreal

**FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA**

"Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra Independencia y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 5 de setiembre de 2024

**ING.
ROBERT EUSEBIO TEHERAN
JEFE DE LABORATORIO
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. Elvira Gonzales Quispe quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

**«COMPARACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD EN RESINAS COMPUESTAS
DE ÚLTIMA GENERACIÓN DE USO ODONTOLÓGICO, IN VITRO»**

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

✓ Se confeccionará una matriz de vidrio de forma rectangular donde se prepara las barras de resina para luego realizar las mediciones del módulo de elasticidad de cada muestra.

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

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

Atentamente



Dr. FRANCO RAUL MAURICIO VALENTÍN
DECANO



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

Se adjunta: Plan de Tesis
039-2024
NT: 064072- 2024
AAMM/Luz V.



**HIGH TECHNOLOGY LABORATORY
CERTIFICATE S.A.C.**
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN
JEFE DE LABORATORIO

Calle San Marcos N° 351 - Pueblo Libre -
Correo electrónico: ogt.fo@unfv.edu.pe

Telef.: 7480888 - 8335

9.4. Anexo D

9.4.1. Ficha de recolección de datos



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 4

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0141-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	26-09-2024
ENSAYO DE FLEXIÓN EN TRES PUNTOS SIMPLEMENTE APOYADO EN BARRAS DE RESINAS ODONTOLÓGICAS					
1. DATOS DE LOS TESISISTAS					
Nombre de tesis	"COMPARACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD EN RESINAS COMPUESTAS DE ÚLTIMA GENERACIÓN DE USO ODONTOLÓGICO, IN VITRO."				
Nombres y Apellidos	Elvira Gonzales Quispe				
Dni	73033727				
Dirección	Calle Las Tunaz MZ "I" Lt "03" Primera Etapa de las Praderas, Santa Anita				
2. EQUIPOS UTILIZADOS					
Instrumento	Marca	Aproximación	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.		
Máquina de Ensayos Mecánicos	LG CMT- 5L	0.001N			
Termociclador	Controlador Siemens	5°C - 55 °C			
Vernier Digital	Mitutoyo - 200 mm	0.01mm			
3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
Muestras de barra de resinas odontológicas	Cantidad	: Sesenta (60) muestras			HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	: barras de resina rectangulares de 25 x 2 x 2 mm			
	Grupo 1	: 3M filtek z350 fotocuradas en 20 s			
	Grupo 2	: Forma fotocuradas en 20 s.			
	Grupo 3	: Palfique lx5 fotocuradas en 20 s			
	Grupo 4	: 3M filtek z350 fotocuradas en 40 s.			
	Grupo 5	: Forma fotocuradas en 40 s.			
Grupo 6	: Palfique lx5 fotocuradas en 40 s.				
4. RECEPCION DE MUESTRAS					
Fecha de recepción de muestras	10 de Setiembre del 2024			El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.	
Fecha de Ensayo	11 de Setiembre del 2024 al 24 de Setiembre del 2024				
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho-Lima				
5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO					
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:					
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN			CAPITULO/NUMERAL	
ISO 4049	Dentistry — Polymer-based restorative materials			-7.11 Flexural strength	
Según solicitante	Se realizó el proceso de termociclado a temperaturas de 5 y 55°C, las muestras se dividieron en 6 grupos hasta completar los 10000 ciclos.			--	
6. CONDICIONES DE ENSAYO					
	Inicial	Final			
Temperatura	19.5 °C	19.1 °C			
Humedad Relativa	63.0 %HR	63.0 %HR			

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602

ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe

www.ensayoshtl.pe

INFORME DE ENSAYO N°

IEO-0141-2024

VERSIÓN N° 01

Fecha de emisión:

26-09-2024

7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE FLEXIÓN

Grupo 1: 3M filetek z350 fotocuradas en 20 s						
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia máxima (Mpa)	Modulo de elasticidad (Mpa)
1	2.00	1.98	20	20.27	76.78	7488.71
2	2.09	1.99	20	20.32	70.13	7152.44
3	2.07	2.02	20	25.96	89.98	7991.27
4	2.05	1.95	20	21.12	77.32	7468.87
5	2.05	2.04	20	19.15	67.01	7176.81
6	2.11	2.00	20	27.77	93.56	7140.85
7	2.07	2.06	20	26.56	90.27	7475.82
8	2.02	1.94	20	16.20	61.39	7366.44
9	2.00	1.95	20	26.54	102.08	7654.13
10	2.02	1.98	20	23.10	85.78	7542.33

Grupo 2: Forma fotocuradas en 20 s.						
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia máxima (Mpa)	Modulo de elasticidad (Mpa)
1	2.00	1.98	20	19.79	74.96	4827.75
2	2.04	2.01	20	15.87	56.92	4839.51
3	2.07	2.04	20	13.40	45.99	4090.53
4	2.03	2.00	20	11.37	41.39	4789.35
5	2.01	2.02	20	15.90	58.45	4626.31
6	2.03	2.03	20	16.84	60.39	5138.75
7	2.02	2.01	20	15.36	56.18	5185.70
8	2.09	2.03	20	16.88	57.11	4996.06
9	2.02	2.02	20	18.07	65.77	4935.94
10	2.03	1.99	20	17.02	62.26	4742.95

Grupo 3: Palfique lx5 fotocuradas en 20 s						
Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia máxima (Mpa)	Modulo de elasticidad (Mpa)
1	2.04	1.95	20	23.26	85.99	6913.86
2	2.10	2.01	20	22.35	75.64	7922.63
3	2.02	1.98	20	26.36	97.88	6896.67
4	1.98	1.99	20	21.15	81.33	7937.90
5	2.09	2.00	20	23.52	80.77	6758.17
6	2.01	1.98	20	21.90	82.13	7361.75
7	2.02	1.96	20	13.54	50.79	7156.24
8	2.00	2.00	20	24.85	93.19	7309.13
9	2.01	1.97	20	30.00	113.08	7740.16
10	2.05	2.03	20	27.25	95.83	7547.79



INFORME DE ENSAYO N°

IEO-0141-2024

VERSIÓN N° 01

Fecha de emisión:

26-09-2024

Grupo 4: 3M filtek z350 fotocuradas en 40 s.

Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia máxima (Mpa)	Modulo de elasticidad (Mpa)
1	2.01	1.98	20	22.15	83.07	7504.06
2	2.20	1.97	20	23.23	73.09	7383.13
3	2.02	1.99	20	21.29	78.66	7483.89
4	2.00	1.97	20	23.49	89.43	7994.16
5	1.97	1.97	20	22.87	89.74	7925.78
6	2.02	2.00	20	31.10	114.33	7650.37
7	2.08	2.00	20	29.02	100.61	7403.98
8	2.00	1.98	20	28.16	106.67	7530.07
9	2.01	2.02	20	29.37	107.96	7546.54
10	2.02	2.00	20	21.77	80.03	7729.29

Grupo 5: Forma fotocuradas en 40 s.

Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia máxima (Mpa)	Modulo de elasticidad (Mpa)
1	2.17	2.04	20	18.43	57.56	4345.70
2	2.04	1.93	20	18.61	69.51	5315.99
3	2.50	2.05	20	17.83	41.75	5011.10
4	2.04	2.02	20	11.38	40.61	5083.77
5	2.19	2.02	20	17.92	55.49	4918.16
6	2.04	2.00	20	20.09	72.41	4729.54
7	2.10	2.03	20	17.06	57.17	4639.60
8	2.03	1.98	20	13.34	49.05	4632.08
9	2.04	2.02	20	17.49	62.42	4982.39
10	2.05	2.04	20	18.41	64.42	5061.25

Grupo 6: Palfique lx5 fotocuradas en 40 s

Espécimen	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud entre apoyos (mm)	Fuerza Máxima (N)	Resistencia máxima (Mpa)	Modulo de elasticidad (Mpa)
1	2.01	2.00	20	27.20	100.99	7800.41
2	2.01	2.01	20	26.40	97.53	7695.39
3	2.05	2.01	20	34.60	122.88	7266.01
4	2.05	2.01	20	25.82	91.70	7910.44
5	2.02	2.01	20	23.93	87.53	7148.08
6	2.03	2.01	20	30.28	109.67	7644.71
7	2.03	2.02	20	26.98	97.23	7593.41
8	1.99	1.96	20	21.23	82.06	7307.93
9	2.02	2.01	20	24.09	88.12	7638.26
10	2.01	1.99	20	27.26	101.72	7355.14

TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICADOS





LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 4 de 4

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0141-2024	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	26-09-2024
  ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio		 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE			
El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.					
FIN DEL DOCUMENTO					

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

 Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima
 ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe

 +51 997 123 584 // 949 059 602

 www.ensayoshtl.pe

9.5. Anexo E

9.5.1. *Materiales utilizados en la preparación de los especímenes de resina*

Resinas compuestas



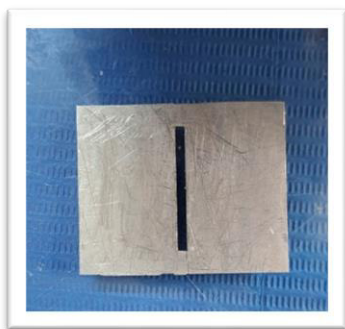
Lampara VALO



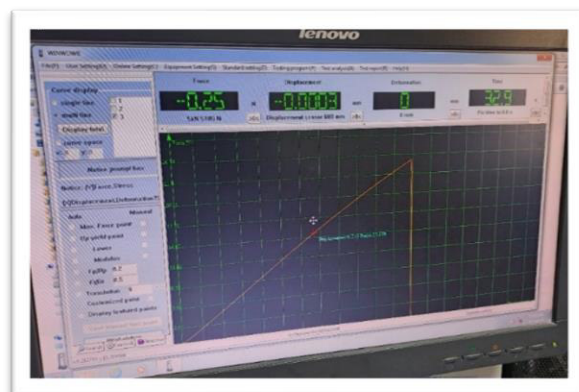
Radiómetro



Matriz metálica



Maquina universal para ensayos de flexión



Confección de los especímenes de resinas





Almacenamiento de los especímenes



Condicionamiento en el termociclador



Ensayo en la maquina universal de la marca LG

