

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Odontología**  
**Escuela Profesional de Odontología**



**Influencia de la absorción higroscópica en tiempos diferentes  
sobre la resistencia flexural de tres marcas comerciales de resinas  
nanohíbridas translúcidas, Arequipa 2024**

Tesis presentada por la Bachiller:

**Espinal Laura, Caroline Rossana**

**ORCID: 0009-0000-3810-2780**

para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor (a):

**Dra. Salas Rojas, Mónica Hilda Cleofe**

**ORCID: 0000-0003-2704-7880**

Arequipa – Perú

2024

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**ODONTOLOGIA**

**TITULACIÓN CON TESIS**

**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 11 de Octubre del 2024

**Dictamen: 012188-C-EPO-2024**

Visto el borrador del expediente 012188, presentado por:

**2019152152 - ESPINAL LAURA CAROLINE ROSSANA**

Titulado:

**INFLUENCIA DE LA ABSORCIÓN HIGROSCÓPICA EN TIEMPOS DIFERENTES SOBRE LA  
RESISTENCIA FLEXURAL DE TRES MARCAS COMERCIALES DE RESINAS NANOHÍBRIDAS  
TRANSLÚCIDAS, AREQUIPA 2024**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

**CIRUJANO DENTISTA**

**29231712 - VASQUEZ HUERTA ELSA CARMELA  
DICTAMINADOR**



**04641311 - TEJADA TEJADA RENAN FERNANDO  
DICTAMINADOR**



**44601950 - ALVARADO GOMEZ ALBERTO ARMANDO  
DICTAMINADOR**



# Influencia de la absorción higroscópica en tiempos diferentes sobre la resistencia flexural de tres marcas comerciales de resinas nanohíbridas translúcidas, Arequipa 2024

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	1library.co Fuente de Internet	6%
2	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	investigationgroupsac.com Fuente de Internet	4%
4	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	4%
5	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	3%
6	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	3%
7	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	3%

## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis a Dios y a la Virgen, gracias a su guía, protección y bendición en cada desafío he logrado ser una persona de fe, con la fortaleza necesaria para perseverar en todo momento y seguir adelante a pesar de los obstáculos.*

*A mis queridos padres, Rossana y Alberto, quienes con su apoyo incondicional y esfuerzos incansables fueron el motor principal de mi vida y la luz en mi camino.*

*Sus sacrificios, consejos y enseñanzas me llevaron al logro de mis metas y principalmente al logro de este sueño.*

*A mi hermana, que es mi mejor amiga y mi confidente, siempre dispuesta a escuchar. Tu comprensión y apoyo me motivaron en cada paso de este viaje.*

*Con amor y mucha gratitud se los dedico.*

## AGRADECIMIENTOS

*Deseo expresar mi sincero agradecimiento a todas y cada una de las personas que fueron partícipes en esta aventura académica, en primer lugar a mis padres y hermana, mi familia, sin ustedes esto no hubiera sido posible, son mi inspiración constante y mi mayor orgullo.*

*A mis profesores y tutores en especial al Dr. Wilfredo Escalante, quien gracias a su conocimiento y orientación hicieron posible el desarrollo positivo de este proyecto.*

*A mis amigos, su compañía fue importante para hacer de los momentos difíciles más llevaderos y memorables. A esas personas especiales que con cada palabra de aliento y motivación crearon un ambiente de confianza en mí misma e incrementó mi capacidad de perseverancia y paciencia. Gracias por haber estado a mi lado.*

*Por último, a mí misma, por no haberme dado por vencida en este arduo camino, por ser valiente y seguir intentando sin rendirme, por soñar y ser paciente a pesar de las dificultades, me agradezco, aplaudo y celebro.*

## EPÍGRAFE



*«La paz comienza con una sonrisa»,*

**Madre Teresa de Calcuta**

## RESUMEN

El objetivo principal del presente estudio fue el de investigar si la absorción higroscópica, simulando la humedad existente en boca, puede influir en la resistencia a la flexión de tres marcas comerciales de resinas nanohíbridas, medida en tres tiempos diferentes después de la polimerización, es decir, inmediatamente, a las 24 horas y finalmente a los 7 días.

Se seleccionaron 45 unidades de estudio, consistentes en barras de resina de 25 mm de largo, 2 mm de ancho y 2 mm de altura, según normas internacionales ISO 4049.

Estas muestras se dividieron en 3 grupos: Grupo A de resina Vittra APS® que se dividirá en 3 subgrupos de 5 muestras cada uno, de acuerdo a la medición de la resistencia a la flexión, ya sea inmediatamente, después de 24 horas de absorción higroscópica y a los 7 días del mismo proceso de absorción. El Grupo B será de la resina Forma™ dividido en los mismos 3 subgrupos que el anterior. Y por último el Grupo C consistirá en la resina Palfique LX5®, dividido de la misma forma que los grupos anteriores.

Con la máquina de ensayos universal OM 150 se procedió a aplicar carga en la parte central de las barras de resina, hasta que se produzca la fractura de las mismas. La fuerza se midió en Newtons, y se obtuvo la resistencia a la flexión en Megapascales (Mpa).

Aplicando la prueba estadística de análisis de varianza (Anova) se observó que las resinas del Grupo A y C presentan mayor resistencia flexural a las 24 horas de ser polimerizadas con promedios de 74,00 Mpa (A) y 63,60 Mpa (C), mientras la resina del grupo B es más estable en las tres etapas. Según la prueba estadística Tukey se observa que medido inmediatamente y a los 7 días de ser sometidas a la absorción higroscópica, la resina del grupo B presenta mayor resistencia flexural (62,15 y 65,24 Mpa respectivamente) que las resinas del grupo A y C.

Palabras clave: Resistencia flexural, Absorción higroscópica, Resinas nanohíbridas

## ABSTRACT

The main objective of this study was to investigate whether hygroscopic absorption, simulating the humidity in the mouth, can influence the flexural strength of three commercial brands of nanohybrid resins, measured at three different times after polymerization, i.e. immediately, after 24 hours and finally after 7 days.

45 study units were selected, consisting of resin bars of 25 mm length, 2 mm width and 2 mm height, according to international standards ISO 4049.

These samples were divided into 3 groups: Group A of Vittra APS® resin, which will be divided into 3 subgroups of 5 samples each, according to the measurement of flexural strength, either immediately, after 24 hours of hygroscopic absorption and after 7 days of the same absorption process. Group B will be Forma™ resin, divided into the same 3 subgroups as the previous one. And finally, Group C will consist of Palfique LX5® resin, divided in the same way as the previous groups.

Using the OM 150 universal testing machine, load was applied to the central part of the resin bars until they fractured. The force was measured in Newtons, and the flexural strength was obtained in Megapascals (Mpa).

Applying the statistical test of variance analysis (Anova), it was observed that the resins of Group A and C have greater flexural strength after 24 hours of being polymerized with averages of 74.00 Mpa (A) and 63.60 Mpa (C), while the resin of Group B is more stable in the three stages. According to the Tukey statistical test, it is observed that measured immediately and 7 days after being subjected to hygroscopic absorption, the resin of group B presents greater flexural strength (62.15 and 65.24 Mpa respectively) than the resins of groups A and C.

Keywords: Flexural strength, Hygroscopic absorption, Nanohybrid resins

## ÍNDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**EPÍGRAFE**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPITULO I</b> .....	2
<b>1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	3
<b>1.1 Determinación del problema</b> .....	3
<b>1.2 Enunciado del problema</b> .....	3
<b>1.3 Descripción del problema</b> .....	4
<b>1.4 Justificación del problema</b> .....	6
<b>1.4.1 Originalidad</b> .....	6
<b>1.4.2 Relevancia científica</b> .....	6
<b>1.4.3 Relevancia Social</b> .....	7
<b>1.4.4 Interés personal</b> .....	7
<b>1.4.5 Viabilidad</b> .....	7
<b>2.- OBJETIVOS</b> .....	7
<b>2.1 Objetivo General</b> .....	7
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	8
<b>3. MARCO TEÓRICO</b> .....	9
<b>3.1 Marco Conceptual</b> .....	9
<b>3.1.1 Resinas</b> .....	9
<b>3.1.2 Absorción Higroscópica</b> .....	31

3.1.3 Resistencia flexural .....	33
3.2 Antecedentes investigativos.....	42
3.2.1 Locales: .....	42
3.2.2 Nacionales:.....	43
3.2.3 Internacionales: .....	46
4. HIPÓTESIS .....	50
CAPITULO II .....	51
1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN .....	52
1.1 Técnica de investigación.....	52
1.2 Técnica de ejecución de investigación.....	52
1.2.1 Selección de muestras .....	52
1.2.2 Preparación de muestras y metodología:.....	53
1.2.3 Cálculo de la flexión:.....	54
1.2.4 Instrumentos .....	55
1.2.5 Materiales .....	55
2.- CAMPO DE VERIFICACIÓN .....	55
2.1 Ubicación Espacial .....	55
2.2 Ubicación Temporal.....	56
2.3 Unidades de Estudio.....	56
3.- ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN.....	56
3.1 ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN .....	56
3.1.1 Organización .....	56
3.1.2 Recursos .....	56
4.- ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS .....	57
4.1 A nivel de procesamiento o sistematización.....	57
Tipo de procesamiento .....	57
Plan de operaciones.....	57

<b>4.2 A nivel del estudio de los datos</b> .....	58
<b>Metodología de interpretación de datos</b> .....	58
<b>Modalidades interpretativas</b> .....	58
<b>Operaciones para interpretar los cuadros</b> .....	58
<b>Niveles de interpretación</b> .....	59
<b>4.3 A nivel de conclusiones</b> .....	59
<b>CAPITULO III</b> .....	60
<b>RESULTADOS</b> .....	60
<b>DISCUSIÓN</b> .....	73
<b>CONCLUSIONES</b> .....	76
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	77
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	78
<b>ANEXOS</b> .....	83
<b>FICHAS DE REGISTRO DE DATOS</b> .....	84
<b>REGISTRO VISUAL</b> .....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

### RESULTADOS

TABLA N° 1: Resistencia flexural de la resina Vittra aps®, inmediatamente después de realizada la fotopolimerización a las 24 horas y 7 días.....	61
TABLA N° 2: Resistencia flexural de la resina Forma™, inmediatamente después de realizada la fotopolimerización a las 24 horas y 7 días.....	63
TABLA N° 3: Resistencia flexural de la resina Palfique lx5®, inmediatamente después de realizada la fotopolimerización a las 24 horas y 7 d.....	65
TABLA N° 4: Comparación de la resistencia flexural de las 3 marcas de resinas medida inmediatamente después de la polimerización.....	67
TABLA N° 5: Comparación de la resistencia flexural de las 3 marcas de resinas medida a las 24 horas después de la polimerización y sometidas a absorción higroscópica.....	69
TABLA N° 6: Comparación de la resistencia flexural de las 3 marcas de resinas medida a los 7 días después de la polimerización y sometidas a absorción higroscópica.....	71

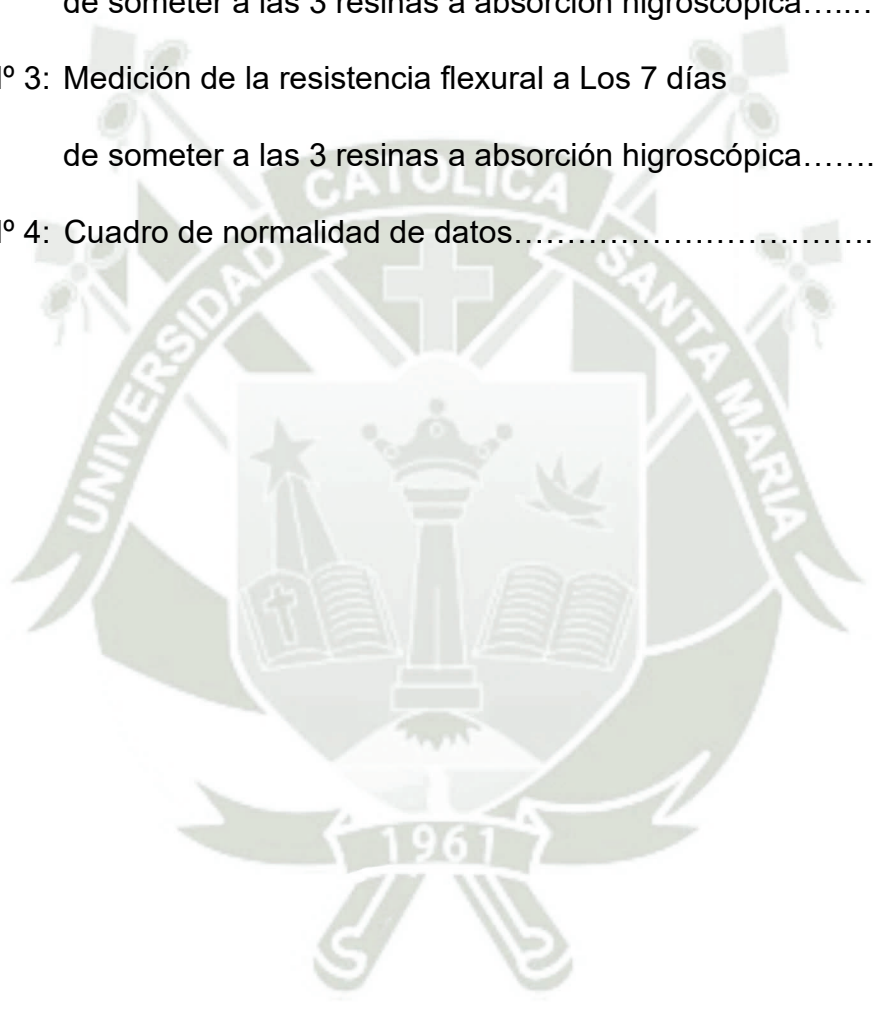
## ÍNDICE DE GRÁFICOS

### RESULTADOS

GRÁFICO N° 1: Resistencia flexural de la resina Vittra aps®, inmediatamente después de realizada la fotopolimerización a las 24 horas y 7 días.....	62
GRÁFICO N° 2: Resistencia flexural de la resina Forma <sup>tm</sup> , inmediatamente después de realizada la fotopolimerización a las 24 horas y 7 días.....	64
GRÁFICO N° 3: Resistencia flexural de la resina Palfique lx5®, inmediatamente después de realizada la fotopolimerización a las 24 horas y 7 d.....	66
GRÁFICO N° 4: Comparación de la resistencia flexural de las 3 marcas de resinas medida inmediatamente después de la polimerización.....	68
GRÁFICO N° 5: Comparación de la resistencia flexural de las 3 marcas de resinas medida a las 24 horas después de la polimerización y sometidas a absorción higroscópica.....	70
GRÁFICO N° 6: Comparación de la resistencia flexural de las 3 marcas de resinas medida a los 7 días después de la polimerización y sometidas a absorción higroscópica.....	72

## ÍNDICE DE FICHAS DE REGISTRO

FICHA N° 1: Medición de la resistencia flexural inmediatamente después de la polimerización de las resinas.....	85
FICHA N° 2: Medición de la resistencia flexural a las 24 horas de someter a las 3 resinas a absorción higroscópica.....	86
FICHA N° 3: Medición de la resistencia flexural a Los 7 días de someter a las 3 resinas a absorción higroscópica.....	87
FICHA N° 4: Cuadro de normalidad de datos.....	88



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es probable que las restauraciones dentales con resinas compuestas, sea el procedimiento más común realizado en la práctica clínica, y los pacientes no se conforman con reducción de dolor o confort; ahora exigen alta estética y buenos acabados, lo que se podría conseguir con una buena elección de materiales y una correcta técnica restauradora.

El avance en el campo de los materiales, nos ha traído al mercado los compuestos de nano relleno, esto ha permitido obtener restauraciones con alta calidad estética y con excelentes propiedades físico-mecánicas, pero debido a que la composición de las resinas es muy heterogénea, pueden presentarse alteraciones de dichas propiedades, además que puede existir distinto nivel de polimerización entre la matriz y las nano partículas, y esto podría influir en el deterioro del material restaurador.

Las resinas compuestas son materiales poliméricos cuyo rendimiento depende en gran medida entre otras cosas de sus propiedades mecánicas, entre las que se encuentran la resistencia del material a las distintas fuerzas a los que son sometidos como la tracción, compresión, flexión, etc. Estas resistencias se utilizan como parámetros para evaluar el buen rendimiento de estos materiales en boca. La resistencia a la flexión es un parámetro importante en la capacidad del material restaurador al momento de su elección por parte del profesional.

Así mismo, otro de los factores que podrían intervenir en el buen desempeño de las resinas nanohíbridas, es su mayor o menor capacidad de absorción acuosa, ya que su estabilidad y longevidad en boca dependen en buena medida de su relación con un medio húmedo como lo es la cavidad bucal.

Es por esto que el objetivo de la presente investigación es determinar a través de la observación directa, la resistencia a la flexión de tres marcas comerciales de resinas nanohíbridas, luego de ser sometidas en tres tiempos diferentes a la absorción higroscópica.



# CAPITULO I PLANTEAMIENTO TEÓRICO

## 1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Determinación del problema

En el presente trabajo de investigación se han tomado en cuenta los siguientes criterios:

Las resinas compuestas son en la actualidad el material de elección preferido de los profesionales al momento de la restauración dental, ya que poseen la capacidad de adherirse a los tejidos dentales, lo que permite realizar cavidades conservadoras, lo que se traduce en menor tiempo operatorio y menor tiempo del paciente en el sillón.

Uno de los problemas que presentan las distintas restauraciones se debería a las diferentes propiedades físicas, mecánicas y químicas de los materiales, así como también al medio en el que se trabaja como es la cavidad bucal. Entre otras características encontramos lo que es la flexión de los materiales, así como la influencia de humedad en boca.

Debido a que no existe un estándar en la determinación de la absorción higroscópica por la parte orgánica de las resinas, y si esto podría influir directamente en la resistencia flexural, y por ende en el desempeño de las mismas durante la función masticatoria. Estas dudas surgen luego de consultar la extensa literatura que existe al respecto en odontología restauradora y en otros campos, así como las consultas con profesionales y especialistas en el área.

### 1.2 Enunciado del problema

“Influencia de la absorción higroscópica en tiempos diferentes sobre la resistencia flexural de tres marcas comerciales de resinas nanohíbridas translúcidas, Arequipa 2024”

### 1.3 Descripción del problema

#### *Áreas del conocimiento*

- Área general : Ciencias de la Salud
- Área específica : Odontología
- Especialidad : Odontología Restauradora
- Tópico : Resinas nanohíbridas. Resistencia flexural

#### *Análisis de variables*

VARIABLE	INDICADORES	SUBINDICADORES	ITEMS
INDEPENDIENTE: Absorción higroscópica			Inmediata
			24 horas
			7 días
DEPENDIENTE: Resistencia flexural	Grados	Grado I	$\leq 80$ mpa
		Grado II	$\geq 80$ y $\leq 95$ mpa
		Grado III	$\geq 95$ y $\leq 103$ mpa
		Grado IV	$\geq 103$ y $\leq 110$ mpa
		Grado V	$\geq 110$ mpa

### ***Interrogantes Básicas***

- ¿Cuál será la resistencia flexural de la resina Forma™, inmediatamente después de realizada la fotopolimerización?
- ¿Cuál será la resistencia flexural de la resina Forma™, luego de ser polimerizada y sometida a absorción higroscópica por 24?
- ¿Cuál será la resistencia flexural de la resina Forma™, luego de ser polimerizada y sometida a absorción higroscópica por una semana?
- ¿Cuál será la resistencia flexural de la resina Vittra APS®, inmediatamente después de realizada la fotopolimerización?
- ¿Cuál será la resistencia flexural de la resina Vittra APS®, luego de ser polimerizada y sometida a absorción higroscópica por 24?
- ¿Cuál será la resistencia flexural de la resina Vittra APS®, luego de ser polimerizada y sometida a absorción higroscópica por una semana?
- ¿Cuál será la resistencia flexural de la resina Palfique LX5®, inmediatamente después de realizada la fotopolimerización?
- ¿Cuál será la resistencia flexural de la resina Palfique LX5®, luego de ser polimerizada y sometida a absorción higroscópica por 24?
- ¿Cuál será la resistencia flexural de la resina Palfique LX5®, luego de ser polimerizada y sometida a absorción higroscópica por una semana?
- ¿Existirá relación entre el tiempo de la absorción higroscópica y la resistencia flexural?

## ***Taxonomía de la investigación***

### **Estrictamente Laboratorial**

ABORDAJE	TIPO DE ESTUDIO					DISEÑO	NIVEL
	1. Por la técnica de recolección	2. Por el tipo de dato que se planifica recoger	3. Por el número de mediciones de la variable	4. Por el número de muestras o población	5. Por el ámbito de recolección		
Cuantitativo	Observacional	Prospectivo	Transversal	Descriptivo	In vitro	Experimental	Relacional

### **1.4 Justificación del problema**

#### **1.4.1 Originalidad**

A pesar que existen numerosas publicaciones referidas a las propiedades de las resinas nanohíbridas, existe muy poca información en cuanto al tiempo en el que la resina absorbe la humedad de boca, lo que se conoce como absorción higroscópica, y si este tiempo influirá sobre las propiedades mecánicas de la resina como la resistencia a la flexión; es por esto que el presente estudio tiene originalidad.

#### **1.4.2 Relevancia científica**

En el campo científico, es relevante realizar un estudio “in vitro” comparando tres diferentes marcas de resinas nanohíbridas para comprobar su resistencia flexural, pero condicionada a tres diferentes lapsos de tiempo de absorción higroscópica de las muestras.

### 1.4.3 Relevancia Social

Al realizar la presente investigación, se quiere lograr beneficiar tanto a profesionales como a pacientes, pues los especialistas dispondrán de mayor información para poder elegir mejor las técnicas de restauración y los materiales a usar, y consecuentemente, esto beneficiará a los pacientes y a la comunidad en general pues recibirán una atención de calidad y satisfacción en sus tratamientos.

### 1.4.4 Interés personal

El trabajo de investigación me servirá para poder obtener el título de cirujano-dentista, por lo que tiene relevancia para mí en el plano personal.

### 1.4.5 Viabilidad

Considero viable realizar este estudio, pues existe la disponibilidad de recursos, tales como: infraestructura, equipos, materiales y también por el recurso bibliográfico disponible, y por último, el tiempo necesario para realizarlo.

## 2.- OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

- Determinar la relación que existe entre el tiempo de la absorción higroscópica y la resistencia flexural.

## 2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la resistencia flexural de la resina Forma™, inmediatamente después de realizada la fotopolimerización.
- Determinar la resistencia flexural de la resina Forma™, luego de ser polimerizada y sometida a absorción higroscópica por 24.
- Determinar la resistencia flexural de la resina Forma™, luego de ser polimerizada y sometida a absorción higroscópica por una semana
- Determinar la resistencia flexural de la resina Vittra APS®, inmediatamente después de realizada la fotopolimerización.
- Determinar la resistencia flexural de la resina Vittra APS®, luego de ser polimerizada y sometida a absorción higroscópica por 24.
- Determinar la resistencia flexural de la resina Vittra APS®, luego de ser polimerizada y sometida a absorción higroscópica por una semana.
- Determinar la resistencia flexural de la resina Palfique LX5®, inmediatamente después de realizada la fotopolimerización.
- Determinar la resistencia flexural de la resina Palfique LX5® , luego de ser polimerizada y sometida a absorción higroscópica por 24.
- Determinar la resistencia flexural de la resina Palfique LX5®, luego de ser polimerizada y sometida a absorción higroscópica por una semana.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Marco Conceptual

##### 3.1.1 Resinas

###### a) *Conceptos*

Los composites, originalmente llamados “resinas reforzadas” o “resinas compuestas”, son los materiales más utilizados en la actualidad para realizar restauraciones de inserción plástica, e incluso en los últimos años han adquirido una presencia creciente en restauraciones rígidas. (1)

Las resinas reforzadas son materiales compuestos. Están constituidas por dos tipos de materiales diferentes, unidos entre sí, de modo tal que conforman un nuevo tipo de estructura. Sus propiedades dependen de diversos factores como el volumen y las características de cada componente, la distribución y la eficacia de la unión entre ellos. (1)

Una de las fases (se llamará “fase” a cada uno de los componentes principales) está formada por una resina, es decir, un material orgánico sintético que alcanza el estado sólido mediante una reacción de polimerización. La presencia de esta fase permite obtener una masa con capacidad de pasar de un estado plástico, moldeable, a un estado sólido en condiciones compatibles con el empleo clínico. (1)

El otro componente, habitualmente llamado “relleno”, en algunos composites está constituido por fragmentos de algún material de naturaleza cerámica (vidrios a base de silicatos, yterbio, zirconia, etc.), obtenidos de diferentes formas; en otros, el relleno es más complejo y se analizará en el apartado correspondiente. Finalmente, para permitir la integración de ambos componentes, se realiza, durante la fabricación del material, un tratamiento de la superficie de las partículas de relleno con una molécula bifuncional o agente de enlace, por ejemplo, del tipo vinil-silano en aquellos a base de metacrilatos. (1)

Las resinas acrílicas fueron los primeros materiales restauradores poliméricos utilizados en la odontología. Alcanzaron un éxito relativo entre la década de 1940 y principios de la de 1950; sin embargo, algunas

propiedades como la baja resistencia al desgaste, el alto coeficiente de expansión térmica y la alta contracción de polimerización hicieron que los fabricantes incorporasen partículas inorgánicas en el material, para superar estas deficiencias. No obstante, la falta de unión entre la matriz polimérica y las partículas de carga causó fallas en el interior del material y ocasionó cambios de color (manchas), producidos por los fluidos orales, y la disminución de la resistencia al desgaste, provocada por el desprendimiento completo de las partículas de carga de la superficie de los materiales. A mediados de la década de 1960, R. L. Bowen<sup>2</sup> presentó en el mercado odontológico un nuevo tipo de resina, formado por el Bis-GMA, molécula derivada de la reacción entre el bisfenol-A y el glicidilmetacrilato, y por partículas de carga silanizadas capaces de unirse químicamente a la matriz orgánica. El Bis-GMA presentaba como ventajas un peso molecular mayor y una contracción de polimerización menor que el metilmetacrilato. Las resinas restauradoras modernas se basan en la misma formulación descrita por Bowen, pero con algunas modificaciones introducidas a lo largo del tiempo. (2)

Las resinas compuestas se han introducido en el campo de la Odontología Conservadora para minimizar los defectos de las resinas acrílicas que hacia los años 40 habían reemplazado a los cementos de silicato, hasta entonces los únicos materiales estéticos disponibles. En 1955 Buonocore utilizó el ácido ortofosfórico para incrementar la adhesión de las resinas acrílicas en la superficie adamantina. En 1962 Bowen desarrolló el monómero del Bis-GMA, tratando de mejorar las propiedades físicas de las resinas acrílicas, cuyos monómeros permitían solamente la formación de polímeros de cadenas lineales. Estos primeros composites de curado químico exigían mezclar la pasta base con el catalizador con los consiguientes problemas derivados de la proporción, batido y estabilidad de color. A partir de 1970 aparecieron los materiales compuestos polimerizados mediante radiaciones electromagnéticas que obviaban la mezcla y sus inconvenientes, se utilizó en los primeros momentos la energía luminosa de una fuente de luz ultravioleta (365 nm), pero ante sus efectos iatrogénicos y su poca profundidad de

polimerización, fue sustituida por la luz visible (427-491 nm), actualmente en uso y desarrollo. (3)

Resina Término amplio utilizado para indicar sustancias orgánicas que suelen ser traslúcidas o transparentes y son solubles en éter, acetona y sustancias similares, pero no en agua. Reciben su nombre conforme a su composición química, su estructura física y los medios de activación o fraguado. Son ejemplos la resina acrílica, la resina autopolimerizable (resina de fraguado en frío), resina sintética, resina de estireno y resina vinílica. (4)

#### **b) Estructura y composición**

- **Matriz orgánica**

La fracción orgánica de los composites antes de su endurecimiento está constituida por moléculas insaturadas que contienen grupos vinílicos (C=C), diferentes pesos moleculares y grupos laterales; son llamadas “monómeros”. Una vez completado el endurecimiento, esta matriz pasa a estar formada por una red más o menos interconectada, constituida por un polímero de estructura cruzada. El mayor o menor entrecruzamiento, así como el grado de conversión (cantidad de dobles enlaces saturados durante la reacción), son factores que afectan algunas propiedades, como las mecánicas y químicas (entre otras) de los polímeros. (1)

Las funciones esenciales de la matriz orgánica son:

- Actuar como aglutinante/vehículo del relleno.
- Permitir la unión entre diferentes capas de material y otras estructuras, como los tejidos dentarios.
- Aportar el mecanismo de endurecimiento, que en este caso es una polimerización vinílica.
- Intervenir en los mecanismos de adhesión a otras estructuras.

(1)

La mayor parte de los composites del mercado están compuestos por diferentes proporciones de BisGMA, UDMA, TEGDMA, EDMA, HEMA, DDM, BisEMA. Existen algunos grupos de materiales como los llamados “ormóceres”, que incorporan un tipo diferente de moléculas basadas en silicio que aportan su nombre a estos materiales. De todos modos no se ha encontrado clara evidencia de que esta modificación permita alcanzar propiedades sustancialmente distintas de las de los composites basados en dimetacrilatos. Una importante porción de los nuevos desarrollos en composites está centrada en la incorporación de nuevos monómeros a la matriz del material de mayor peso molecular o con diferentes grupos reactivos. (1)

La polimerización del composite, siempre conlleva una contracción, dependiente de la matriz orgánica; por ello, y para disminuir este efecto negativo, la industria Odontológica ha ensayado gran variedad de monómeros, entre ellos, los monómeros SOC (espiro-ortocarbonatos) con capacidad de expansión (8), combinaciones de sistemas epoxídicos-polióles que muestran in vitro cambios volumétricos 40-50% menores que los sistemas tradicionales, las resinas basadas en siloxano-oxirano patentada por 3M-Espe (9) o el uso de moléculas de alto peso molecular como el multi-etil-glicol-dimetacrilato y copolímeros capaces de lograr una conversión del 90-100% como consecuencia de reducir las uniones C=C. Los principales fabricantes de composites dentales siguen apostando por los sistemas tradicionales, incorporando de forma mayoritaria en su matriz orgánica el monómero Bis-GMA/TEGDMA, o la asociación Bis-GMA /UEDMA/TEGDMA. (3)

- **Relleno/refuerzo**

El relleno de los composites tiene un papel fundamental en las diferentes propiedades físicas, mecánicas, químicas y ópticas del

material. Se pueden señalar cuatro aspectos que afectan fundamentalmente el comportamiento final de una restauración de composite en relación directa con el relleno:

- La cantidad.
- El tipo de relleno y tamaño de las partículas.
- La composición.
- La forma. (1)

Con el desarrollo del Bis-GMA por Bowen, se hizo posible la incorporación de partículas inorgánicas a la porción orgánica, lo que optimizó las propiedades físicas del material. El cuarzo ha sido el primer tipo de carga incorporado a los materiales resinosos y se utiliza hasta la actualidad. Con la mejoría de las resinas compuestas odontológicas, otros tipos de carga han sido incorporados, como la sílice coloidal y el vidrio de fluorsilicato de aluminio. El bario y el estroncio también han sido incluidos para conferir radiopacidad al material. Recientemente, aparecieron en el mercado las resinas compuestas con nanopartículas, las cuales presentan como ventajas una mayor lisura y mayor resistencia a la abrasión que las resinas compuestas híbridas y microhíbridas<sup>5</sup>. La incorporación de carga ha posibilitado la disminución de la cantidad de matriz orgánica, que es la parte sensible desde el punto de vista técnico de las resinas compuestas. Así, la contracción de polimerización y la sorción de agua disminuyeron y aumentó la resistencia al desgaste, como consecuencia de la adición de carga. En contrapartida, el comportamiento reológico del material ha sido modificado por el aumento de la viscosidad. De esta forma, existe un límite para la incorporación de carga, en función del tipo y del tamaño de carga empleados. Las partículas de carga de menor tamaño presentan mayor área de superficie dentro del mismo volumen de material, lo que imposibilita la incorporación de grandes cantidades por el riesgo de aumentar la viscosidad del material, al punto de dificultar su uso clínico. Además, la incorporación excesiva de carga perjudica las

características estéticas del material, principalmente si se lo utiliza en dientes anteriores. (2)

Por su parte, la fase dispersa de las resinas compuestas está integrada por un material de relleno inorgánico del que dependen, fundamentalmente, las propiedades físicas y mecánicas del composite. La naturaleza del relleno, su modo de obtención y la cantidad incorporada determinarán en gran medida las propiedades mecánicas del material restaurador. Las partículas de relleno son incorporadas a la fase orgánica para mejorar las propiedades físico-mecánicas de la matriz orgánica, de ahí que la incorporación del mayor porcentaje de relleno posible, sea un objetivo fundamental. Gracias al relleno se consigue reducir el coeficiente de expansión térmica, disminuir la contracción final de la polimerización, proporcionar radioopacidad, mejorar la manipulación e incrementar la estética. (3)

La nanotecnología ha conducido al desarrollo de una nueva resina compuesta, que se caracteriza por tener en su composición la presencia de nanopartículas que presentan una dimensión de aproximadamente 25 nm y nano agregados de aproximadamente 75 nm, estos están formados por partículas de circonio/silice o nanosilice. Los agregados son tratados con silano para lograr entrelazarse con la resina. (3)

Las resinas generadas con este tipo de partículas, al presentar un menor tamaño de partícula, permiten un mejor acabado de la restauración, que se observa en la textura superficial de la misma disminuyendo las posibilidades de biodegradación del material en el tiempo. Además, esta tecnología ha permitido que las cualidades mecánicas de la resina puedan ser lo suficientemente competentes para indicar su uso en el sector anterior y posterior. No debemos dejar de señalar que el hecho de presentar un menor tamaño de las partículas produce una menor contracción de polimerización, generando sobre las paredes del diente una menor flexión cuspídea

además de disminuir la presencia de microfisuras a nivel de los bordes adamantinos, que son los responsables de la filtración marginal, cambios de color, penetración bacteriana y posible sensibilidad postoperatoria. (3)

Como inconvenientes hay que señalar el hecho de que al ser partículas tan pequeñas no reflejan la luz, por lo que se acompañan de partículas de mayor tamaño, cuyo diámetro promedio se sitúa dentro de la longitud de onda de la luz visible (es decir, alrededor o por debajo de  $1\mu\text{m}$ ), para mejorar su comportamiento óptico y conseguir que actúen de soporte. (3)

### c) **Clasificación**

#### - **Según el tamaño de las partículas inorgánicas**

- *Macroparticuladas*: partículas con tamaño entre 15 y 100 micrómetros. Se denominan también convencionales. (2)
- *Microparticuladas*: partículas de sílice coloidal con tamaño medio de 0,04 micrómetros. (2)
- *Híbridas*: compuestas por macropartículas y micropartículas con tamaño medio entre 1 y 5 micrómetros. (2)
- *Microhíbridas o nanohíbridas*: presentan una combinación entre micropartículas (0,04 micrómetros) y partículas de mayor tamaño (máximo 2 micrómetros): el tamaño medio de las partículas está entre 0,6 y 0,8 micrómetros. (2)
- *Nanoparticuladas*: compuestas por partículas de carga entre 20 y 75 nanómetros (2)

- **Según el método de activación**

- Químicamente activadas: son resinas compuestas que usan una pasta base y otra catalizadora. El material sólo se polimeriza tras la mezcla de ambas. (2)
- Fotoactivadas: son resinas compuestas con fotoiniciadores y sólo se polimerizan en presencia de luz. (2)
- Duales: son resinas compuestas con ambos sistemas de activación, químico y físico (luz). (2)

**d) Criterios secundarios y terciarios de la selección de composites**

- Opacidad:
  - Muy alta: composites para enmascarar áreas oscuras o grises (metales). (1)
  - Alta: para reemplazo de dentina. (1)
  - Media: corpúsculos (bodies) en algunas formulaciones, especialmente de origen estadounidense, indicadas para restauraciones de opacidad única. (1)
  - Baja: esmaltes. (1)
  - Muy baja: translúcidos o incisales. (1)
- Viscosidad:
  - Baja: composites fluidos o flows. La capacidad para fluir no necesariamente está relacionada con la cantidad de relleno, por lo que es posible encontrar materiales de baja viscosidad y de elevada carga cerámica. Esta propiedad está más relacionada con modificaciones de matriz orgánica. (1)
  - Media o regular: representada por la mayor parte de los composites empleados. (1)
  - Alta: llamados también “atacables” o “condensables”. Del mismo modo que ocurre en los composites de baja viscosidad, esta

característica tampoco está asociada directamente con una mayor cantidad de relleno cerámico ni con mejores propiedades finales. (1)

- Matiz y valor: si bien muchas presentaciones comerciales han homologado con mayor o menor éxito los matices y valores disponibles en sus avíos a la guía VITA (A, B, C, D), otras han preferido mantener códigos de identificación específica como YT (yellow translucent, translúcido amarillo) o WE (white enamel, esmalte blanco). (1)
- Efectos: algunas presentaciones comerciales incluyen, en sus avíos o para la comercialización individual, composites con características ópticas especiales, ya sea como tintes (tostados, blancos, rojos, sienas, azules, etc.) o con apariencias como frost (escarchado), que permiten reproducir áreas específicas del esmalte o dentina, como una hipoplasia (1)

#### e) Factores que inciden en la selección de las resinas

- **Ubicación de la cavidad:**

Las características de la restauración, en cuanto a extensión y localización, son decisivas para la selección de un material u otro. Cuando se trata de hacer una obturación de alto requerimiento mecánico (cavidades de clase IV con función oclusal, de clase I amplias, de clase II compuestas o complejas, o de clase VI), el composite más indicado es el que tenga mayor volumen de carga inorgánica y que, en el caso del sector posterior, sea radiopaco. (3)

Las restauraciones en los dientes anteriores, exigen un mayor grado de estética, con lo que en estos casos están indicados composites con otras características: buen pulido, opacidad adecuada para pasar inadvertido o fluorescencia. La capacidad de pulido depende del

tamaño de la partícula; los composites con rellenos submicrónicos o con nanopartículas son los ideales. No hay que olvidar que se pueden combinar materiales como, por ejemplo, en el caso de una restauración de clase IV extensa, en la que estaría indicado un composite densificado (generalmente, un híbrido) de alta carga recubierto en la zona vestibular por un composite microfino (de microrrelleno) (3)

El tratamiento de lesiones cervicales, tanto en el sector posterior como en el anterior requieren ser obturadas de manera óptima con materiales de alta capacidad de pulido, con el fin de evitar el acúmulo de placa sobre ellos, así como un material que tenga buena respuesta a la flexión. (3)

- **Requerimientos estéticos:**

En ocasiones, los composites no van destinados de manera primaria a resolver un problema funcional, sino estético: tratamiento de dismorfias o de discoloraciones, cierre de diastemas o camuflaje de malposiciones dentales; en otras al requerimiento mecánico se le añade el estético: grandes lesiones cariosas en dientes anteriores o traumatismos dentales en el frente dental anterior. (3)

Para ello se deben considerar otros componentes de los composites que facilitan la terapéutica y que, en ocasiones, dan lugar a la aparición de productos especiales. En este sentido hay que resaltar el papel, en primer lugar, de la opacidad del material. Algunos composites se presentan como “universales”, lo cual significa que, además de poder ser utilizados tanto en el sector anterior como en el posterior, pueden ser usados sin ningún otro producto adicional. Pero, por otra parte, es común ver presentaciones de composites en los que hay un material estándar y otro más opaco. Otra cosa distinta son los opacificadores, materiales resinosos que se usan para tapar el color dental subyacente. El uso de estos últimos materiales quita la transparencia del diente, lo cual obliga a suplirla artificialmente, con la combinación de materiales, en este caso un composite híbrido que

recubre al opacificador y una fina lámina de composite microfino que solapa al anterior, consiguiendo de esta manera, gracias a las diferentes composiciones de los distintos elementos, dar un tipo de reflexión y de refracción de la luz que incide sobre el diente que mejore su aspecto final acercándolo al natural. En el campo opuesto, los composites translúcidos son útiles para reproducir bordes incisales de pacientes jóvenes. Los tintes son resinas con colorantes intensos que se utilizan para incrementar la estética final de la restauración; su objetivo es el de reproducir características morfológicas o cromáticas propias de cada paciente: manchas blancas, líneas de incremento, fisuras, etc.; pero, hay que recordar que su uso ha de ser mínimo: poca cantidad y localización subsuperficial (siempre recubierto por otro composite, generalmente microfino), de forma que no se note que se ha colocado en la restauración. (3)

#### **f) *Propiedades***

- Contenido de partículas inorgánicas: de un modo general, cuanto mayor sea la cantidad de partículas inorgánicas en las resinas compuestas, menor serán la contracción de la polimerización, la sorción de agua y el coeficiente de expansión térmica. Por otro lado, más difícil será el pulido superficial de la resina. Las resinas compuestas condensables presentan un porcentaje de carga inorgánica de alrededor del 84% en peso, las microparticuladas cerca del 70% en peso, las microhíbridas y las nanoparticuladas alrededor del 75% en peso, y las tipo flow 60% en promedio (2)
- Contracción de polimerización: esta propiedad está directamente relacionada con el contenido de partículas inorgánicas presente en la resina compuesta. De esta manera, las resinas flow y las microparticuladas son las que presentan mayor contracción de

polimerización, pues poseen la menor cantidad de carga inorgánica, en comparación con otros tipos de resina compuesta (2)

- Resistencia al desgaste: es muy importante para el uso de la resina compuesta en dientes posteriores. La preferencia del profesional deben ser las resinas microhíbridas o las condensables, ya que presentan un elevado porcentaje de partículas inorgánicas en su composición. (2)
- Pulido superficial: las resinas microparticuladas son las que presentan mayor capacidad de lisura superficial tras el acabado/pulido de la restauración. Esto ocurre debido al pequeño tamaño de sus partículas inorgánicas (0,04 micrómetros) y de la mayor cantidad de matriz orgánica existente en este tipo de resina. No obstante, las resinas compuestas microhíbridas o nanohíbridas actuales presentan una condición de pulido bastante superior a la de sus antecesoras, debido al menor tamaño medio de las partículas de carga. Este aspecto, asociado a su elevada resistencia mecánica, ha influido en su mayor utilización clínica, tanto en dientes posteriores como en dientes anteriores. La resina compuesta nanoparticulada proporciona una mejor conservación del pulido superficial a largo plazo, en comparación con las resinas microhíbridas. (2)
- Grado de conversión: el grado de conversión de una resina compuesta representa la cantidad de monómero convertida en polímero, y tiene relación directa con las propiedades físicas del material tras concluir la restauración. Las resinas compuestas fotoactivables presentan un mayor grado de conversión en relación con las químicamente activadas. El uso de métodos complementarios por calor permite un mayor grado de conversión, muy utilizado para restauraciones indirectas (2)
- Estabilidad del color: las resinas compuestas químicamente activadas son menos estables en el mantenimiento del color, pues las aminas aromáticas se usan en mayor concentración en este tipo de resina, y debido a que son muy reactivas, pueden ocasionar decoloración intrínseca del material. Otra variable importante en el mantenimiento

del color es la lisura superficial de la resina compuesta. Los que presentan partículas inorgánicas de mayor tamaño tienen mayor riesgo de ocurrencia de manchas superficiales. (2)

- Características ópticas: actualmente existen en el mercado resinas compuestas que, además de presentar una inmensa variedad de colores y diferentes grados de opacidad y translucidez, reproducen las características ópticas de opalescencia y fluorescencia encontradas en los dientes naturales. Así, los protocolos clínicos en los que se usa la técnica de estratificación natural permiten la confección de restauraciones directas con resina compuesta, con elevado nivel de excelencia estética (2)
- Resistencia a la abrasión: La poca resistencia a la abrasión no tiene un efecto perjudicial inmediato, pero esto limita el tiempo de vida de las restauraciones. La superficie de las restauraciones era más susceptible a la abrasión por la presencia de placa bacteriana, esto porque el ácido acético y ácido propiónico producidos por ella, provocando el ablandamiento de la matriz resinosa. Este hecho es más acentuado en resinas compuestas con mayor cantidad de BIS – GMA. Las partículas de refuerzo o relleno no sufren la abrasión en condiciones clínicas, probablemente son desprendidas, por el desgaste de la matriz que las envuelve. Cuanto mayor es el contenido de relleno, mayor será la resistencia a la abrasión. (5)
- Contracción de polimerización, infiltración marginal expansión higroscópica: Las resinas compuestas presentan una contracción de polimerización de 1,67% a 5,68% de su volumen y desarrollan una fuerza de contracción de hasta 300 Kg. /cm<sup>2</sup>. La desadaptación de la interfase diente/restauración es la falla principal, cuando no se utiliza la técnica del grabado ácido/resina fluida. Por otro lado, cuando la adhesión al esmalte se logra, se ha demostrado también que estas fuerzas pueden provocar micro rajaduras en la superficie de la resina, así como fracturas en los márgenes de la estructura dental. Se ha demostrado también, que las resinas absorben agua y se expanden. Esta expansión higroscópica, de alrededor de 0,07 a 0,80% de volumen,

puede compensar, en parte, esta contracción de polimerización readaptando las restauraciones a las paredes cavitarias. Clínicamente, esto equivale a decir que los procedimientos de acabado y pulido deben hacerse 24 horas después, es decir después de la expansión de la resina. (5)

- Radioopacidad: Un requisito de los materiales de restauración de resina es la incorporación de elementos radio opacos, tales como, bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio y lantano, los cuales permiten interpretar con mayor facilidad a través de radiografías la presencia de caries alrededor o debajo de la restauración. (5)
- Resistencia a la fractura: Es la tensión necesaria para provocar una fractura (resistencia máxima). Las resinas compuestas presentan diferentes resistencias a la fractura y va a depender de la cantidad de relleno, las resinas compuestas de alta viscosidad tienen alta resistencia a la fractura debido a que absorben y distribuyen mejor el impacto de las fuerzas de masticación. (5)
- Resistencia a la Compresión y a la Tracción: Las resistencias a la compresión y a la tracción son muy similares a la dentina. Está relacionada con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor resistencia a la compresión y a la tracción. (5)
- Módulo de elasticidad: El módulo de elasticidad indica la rigidez de un material. Un material con un módulo de elasticidad elevado será más rígido; en cambio un material que tenga un módulo de elasticidad más bajo es más flexible. En las resinas compuestas esta propiedad igualmente se relaciona con el tamaño y porcentaje de las partículas de relleno: A mayor tamaño y porcentaje de las partículas de relleno, mayor módulo elástico. (5)

### g) Características deseables en una restauración

Puede considerarse que una restauración quedó o está bien cuando se observa que su presencia equivale al aspecto y a las condiciones que tendría el diente con su sustancia original. A su vez, esto se traduce en algo que puede ser diferenciado en dos condiciones: armonía óptica y forma anatómica apropiadas

- Armonía óptica
- Forma Anatómica
- Sellado marginal
- Protección biomecánica del remanente dentario. (6)

### h) Requisitos de las Resinas Dentales

- **Compatibilidad biológica**

La resina debe ser insípida, inodora, no tóxica, no debe irritar ni dañar los tejidos bucales. Para cumplir estos requisitos, debe ser totalmente insoluble en la saliva y en cualquier otro fluido que se lleve la boca, y debe ser impermeable a los fluidos orales para no resultar poco higiénica ni desagradable en cuanto a sabor y olor. Si se utiliza la resina como material de obturación o cementado, debe aplicarse rápidamente y adherirse a la estructura dental para prevenir el crecimiento microbiano en la interfase diente restauración. (7)

- **Propiedades físicas**

La resina debe tener la suficiente fuerza y resiliencia, así como la resistencia necesaria para afrontar las fuerzas de masticación, la fuerza de impacto y el uso excesivo que se le puede dar en la cavidad oral, El material también debe ser dimensionalmente estable en todos los casos, incluidos los cambios térmicos y las variaciones en las

cargas. Cuando se emplea para la base de las prótesis maxilares la resina debe tener una gravedad específica baja. (7)

- **Manipulación**

La resina no debe producir humos tóxicos ni polvo durante su manipulación. Debe ser fácil de mezclar insertar, moldear y curar, y debe tener un tiempo de fraguado relativa mente corto y ser insensible a las variaciones en estos procedimientos de manipulación. Las complicaciones clínicas, como la inhibición de oxígeno, la contaminación de saliva y sangre, deben afectar poco o nada a los resultados de cualquier procedimiento de manipulación. Además, el producto final debe ser fácil de pulir y en caso de ruptura inevitable, debe poder ser reparado de manera simple y eficaz (7)

- **Propiedades estéticas**

El material debe ser translúcido o transparente, de manera que se pueda adecuar a la apariencia de los tejidos orales que reemplaza. La resina ha de poder teñirse o pigmentarse, aunque no debe haber ningún cambio en el color o aspecto del material después de su fabricación. (7)

- **Aspectos económicos**

El precio de la resina y del método de trabajo deben ser relativamente bajos, y el procesamiento no debe requerir el uso de equipamientos complejos ni caros. (7)

- **Estabilidad química**

A pesar de que los polímeros de metacrilato cumplen, de manera bastante aceptable, todos los requisitos mencionados anteriormente, todavía no se ha encontrado la resina que reúna todos estos criterios ideales, Las condiciones presentes en la cavidad oral son muy exigentes, y sólo los materiales inertes y más estables químicamente pueden resistir dichas condiciones sin deteriorar. (7)

### **i) Aplicaciones de la nanotecnología de los composites**

Fue a finales del año 1990, cuando la química Sumita Mitra de la compañía 3M empezó a aplicar la nanotecnología a la Odontología para mejorar las obturaciones dentales. Hoy esta tecnología está presente en las clínicas dentales y en casi todas las bocas, sus obturaciones son uno de esos inventos transformadores de todo cuanto había. (8)

Hasta el día de hoy, en Odontología se han desarrollado 151 aplicaciones con nanotecnología, esto demuestra el alto grado de desarrollo de la investigación en este campo. Algunas resinas compuestas empleadas en la actualidad, han sido desarrolladas mediante nanotecnología incorporando ya nanopartículas de cerámica o de cristales ricos en sílice. (9)

El Dr. Sauro, opina que “Estos materiales imitan mejor las características estéticas de los dientes, siendo además más fuertes, duros y resistentes”. (9)

A pesar de los rápidos avances en estos nuevos nanomateriales odontológicos, aún es necesario valorar su efecto en la cavidad oral, mediante más estudios que tengan en cuenta factores como el pH, la capacidad defensiva de la saliva o el contacto de este con las mucosas. El Dr. Sauro, apunta que “Muchos de los estudios realizados sobre la toxicidad de estos materiales solo se han hecho in vitro. Son necesarios más estudios clínicos y más a largo plazo para evaluar sus efectos”. (9)

### **j) Resina Forma™. Características y especificaciones según el fabricante (10)**

FORMA ofrece el equilibrio ideal entre fuerza, resistencia y rendimiento estético, promoviendo eficacia y simplicidad en el procedimiento. Forma es versátil; sus propiedades garantizan restauraciones estéticas perfectas con el uso de solo un color de cuerpo. Para procedimientos

específicos, FORMA tiene más de 32 colores entre Dentina, Esmalte y Efecto. (10)

FORMA es una resina compuesta fotoactivada con excelentes propiedades mecánicas. Es capaz de lograr el equilibrio ideal entre la estética de las restauraciones directas y el color natural del diente en un solo incremento. Su fórmula con circonia y trifluoruro de iterbio también permite que todos los colores FORMA presenten excelentes propiedades ópticas, translucidez, opacidad y fluorescencia ideales en comparación con las características naturales del diente. FORMA tiene una excelente consistencia, lo que la convierte en una resina muy fácil de tallar y sencilla de pulir, aportando un brillo superficial sorprendente. Tiene una mayor carga ofreciendo resistencia y durabilidad, incluso en incrementos muy finos. (10)

**Indicación:**

FORMA es una excelente elección para cualquier tipo de restauración, ya sea en dientes anteriores o posteriores. (10)

Dientes Anteriores: FORMA tiene el equilibrio ideal de translucidez entre esmalte y dentina, proporcionando eficientemente y en pocas capas el mismo resultado estético que los procedimientos largos de estratificación, además, es fácil de esculpir. (10)

Dientes Posteriores: FORMA tiene mayor cantidad de carga y presenta excelentes propiedades mecánicas, garantizando la resistencia necesaria para este tipo de procedimiento. (10)

También está indicado para realizar restauraciones indirectas de carillas, inlays y onlays.

- Fácil manejo y consistencia de pulido.
- Fluorescencia natural

**k) Resina Vittra APS® Características y especificaciones según el fabricante (11)**

**Carga de silicato de zirconia esferoidal:**

Alta resistencia mecánica y brillo. Facilidad en la obtención y el mantenimiento de pulido y brillo. Excelente consistencia. (11)

**Bpa free - Garantizando seguridad y salud:**

Algunos estudios apuntan a la interferencia del compuesto Bisfenol-A (BPA) en el sistema endócrino y en el desarrollo fetal e infantil, además de problemas reproductivos. Aunque la cantidad de BPA liberada en la saliva por materiales resinosos sea millares de veces menor que la dosis límite de seguridad, hay una tendencia de retirar el BPA de los productos odontológicos restauradores. (11)

**Pulido y alto brillo:**

Es capaz de producir superficies extremadamente pulidas y mantener este pulido incluso después de un desafío ácido, lo que contribuye a la longevidad funcional y estética de la restauración. (11)

**Jeringa inteligente:**

Tapa Smart Lock: ergonomía y fácil manipulación. Puenta dosificadora: porciones precisas y sin desperdicio; además de bioseguridad, pues, evitan la colocación de la espátula dentro del tubo y así reduce el riesgo de contaminación cruzada. (11)

**Sistema de color simplificado:**

Con un número de colores reducido pero consistente, Vittra APS ofrece los colores más utilizados en las restauraciones, ya sean simples o complejas. Con el color Trans OPL que destaca por la estética aliada a la resistencia. (11)

**Tecnología APS:**

Mayor tiempo de trabajo en campo operatorio iluminado. Total previsibilidad de color de la resina incluso antes del fotocurado. Aumento de las propiedades mecánicas. Compatible con todos los aparatos de fotocurado emisores de luz azul. (11)

**Indicaciones:**

- Restauraciones directas de dientes anteriores y posteriores de clases I, II, III, IV y V.
- Carillas directas en resina compuesta.
- Pegado de fragmentos de dientes.
- Reducción o cierre de diastemas.
- Confección de núcleos de relleno.
- Reparos en porcelana y/o composite.
- Restauraciones indirectas como inlays, onlays y carillas.

La tecnología APS (Advanced Polymerization System), desarrollo exclusivo de FGM, consiste en una combinación innovadora de fotoiniciadores más transparentes, que interactúan entre sí y permiten amplificar la capacidad de polimerización de los materiales. (11)

**Resistencia a la flexión (Mpa):**

La resistencia a la flexión es definida como la tensión máxima que un material soporta cuando sometido a la flexión. Como mayor sea su resultado, mayor será la capacidad de una resina de soportar el estrés resultante de las fuerzas masticatorias en ambiente oral. (11)

**Módulo de elasticidad flexural (MPa):**

El Módulo de Elasticidad refleja una propiedad intrínseca del material de resistir a presiones impuestas por las fuerzas masticatorias. Como más baja sea la deformación para un determinado valor de tensión, mayor será el módulo de elasticidad (mayor rigidez). La norma ISO 4049 no especifica valores para el módulo de elasticidad, pero en

referencia bibliográfica el de la dentina humana está entre 11700 y 18300 MPa. (11)

**I) Resina Palfique LX5® Características y especificaciones según el fabricante (12)**

PALFIQUE LX5 es la nueva versión de la resina compuesta ESTELITE SIGMA QUICK , producida desde 2007 por TOKUYAMA DENTAL , un reconocido fabricante de productos dentales con sede en Japón. El principal atractivo de este compuesto es ofrecer un equilibrio entre la estética y la resistencia mecánica, aliado a un uso sin complicaciones. Para ello, TOKUYAMA ha invertido en la más alta tecnología. (12)

Las partículas de relleno de sílice-zirconio se sintetizan por el método sol-gel. Este método permite modular el tamaño de las partículas y homogeneizarlas, lo que no ocurre en el método convencional donde las partículas más grandes se rompen en otras más pequeñas sin un control efectivo de su tamaño. Además, mientras que la mayoría de los fabricantes de compuestos obtienen esta materia prima crítica de proveedores externos, TOKUYAMA mantiene el proceso internamente. Esto favorece el control de calidad y la consistencia del producto. (12)

De forma esférica y monodispersa (homogeneidad, tamaño, forma), las partículas de carga favorecen la difusión uniforme de la luz. Además de un equilibrio entre el índice de refracción del composite y el diente, es más fácil fusionar la restauración con las estructuras dentales circundantes. (12)

El beneficio clínico se traduce en la capacidad de reemplazar la estructura dental creando restauraciones con límites difusos y, por lo tanto, menos perceptibles. Este efecto es tan significativo que, incluso aplicando un tono de resina diferente al tono real del diente, el error puede pasar desapercibido. (12)

Por ejemplo, cuando se aplica un tono de resina A2 a un diente de color A1, B1 o incluso C1, el mimetismo del composite hace que el resultado visual sea aceptable en todas las situaciones. (12)

### **Características:**

- Resina supra-nano particulada.
- Naturaleza: Sílice-zirconia.
- Morfología: Esférica.
- Tamaño medio: 0,2  $\mu\text{m}$ .
- Monodisperso = todas las partículas tienen dimensiones homogéneas.
- Concentración en peso: 82%.
- Concentración en volumen: 71%.
- Fase orgánica (monómeros): Bis-GMA y TEGDMA.
- Dureza Vickers: 42 HV.
- Profundidad de polimerización: 4,5 mm (Suponiendo una luz halógena de polimerización con una potencia de 800 mW/cm<sup>2</sup>, una longitud de onda de 400-500 nm y activada durante 10 segundos).
- Tiempo de trabajo: 90 segundos (suponiendo una iluminación ambiental de 10.000 lx).
- Contracción de polimerización lineal: 1,3%.
- Tensión de contracción: 0,7 Mpa.
- Resistencia a la flexión: 120 Mpa.
- Brillo superficial: 92% (Probeta lijada con lija #1500 + disco Soflex Extra Fine (3M ESPE) por 60 segundos en agua).
- Estabilidad del color:  $\Delta E$  3.2 (Probeta sumergida en café por 24h a 80o C).
- Efecto camaleónico real : Los colores armonizan fácilmente con la estructura dental restante. El mismo tono se puede usar en dientes de diferentes tonos y aun así producir restauraciones imperceptibles. Esto se debe al equilibrio de los fenómenos de refracción y reflexión de la luz, y la forma en que la luz se disipa en la restauración, dejando la línea de diente/resina difusa.

- Sistema de polimerización RAP: Exclusivo sistema fotoiniciador con múltiples beneficios clínicos. (12)

### 3.1.2 Absorción Higroscópica

#### a) *Higroscopicidad*

Calco del francés *hygroscopicité*, sustantivo atestiguado al menos desde 1821. (13)

Se documenta por primera vez, como 'capacidad de absorber el agua o la humedad atmosférica', en 1845, en el primer tomo de la Introducción al estudio de las plantas de A. Blanco y Fernández, quien remite a un pasaje la *Flore française* de A. P. de Candolle, en que, no obstante, no parece haberse empleado la voz *hygroscopicité* (no, al menos, en la p. 166 del primer tomo de la tercera edición, 1805) (13)

#### b) *Higroscopia*

La *higroscopia* (del griego *ύγρος* *hygros* 'húmedo, mojado' y *σκοπειν* *skopein* 'observar, mirar'), también *higroscopía* o *higroscopicidad*, es la capacidad de algunas sustancias o materiales de absorber humedad del medio circundante. También es sinónimo de *higrometría*, que es el estudio de la humedad, de sus causas y sus variaciones (en particular, de la humedad atmosférica). (14)

Para cada sustancia existe una humedad de equilibrio, es decir, un contenido de humedad tal de la atmósfera a la cual el material ni capta ni libera humedad al ambiente. Si esta última es menor que este valor de equilibrio, el material se secará, si la humedad ambiente es mayor, se humedecerá. Así, ciertos minerales como el cloruro de calcio son capaces de captar agua de la atmósfera en casi cualquier condición,

porque su humedad de equilibrio es muy baja. Sustancias como éstas son usadas como desecadores. Otros ejemplos son el ácido sulfúrico, el gel de sílice, etc. (14)

**c) Absorción higroscópica en resinas:**

Todos estos materiales, una vez expuestos al medio oral, van a sufrir procesos de sorción y solubilidad en mayor o menor grado, que conllevan una degradación de los mismos, que afectará a la calidad y longevidad de las restauraciones. (15)

La sorción de agua es un proceso de difusión controlada dentro de la matriz resinosa que puede conllevar su degradación y la ruptura de la unión entre el relleno y la matriz. Además, se puede producir la liberación o disolución de partículas del relleno, iones y sustancias orgánicas, por ejemplo, monómeros residuales; este fenómeno produce una disminución del peso, y se denomina solubilidad. Los procesos de sorción y solubilidad pueden provocar cambios dimensionales en los materiales, pueden afectar a sus propiedades mecánicas, pueden producir cambios en el color de las restauraciones, empeorando su aspecto estético, o alterar su biocompatibilidad, puesto que los componentes liberados podrían afectar a las células pulpares. (15)

Las resinas compuestas o composites dentales, como también se conocen en el argot estomatológico, están formadas por un relleno inorgánico y una matriz polimérica. Las propiedades de las resinas compuestas varían de un producto a otro y se debe principalmente a las diferencias en composición y concentración de los monómeros y la naturaleza del relleno empleado. Las resinas absorben agua del medio bucal y los monómeros que quedan sin reaccionar pueden migrar, estimulando el crecimiento de bacterias alrededor de la restauración y promoviendo reacciones alérgicas en algunos pacientes. También la absorción de agua con el tiempo, afecta las propiedades físico-mecánicas al causar la degradación hidrolítica del relleno. (16)

El fenómeno de la contracción provoca cambios en el volumen y dimensiones finales del material y se estimula el desarrollo de caries secundarias. En ocasiones, la absorción de agua resulta favorable, ya que la expansión del composite puede compensar la contracción que al polimerizar experimentan estos materiales, lo que favorece el sellado marginal. (16)

**d) Sorción acuosa (adsorción y absorción) y expansión higroscópica:**

Está relacionada con la cantidad de agua adsorbida por la superficie y absorbida por la masa de una resina compuesta en un tiempo, y la expansión relacionada a esa sorción. (17)

La incorporación de agua en el composite, puede causar solubilidad de la matriz afectando negativamente las propiedades de la resina compuesta, este fenómeno se conoce como degradación hidrolítica. Debido a que la sorción es una propiedad de la fase orgánica, a mayor porcentaje de relleno, menor será la sorción de agua. (17) Los composites híbridos proporcionan baja sorción acuosa. (18)

### 3.1.3 Resistencia flexural

**a) Propiedades físicas y mecánicas de los materiales en general:**

- Resistencia a la Compresión: Es una característica mecánica de los materiales. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi).
- Resistencia a la Tracción: Es el esfuerzo de tracción máximo que puede soportar un material antes de que se produzca una

deformación permanente o una fractura. La resistencia a la tracción se indica en MPa (Megapascal) o en  $N/mm^2$ . (19)

- Resistencia a la fatiga: Por resistencia a la fatiga entendemos el comportamiento de deformación y de fallo de materiales bajo una carga cíclica. Un ensayo de vida a fatiga con amplitudes constantes se denomina también ensayo de Wöhler o ensayo S-N. Con él se determina la amplitud de tensión tolerable durante el número de ciclos correspondiente. (20)
- Módulo de elasticidad: Mide la capacidad de un material para soportar cambios de longitud cuando está bajo tensión o compresión longitudinal. El módulo de elasticidad indica la rigidez de un material: cuanto más rígido es un material mayor es su módulo de elasticidad. (21)
- Resistencia al Desgaste: Es la capacidad de un material para resistir la pérdida de volumen en su superficie a causa de acciones mecánicas como el raspado, el deslizamiento o el frotamiento repetidos. (22)
- Dureza Superficial: La dureza es la oposición que ofrecen los materiales a alteraciones físicas como la penetración, la abrasión y el rayado. (23)
- Resistencia a la flexión: Desde un punto de vista científico, la resistencia a la flexión informa sobre la resistencia de un material contra la deformación, es decir, la resistencia a la flexión indica cuánta fuerza se requiere para romper una muestra de ensayo de un diámetro definido. (24)

### **b) Flexión**

Es la capacidad de un cuerpo de doblarse o flexarse, frente a una carga flexural, y recuperar su estado original al dejar de actuar ésta. Para medir la flexión, es conveniente, y sólo por razones didácticas, pensar en una viga cuadrangular, que soportara una fuerza en una de sus partes. Las

vigas, con respecto a la carga flexural que van a soportar y los puntos de apoyo que puede tener, se pueden clasificar en:

- Con dos puntos de apoyo no fijos: como puede ser una prótesis removible que tiene una silla en contacto con dos apoyos oclusales dentarios. (25)
- Con dos puntos de apoyo fijos: como puede ser una prótesis fija plural apoyada en dos dientes, o una incrustación de tres planos como una MOD. (25)
- Con un punto de apoyo fijo: como puede ser una prótesis fija plural apoyada en un diente y sostenida un voladizo o cantilever o una incrustación de dos planos OM u OD. (26)

**c) Resistencia a la flexión o módulo de rotura**

Esfuerzo máximo de la fibra, desarrollado en una probeta justo antes de que se agriete o se rompa en un ensayo de flexión. Se presenta la resistencia de fluencia de la flexión en lugar de la resistencia a la flexión para aquellos materiales que no se rompen en el ensayo de flexión. (27)

Casi todas las estructuras mecánicas, desde las vigas hasta los troncos de los árboles o extremidades de los seres humanos, están sometidas a diversos tipos de esfuerzos. Cuando el esfuerzo es una simple compresión o tracción, la forma del objeto es irrelevante, puesto que la deformación solo depende del área de la sección transversal. Sin embargo, la resistencia de un objeto a doblarse o su capacidad de doblarse sin romperse depende no solo de la composición, sino también de la forma del objeto. (27)

#### ***d) Resistencia a la flexión en resinas***

Las resinas compuestas han experimentado una evolución significativa, principalmente en su composición inorgánica. El relleno ha sido optimizado, aumentando o disminuyendo la proporción de carga y modificando el tamaño, forma y distribución de las partículas. Estas modificaciones mejoran las propiedades físico-mecánicas y otorgan a las resinas compuestas una optimización en su comportamiento clínico (28)

La resistencia a la compresión, tensión y flexión, son propiedades que están relacionadas con la composición del material en lo referido al tamaño de las partículas de relleno, proporción de carga inorgánica y composición de la matriz orgánica<sup>3</sup>. Si bien las resinas compuestas son ampliamente estudiadas, existen variaciones en los valores de resistencia a la flexión y módulo elástico en relación al tiempo de almacenamiento en el que se realizan estos ensayos, 24 horas o 30 días. (28)

#### ***e) Importancia de la resistencia flexural***

Los valores de resistencia flexural y de módulo de flexión, son frecuentemente usados para indicar el desempeño estructural de los materiales dentales. Esta es una propiedad mecánica seleccionada por el iSO (4049) para clasificar los materiales resinosos, siendo propuesta como una manera de medir la fragilidad de los materiales determinando que tanto el material puede deformarse ante una carga constante y regresar a su estado original antes de la aplicación de la fuerza. Esto da un parámetro que puede ser utilizado para establecer, si el material es suficientemente resistente para cumplir con sus funciones dentro de la cavidad bucal. Se desea una alta resistencia a la flexión una vez que estos materiales están bajo la acción de la tensión de masticación que podría inducir a la deformación permanente. (29)

Las resinas compuestas presentan diferentes resistencias a la fractura, uno de los factores a los que está ligado es la cantidad de relleno, siendo las resinas compuestas de alta viscosidad las que presentan mayor resistencia a la fractura debido a que absorben y distribuyen mejor el impacto de las fuerzas de masticación. (29)

La Resistencia flexural es la resistencia que permite que un material pueda ser flexado una vez que se aplique otra fuerza al medio del material, siendo apoyado en sus extremos por medio de soportes que distribuirán de forma equitativa la fuerza ejercida, en otras palabras, el cuerpo puede flexionarse y regresar a su forma original. (30)

Los tejidos dentales y las restauraciones a base de resina compuesta, siempre presentan tensiones tangenciales, traccionales, compresivas y tensiones flexurales, que deben de soportar. La resistencia flexural, es el soporte de las resinas a todos los tipos de tensiones primordiales, por ello, los materiales de restauración escogidos por el profesional deben presentar una adecuada resistencia flexural para evitar fracturas o dislocaciones ante la deflexión que se pueda generar. Debe considerarse, que las tensiones generadas por las fuerzas oclusales presentan una media de 70 a 90 Newton (N), pero según la norma ISO 4049/2009, que establece el límite de 80 MPa para los materiales de restauración a base de polímeros que el fabricante considera adecuados para restauraciones que involucran superficies oclusales. (30)

#### **f) Tensiones ocasionadas por cargas**

Se evidencian dos problemáticas en la mecánica de los materiales que presentan una aplicación directa en el área de la operatoria dental, en las cuales un cuerpo rectangular o prismático, puede someterse a dos tipos de cargas como las axiales y transversales. (31)

- Cargas axiales: En este tipo de cargas la fuerza ejercida se profundiza por el centro del área al cual es aplicada y debe ser paralela al eje primordial. (31)
- Cargas transversales: Estas fuerzas ejercidas son perpendiculares al eje primordial del cuerpo por el cual pasa, cuando estas cargas se generan de forma perpendicular el eje primordial de un cuerpo rectangular o vigas que surgen problemas mecánicos ampliamente diferentes. (31)

La resistencia flexural o módulo de rotura como también es conocida, es la resistencia que ofrece un material al ser flexado cuando se aplica una fuerza al centro del material, apoyando sus extremos en soportes que repartirán equitativamente la fuerza aplicada. (32)

Las estructuras dentales y por ende las restauraciones dentales, son sometidas a tensiones tangenciales (de corte), traccionales, compresivas y tensiones flexurales (que generan una flexión, deflexión). La resistencia flexural, constituye el estudio de tensiones complejas, es decir, la combinación de todos los tipos de tensiones fundamentales. (32)

Por lo antes mencionado, el material que se elija deberá tener una buena resistencia flexural para poder deformarse sin dislocarse o romperse ante la deflexión producida. (32)

Las tensiones que se generan en un material al actuar las fuerzas de oclusión deben tenerse en cuenta clínicamente. En oclusión actúan fuerzas promedio de alrededor de 70-90 Newton (N). (32)

#### ***g) Efectos de una fuerza de flexión sobre un cuerpo en reposo***

El esfuerzo de flexión provoca tensiones de reacción los cuales son superadas, esto hace que provoque o deforme elásticamente, luego aumenta la carga al hacerlo permanentemente. (33)

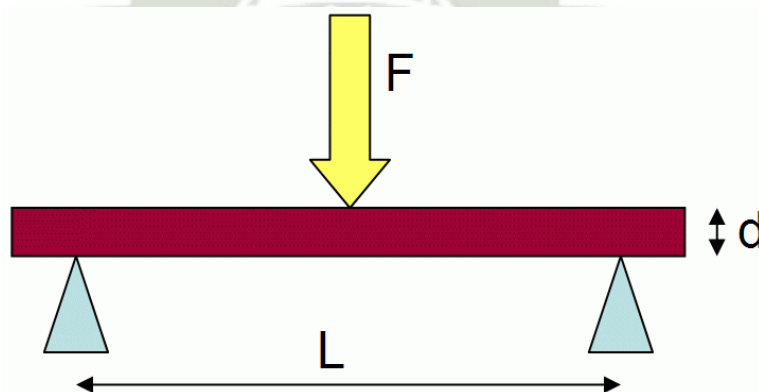
Posteriormente producida la deformación, esta se recupera en un 100%.  
(33)

**h) Tipo de prueba de resistencia flexural:**

➤ **De viga simple**

Es cuando la viga es rectangular y los extremos están sostenidos en dos puntos de apoyo, si sobre esta viga se aplica una carga en su centro, la viga se flexionará en el sentido de la fuerza (Figura N°01). Cuando una viga tiene una sección rectangular, las tensiones flexurales máximas que puede soportar sin llegar a la fractura, son inversamente proporcionales al cuadrado del espesor en dirección vertical, pero solo al ancho en sentido horizontal, o sea, que si el grosor vertical lo denominamos  $H$  y el ancho  $a$ , este dato se correlaciona directamente, con la forma de anclaje o retención que deberíamos dar en preparaciones cavitarias que vayan a ser restauradas con biomateriales no adhesivos, siendo esta la usada en el ISO 4049. (34)

Figura N°01



Fuente: Wikipedia (35)

La relación tensión-deformación de un material está relacionada con la determinación de sus propiedades mecánicas, y se expone por la gráfica de tensión-deformación curva que poseen todos los materiales, esta curva simboliza la resistencia del material a través de la deformación elástica y plástica. Por ello, cuando se libera la tensión durante el proceso de carga y no se promueve una distorsión permanente, enfrentaremos una elasticidad o distorsión reversible, fenómeno que se producirá hasta el punto límite máximo de tracción, que se conoce como el límite proporcional, entonces podemos decir que en ese instante se produce una igualdad proporcional invariable entre el esfuerzo y la distorsión del material, lo que conoceremos como el módulo elástico o el módulo de Young, que revela la energía demandada para alterar el material hasta el límite proporcional. (6)

Por ello, si la fuerza aplicada supera este punto, se genera una distorsión irreversible, que se denomina deformación permanente o plástica. Todos los materiales tienen una tenacidad reversible y permanente a la distorsión, y si se excede el límite de resistencia, se rompe, lo que representaría el valor de la resistencia final. (36)

Esto es aplicable para toda circunstancia clínica donde se producen un conjunto de fuerza que tienden a deformar el material restaurador. La noción y la definición de cómo se comportan estos materiales bajo tales fuerzas son importantes para entender su rendimiento al ser sometidas a las fuerzas de oclusión funcionales. (6)

Esto se analiza considerando que el material debe acercarse a los niveles de resistencia natural de una pieza dental, para así tener una restauración mucho más cercana a la fisiología de los tejidos dentarios. (36)

**i) Conceptos Básicos:**

- Tensión: Se puede describir como la reacción de un cuerpo contra una Presión externa. La clasificación de tensión es: Compresivas, Traccionales, De Corte, De Torsión y finalmente De Flexión. (25)
- Módulo de Young: O módulo de elasticidad, es un valor que se determina experimentalmente y nos indica la rigidez de un material. (37)
- Megapascal: Unidad de medida que actualmente es usada en odontología, sirve para medir la Presión. (37)
- Presión: Es el cociente entre la fuerza aplicada (F) y el área o superficie (s) sobre la cual esta actúa. (38)
- Fuerza: Nacida bajo la segunda Ley de Newton, es la multiplicación de la Masa por la Aceleración. (39)

La resistencia flexural es la capacidad de un cuerpo en doblarse o flexarse, frente a una carga flexural y recuperar su estado original al dejar de actuar ésta. Cuando se aplica la carga, la muestra se arquea, la deformación resultante se manifiesta en la disminución de las dimensiones verticales (que es deformación por compresión) y el alargamiento de las dimensiones horizontales (deformación por tracción), entonces decimos que las tensiones principales que actúan sobre la superficie superior son compresivas , mientras que las que actúa en la superficie inferior son traccionales , es entonces cuando el material no logra un equilibrio entre dichas tensiones ocasionándose la fractura. (34)

Siendo de esta manera el material que elegiremos deberá tener la flexibilidad y la resistencia flexural acordes para poder deformarse sin fracturarse, ante las fuerzas de la masticación, y semejantes a la de la estructura dentaria, sabiendo que las fuerzas de masticación son de 80 a 120 Newton. (34)

## 3.2 Antecedentes investigativos

### 3.2.1 Locales:

- **TÍTULO:** “Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la flexión de 3 postes de fibra de vidrio de distinta marca comercial”. Universidad Católica de Santa María. 2019. (40)

**AUTOR:** Bachiller Supa Benavente Kevin Alexis.

El objetivo del presente estudio fue comparar la resistencia a la flexión de 3 postes de fibra de vidrio de distinta marca comercial. Se seleccionaron 27 postes de fibra de vidrio según los criterios de inclusión y exclusión y se dividieron en 3 grupos, el Grupo I: postes de fibra de vidrio (AAA Dental Straight/Spiral Fiber Post with Drill # 1), el Grupo II: postes de fibra de vidrio (white post fgm DC # 1) y el Grupo III: postes de fibra de vidrio (Maquira fiber post #1) se usaron nueve postes (N = 9) para cada grupo experimental. (40)

Se realizó el ensayo de flexión en tres puntos según norma ISO 14125 para todas las muestras; se observaron las muestras hasta que se produzca la fractura de los postes. Se midió la carga de fractura de las muestras (en newton) y se obtuvo la medida de la resistencia a la flexión (en Mpa) mediante la fórmula utilizando  $8 FL / pd^3$ . Se aplicó la prueba de Tukey y se obtuvo que los valores medios de resistencia a la flexión muestran que los postes de fibra de vidrio del grupo I (829.44 MPa) y del grupo III (740.03 MPa) son estadísticamente significativos más altos que la resistencia a la flexión de la fibra de vidrio del grupo II (568.58 MPa). Por lo tanto, este estudio concluye en que los postes de fibra de vidrio (AAA Dental Straight/Spiral Fiber Post with Drill # 1) y los espigos de fibra de vidrio (maquira fiber post # 1) mostraron valores significativamente más altos de resistencia a la flexión. (40)

Palabras claves: Postes de fibra de vidrio, Resistencia a la flexión, prueba de flexión en tres puntos. (40)

### 3.2.2 Nacionales:

- **TÍTULO:** “Estudio comparativo de la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill fotocuradas con dos unidades de fotoactivación led”. Universidad Norbert Wiener. 2021. (41)

**AUTOR:** Bachiller Melendrez Camizan, Hilda.

La presente investigación titulada “Estudio comparativo de la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill fotocuradas con dos unidades de fotoactivación led” presentó como objetivo comparar la resistencia flexural de resinas compuestas bulk full al ser fotocuradas con unidades de fotoactivación LED. Se empleó un método de investigación hipotético-deductivo, de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, transversal, prospectivo, experimental y de diseño experimental de posprueba. Se estudió la muestra de 80 cuerpos de resinas bulk fill en barra de 2mm x 2mm x 10mm, de grupos Z350 XT, One Bulk Fill, Tetric Bulk Fill, Aura Bulk Fill y Opus Bulk Fill, divididos en grupos de 16, 8 fueron fotocurados con Elipar™ DeepCure-L - 3M y otros 8 con Woodpecker® iLED. Los resultados fueron que, la fotoactivación con Elipar™ Deep Cure-L- 3M presentó una media de 148.2993 Mpa, y la fotoactivación con Woodpecker® ILED presentó una media con 152.17172 Mpa; en la prueba de hipótesis se empleó la prueba de Levene para la igualdad de varianzas, se obtuvo un  $p=0.596$ , que al ser  $p>0.05$ . Por lo tanto, se concluyó que no existe diferencia significativa entre las flexuras de resinas compuestas bulk fill al ser fotocurados con unidades de fotoactivación. (41)

Palabras clave: Resinas (Decs), polimerización (Decs), Luces de Curación Dental (Desc) (41)

- **TÍTULO:** “Estudio comparativo de la flexión biaxial de tres resinas fluidas: estudio in vitro”. Universidad Científica del Sur. 2019. (42)

**AUTOR:** Juliane Polette Lema Ulloa.

**OBJETIVO:** Comparar la flexión biaxial de tres resinas fluidas Filtek Flow XT Z350 (3M ESPE), Filtek Flow Bulk (3M ESPE), Permaflo Pink (ULTRADENT). (42)

**MATERIALES Y METODOS:** Se utilizaron 15 barras de resina fluida por cada grupo de estudio de 2mm de espesor por 25mm de largo obteniendo un total de 45 especímenes y se almacenaron en agua destilada a 37 OC por 24 horas de acuerdo a las normas ISO 4049 donde se comparó la flexión biaxial de las tres resinas fluidas. La prueba de flexión biaxial (three point bending test) se realizó con el uso de la máquina digital de ensayos universales LG CMT-5L 7419. Se aplicó una velocidad de carga de  $(50 \pm 16)$  N/min hasta que la muestra alcanzo el punto de flexión y posterior fractura. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba F de Anova de un Factor y Prueba de Bonferroni ( $p < 0.5$ ). (42)

**RESULTADOS:** La resina fluida Filtek Flow XT Z350 presentó una flexión biaxial de  $107,03 \pm 19,78$  Mpa, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control con los experimentales ( $p < 0,001$ ), Filtek Flow XT Z350 vs Filtek Flow Bulk fue de ( $P < 0.001$ ) Mpa, Filtek Z350 vs Permaflo Pink fue de ( $p < 0.001$ ). (42)

**CONCLUSION:** La flexión biaxial de la resina filtek flow Z350 XT fue mayor al ser comparadas con Filtek Flow Bulk y Permaflo Pink encontrándose diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, al compararse las resinas Filtek Flow Bulk y Permaflo Pink no se encontró diferencia estadísticamente significativa (42)

**PALABRAS CLAVE:** resina fluida, resina compuesta, resistencia flexural, materiales dentales (42)

- **TÍTULO:** “Influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco, en la resistencia flexural de una resina compuesta en restauraciones semi-directas” Universidad Inca Garcilaso de la Vega. 2017. (43)

**AUTOR:** Bachiller Jonathan Dennis Sicha Tello.

En este estudio se evaluó la influencia de la temperatura con calor seco en la resistencia flexural, de una resina compuesta, se realizó un estudio invitro, en el que se sometió un tipo de resina compuesta de nano partículas pospolimerizada usada en la clínica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Se evaluaron dos grupos, cada grupo con 10 muestras confeccionadas bajo las mismas dimensiones (20mm de largo, 2 mm de ancho, 2 mm de alto), la resina fue insertada en volumen total en un molde metálico para después ser modelada, cada muestra se fotopolimerizó por 40 segundos usando una unidad de fotocurado LED (Wood Packer LED - C), con una intensidad de 600 mw/cm<sup>2</sup>, el Grupo control fue sometido solo a polimerización convencional con luz Led mientras que el grupo experimental fue sometido a una polimerización convencional con luz LED más el aumento de temperatura al calor seco en un horno esterilizador a 130 grados centígrados por 4 minutos. Se investigó los cambios en la resistencia flexural entre los dos grupos, y se observó que el grupo experimental presentó cambios significativos en la resistencia flexural en comparación al grupo control. Concluyendo que la resina compuesta de nano partículas pospolimerizada con temperatura al calor seco puede ser una alternativa para las restauraciones semidirectas. (43)

Palabras clave: Resina compuesta, calor seco, resistencia flexural. (43)

### 3.2.3 Internacionales:

- **TÍTULO:** “Efecto de la intensidad de las unidades de fotopolimerización sobre la biocompatibilidad y resistencia a la flexión de una resina compuesta”. Odontoestomatología. Uruguay 2022. (44)

**AUTORES:** de León Elisa, Teske Ana Paula, País Belén, Grazioli Guillermo.

Objetivo: Determinar el efecto de la intensidad de dos unidades de fotopolimerización sobre la biocompatibilidad, resistencia flexural y módulo elástico de una resina compuesta. (44)

Metodología: Se crearon dos grupos de resina compuesta Filtek Z250XT cada uno fotopolimerizado con intensidades diferentes (<400 mW/cm<sup>2</sup> por 40s y >800 mW/cm<sup>2</sup> por 20s). La viabilidad celular fue analizada mediante ensayo de MTT a las 24 y 48 horas siguiendo la normativa ISO 10993-5. La resistencia flexural y módulo elástico fueron analizadas siguiendo la normativa ISO 4049. (44)

Resultados: En el grupo fotopolimerizado con una intensidad <400 mW/cm<sup>2</sup>, la citotoxicidad fue estadísticamente mayor tanto a las 24 como a las 48 horas y la resistencia flexural y módulo elástico fueron estadísticamente menores. (44)

Conclusión: Una intensidad de polimerización <400 mW/cm<sup>2</sup>, aumenta los niveles de citotoxicidad y disminuye las propiedades mecánicas de las resinas compuestas. Se destaca la importancia del control periódico de las unidades de fotopolimerización. (44)

Palabras clave: Ensayo de Materiales, Resinas Compuestas, Cultivo de Células. (44)

- **TÍTULO:** “Influencia del envejecimiento, la marca y la ubicación de las fibras de refuerzo en la resistencia flexural de la resina compuesta gradia™”. Acta Odontológica Venezolana. 2010. (45)

**AUTORES:** T. D. Mujica, R. A. Ramírez, J.H. Andrade.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la resistencia flexural (RF) de una resina compuesta indirecta reforzada con tres diferentes marcas comerciales de fibras de vidrio, variando su ubicación y sometidas a envejecido físico o químico. (45)

**Materiales y Métodos:** Se fabricaron 98 especímenes de resina compuesta Gradia™ (GC-America Inc.) de 22 mm x 2 mm x 3 mm; a 14 muestras no se les colocó fibras (SF), se almacenaron en agua destilada por 60 días, luego se subdividieron en dos grupos de 7 muestras, G1 - SFA y G2 - SFT el cual se sometió a termociclado (3000 ciclos de 5°/55°C en intervalos de 1 min); las otras 84 muestras se reforzaron fibras unidireccionales: 42 muestras para ser almacenadas en agua por 60 días (CFA), divididas en dos sub-grupos de 21, en relación a la ubicación de la fibra en la zona de compresión (CFAC) o tracción (CFAT); finalmente en tres grupos de 7, dependiendo de la marca; Fibrex-Lab® (Angelus) los grupos G3 - CFACFLab y G6 - CFATFLab, FibreKor® (Jeneric/Penton) los grupos G4 - CFACFKor y G7 - CFATFKor y Vectris® (Ivoclar/Vivadent) los grupos G5 - CFACVectris y G8 - CFATVectris. Las 42 restantes después del almacenamiento en agua se sometieron al termociclado, se dividieron en dos subgrupos de 21, en relación a la ubicación de la fibra en la zona de compresión (CFTC) o de tracción (CFTT); finalmente se dividió en tres grupos de 7, entonces Fibrex-Lab® conformó los grupos G9 - CFTCFLab y G12 - CFTTFLab, FibreKor® los grupos G10 - CFTCFKor y G13 - CFTTFKor y Vectris® los grupos G11 - CFTCVectris y G14 - CFTTVectris. Las muestras fueron sometidas a la prueba de flexión de tres puntos hasta su fractura, en máquina de pruebas universales (Shimadzu AGS-J) a una velocidad de 1mm/min. Los datos fueron recolectados, tabulados en hoja de cálculo y luego analizados con un estadístico de t de student para determinar diferencias entre los grupos

sin fibras y un ANOVA de tres factores, en los grupos reforzados para las variables ubicación de la fibra, método de envejecido y marca comercial. (45)

Resultados: El t de student obtuvo un  $p > 0,05$ , lo que indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de RF entre los G1 - SFA y G2 - SFT. El ANOVA mostró individualmente para la posición de la fibra en zona compresiva ( $x=946,08$  MPa) vs. traccional ( $x=2537,69$  MPa) un  $p < 0,05$ , el método de envejecimiento por almacenamiento en agua ( $x=1862,89$  MPa) más termociclado ( $x=1620,89$  MPa) un  $p < 0,05$  y marca de la fibra de refuerzo Fibrex-Lab® ( $x=1726,24$  MPa), FibreKor® ( $x=1343,74$  MPa), Vectris® ( $x=2155,68$  MPa) un  $p < 0,05$  lo cual nos indica que existen diferencias estadísticas significativas. (45)

Conclusiones: La RF de la resina compuesta indirecta Gradia® no parece estar influenciada por el método de envejecimiento cuando no se utilizan fibras de vidrio para refuerzo, por el contrario cuando se utilizan fibras de vidrio para refuerzo, el método de envejecimiento, la ubicación de la fibras y la marca comercial influyen notablemente en los valores RF de Gradia™. (45)

Palabras Clave: Resistencia flexural, resinas compuestas indirectas, métodos de envejecimiento, resinas compuestas reforzadas con fibras, FRC. (45)

- **TÍTULO:** “Resistencia flexural y estabilidad de color de restauraciones indirectas entre resinas híbridas y cerómeros sometidos a termociclado”. Universidad Central del Ecuador. 2017. (46)

**AUTOR:** Sandra Marcela Quisiguiña Guevara.

En la actualidad los pacientes buscan restauraciones funcionales y estéticas con mayor tiempo de vida útil, existiendo diferentes tipos de materiales, que replacen los tejidos dentales perdidos. Esto ha impulsado que el mercado se desarrolle materiales que satisfagan estos

inconvenientes, las resinas híbridas son más comercializadas en el país y sobre todo con precios más económicos por lo que se ve la necesidad de determinar si este material cumple la misma función en tiempo y durabilidad que un cerómero. (46)

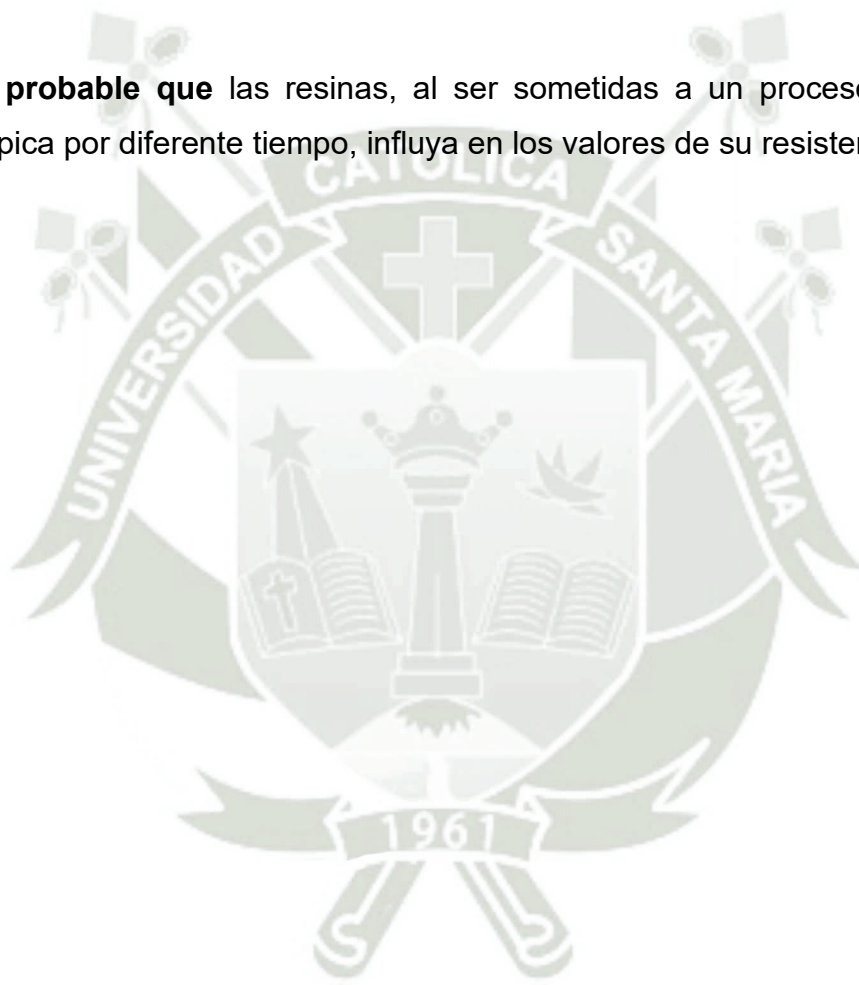
Se determinará la resistencia flexural y estabilidad de color de una resina híbrida y un cerómero sometida a termociclado. Se elaborarán 30 muestras de 14mm de largo, 4mm de alto, y 2mm de ancho, se realizarán 15 muestras de resinas híbridas y 15 muestras de cerómeros, se procederá a la toma inicial de color utilizando el colorímetro digital (VITA Easyshade). Luego se someterá las muestras a termocicladora en agua por 10.000 ciclos, cada ciclo de 1' 30" (30 seg calor a 55° 30 seg frío a 4°C y 30 seg a temperatura ambiente a 37°C) durante 15 días para simular el medio bucal y envejecer el material, terminado el proceso de termociclado se tomará nuevamente el color de las muestras y se procederá a las pruebas de resistencia flexural en el Laboratorio del departamento de ciencias de Energía y Mecánica de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, donde el técnico encargado del mismo calibrará cada una de las muestras. (46)

PALABRAS CLAVES: Resina composites, cerómeros, propiedades mecánicas, resistencia flexural, color. (46)

#### 4. HIPÓTESIS

**Dado que** la resistencia a la flexión de las resinas nanohíbridas está influenciada por diversos factores, como sus propiedades físico-mecánicas, el tipo de restauración o ubicación de la misma, así como la capacidad de las resinas para absorber humedad.

**Es probable que** las resinas, al ser sometidas a un proceso de absorción higroscópica por diferente tiempo, influya en los valores de su resistencia flexural.





# CAPITULO II

## PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

## 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

### 1.1 Técnica de investigación

La técnica de investigación es la de observación experimental

### 1.2 Técnica de ejecución de investigación

#### 1.2.1 Selección de muestras

Se realizaron 45 unidades de estudio en forma de barras de resina nanohíbridas de las marcas escogidas para el estudio con las siguientes características:

- 25 mm de largo
- 2 mm de ancho
- 2 mm de altura

Siguiendo las normas internacionales ISO 4049

Para confeccionar las barras se utilizó un molde de metal de la empresa ODEME Dental Research que cumple con las normas internacionales.

Las barras de resina se polimerizaron con Lámpara de fotopolimerización LED VALO™ Grand de Ultradent.

No fue necesario realizar ningún pulido de la resina.

#### a) Criterios de Inclusión:

Barras de resina según la norma internacional ISO 4049 con las medidas de 25 mm x 2 mm x 2 mm de las tres marcas comerciales de resina nanohíbrida, y conservadas en suero fisiológico para simular la absorción higroscópica.

**b) Criterios de exclusión:**

Se excluirá todas las barras que no tengan las medidas indicadas por la norma internacional, o que presenten defectos en sus superficies. Así como las que no hayan sido conservadas en suero fisiológico.

**1.2.2 Preparación de muestras y metodología:**

Teniendo las 45 muestras, se procedió a separarlos en 3 grupos y cada uno de estos en 3 sub grupos que quedaron conformados de la siguiente manera:

- Grupo A: son 15 barras confeccionadas con resina Vittra APS® , que se sub dividen en:
  - Grupo A1: 5 barras de resina que fueron fotopolimerizadas e inmediatamente sometidas a la máquina de ensayos múltiples.
  - Grupo A2: 5 barras de resina que fueron fotopolimerizadas y almacenadas en suero fisiológico por 24 horas para que se dé el fenómeno de absorción higroscópica, y luego sometidas a la máquina de ensayos múltiples.
  - Grupo A3: 5 barras de resina que fueron fotopolimerizadas y almacenadas en suero fisiológico por una semana para que se dé el fenómeno de absorción higroscópica, y luego sometidas a la máquina de ensayos múltiples
  
- Grupo B: son 15 barras confeccionadas con resina Forma™, que se sub dividen en:
  - Grupo B1: 5 barras de resina que fueron fotopolimerizadas e inmediatamente sometidas a la máquina de ensayos múltiples.
  - Grupo B2: 5 barras de resina que fueron fotopolimerizadas y almacenadas en suero fisiológico por 24 horas para que se

dé el fenómeno de absorción higroscópica, y luego sometidas a la máquina de ensayos múltiples.

- Grupo B3: 5 barras de resina que fueron fotopolimerizadas y almacenadas en suero fisiológico por una semana para que se dé el fenómeno de absorción higroscópica, y luego sometidas a la máquina de ensayos múltiples
- Grupo C: son 15 barras confeccionadas con resina Palfique LX5®, que se sub dividen en:
  - Grupo C1: 5 barras de resina que fueron fotopolimerizadas e inmediatamente sometidas a la máquina de ensayos múltiples.
  - Grupo C2: 5 barras de resina que fueron fotopolimerizadas y almacenadas en suero fisiológico por 24 horas para que se dé el fenómeno de absorción higroscópica, y luego sometidas a la máquina de ensayos múltiples.
  - Grupo C3: 5 barras de resina que fueron fotopolimerizadas y almacenadas en suero fisiológico por una semana para que se dé el fenómeno de absorción higroscópica, y luego sometidas a la máquina de ensayos múltiples.

### 1.2.3 Cálculo de la flexión:

Se usará la siguiente formula: (47)

$$Y = \frac{(3.F.l)}{(2.b.h^2)}$$

En donde:

Y: Resistencia a la flexión

F: Carga de fractura en Newtons

l: Distancia entre soportes en milímetros

b: Ancho en milímetros de la muestra

h: Largo en milímetros de la muestra

#### 1.2.4 Instrumentos

a) Instrumento documental: Ficha de observación

b) Instrumental:

- Frascos de vidrio
- Jeringa triple
- Jeringa 5cc de plástico
- Lámpara de luz halógena
- Pieza de mano de alta velocidad
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Impresora
- Calibrador
- Máquina de ensayos universal OM 150

#### 1.2.5 Materiales

- Resinas de fotocurado Forma™, Vittra APS®, Palfique LX5®.
- Glicerina
- Agua destilada
- Suero fisiológico

## 2.- CAMPO DE VERIFICACIÓN

### 2.1 Ubicación Espacial

**Ámbito general:** Arequipa.

**Ámbito específico:** Laboratorio de la Facultad de Odontología de la UCSM.

## 2.2 Ubicación Temporal

Julio, agosto, setiembre del año 2024.

## 2.3 Unidades de Estudio

Se optó por la conformación de tres grupos principales (A, B, y C):

- Grupo A: 15 barras confeccionadas con resina Vittra APS®
- Grupo B: 15 barras confeccionadas con resina Forma™
- Grupo C: 15 barras confeccionadas con resina Palfique LX5®

## 3.- ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

### 3.1 ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN

#### 3.1.1 Organización

- Recolección de las unidades de estudio como datos

#### 3.1.2 Recursos

##### *Recursos Humanos*

- Investigador: Caroline Rossana Espinal Laura
- Asesor: Dra. Mónica Hilda Salas Rojas

##### *Recursos Físicos*

- Laboratorios institucionales.
- Recursos virtuales.
- Biblioteca.

### ***Recursos económicos***

Recursos propios del investigador

### ***Recursos institucionales***

Universidad Católica de Santa María

## **4.- ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS**

### **4.1 A nivel de procesamiento o sistematización**

#### **Tipo de procesamiento**

Todo procesamiento de datos se hace de forma manual

#### **Plan de operaciones**

##### ***b.1 Clasificación de datos***

Toda la información obtenida se organizó como matriz de sistematización en una hoja de cálculo de procesamiento automático

##### ***b.2 Recuento***

Se realizó de forma automática considerando el número de unidades de estudio

### ***b.3 Análisis***

<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Escala de Medición</b>	<b>Medidas Estadísticas</b>	<b>Pruebas estadísticas</b>
Resistencia Flexural	Comparativa experimental	Nominal	Frecuencias absolutas y porcentuales	Anova Tukey

### ***b.4 Tabulación***

Los datos numéricos se presentan en cuadros estadísticos

### ***b.5 Graficación***

El tipo de gráficas son de tipo columnas y tendencias

## **4.2 A nivel del estudio de los datos**

### **Metodología de interpretación de datos**

Se realizó la jerarquización, comparación y apreciación de datos

### **Modalidades interpretativas**

Se realizó la interpretación en el caso de cada tabla y/o cuadro.

### **Operaciones para interpretar los cuadros**

Usamos el método de análisis, síntesis, inducción y deducción.

### Niveles de interpretación

Al realizar el estudio de la información, se logró un nivel explicativo

#### 4.3 A nivel de conclusiones

Se llegaron a formular las conclusiones basándonos en las interrogantes y objetivos, así como siguiendo el requerimiento de la hipótesis





# CAPITULO III RESULTADOS

TABLA N° 1

**RESISTENCIA FLEXURAL DE LA RESINA VITTRA APS®, INMEDIATAMENTE  
DESPUÉS DE REALIZADA LA FOTOPOLIMERIZACIÓN A LAS 24 HORAS Y 7  
DÍAS**

VITTRA	Medición		
	Inmediato (A)	24 horas (B)	7 días (C)
Media Aritmética (Promedio)	48,69	74,00	52,51
Desviación Estándar	16,04	8,98	22,70
Valor Mínimo	38,66	61,05	20,96
Valor Máximo	76,50	81,64	82,76
Repeticiones	5	4	5

Fuente: Matriz de datos

P = 0,021 (P &lt; 0,05) S.S.

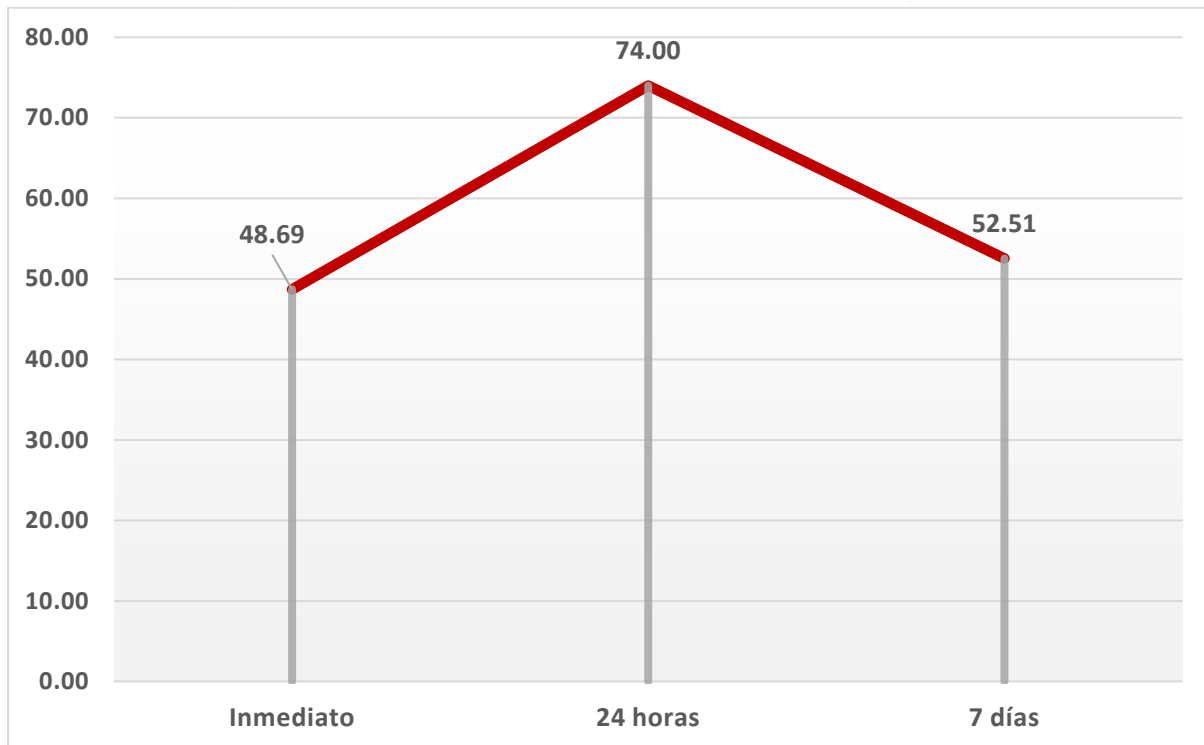
B &gt; A = C

Según el análisis de varianza (Anova) se observa que hay diferencias significativas entre los grupos comparados.

Así que aplicamos una prueba PosHoc (Tukey) en donde se puede observar que la resistencia flexural de la resina Vittra es mayor a las 24 horas, con un promedio de 74,00 Mpa. Mientras que la resistencia flexural medida inmediatamente con un promedio de 48,69 y a los 7 días de la absorción higroscópica con promedio de 52,52, no presentan diferencia estadística.

### GRAFICO N° 1

#### RESISTENCIA FLEXURAL DE LA RESINA VITTRA APS®, INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE REALIZADA LA FOTOPOLIMERIZACIÓN A LAS 24 HORAS Y 7 DÍAS



Fuente: Matriz de datos

**TABLA N° 2**

**RESISTENCIA FLEXURAL DE LA RESINA FORMA™, INMEDIATAMENTE  
DESPUÉS DE REALIZADA LA FOTOPOLIMERIZACIÓN A LAS 24 HORAS Y 7  
DÍAS**

FORMA	Medición		
	Inmediato	24 horas	7 días
Media Aritmética (Promedio)	62,15	68,79	65,24
Desviación Estándar	12,56	11,03	9,81
Valor Mínimo	48,90	55,91	52,24
Valor Máximo	80,93	85,65	77,96
Repeticiones	5	5	5

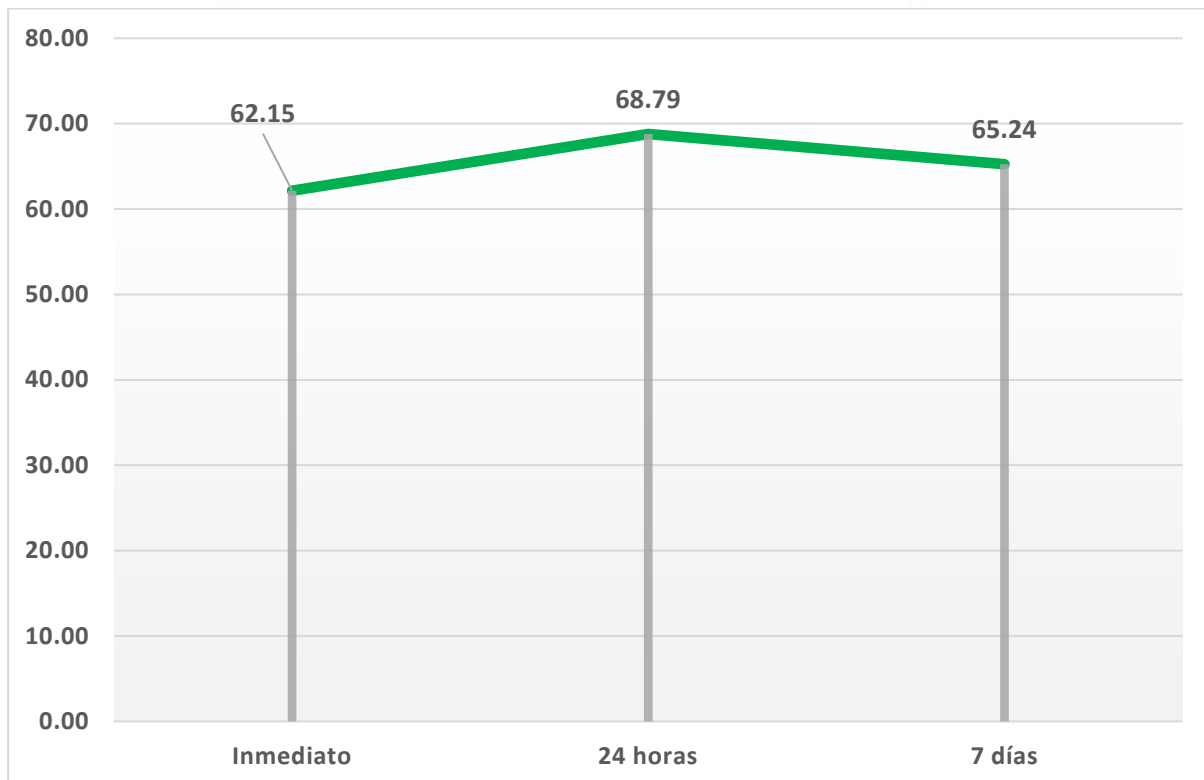
Fuente: Matriz de datos

$P = 0,653$  ( $P \geq 0,05$ ) N.S.

Según el análisis de varianza (Anova) se observa que no hay diferencias significativas entre los grupos comparados de la resina Forma, es decir, su resistencia flexural es estable durante el tiempo con promedios de 62,15 MPa medido inmediatamente, 68,79 MPa, a las 24 horas, y 65,24 MPa, a los 7 días de absorción higroscópica

## GRAFICO N° 2

### RESISTENCIA FLEXURAL DE LA RESINA FORMA™, INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE REALIZADA LA FOTOPOLIMERIZACIÓN A LAS 24 HORAS Y 7 DÍAS



Fuente: Matriz de datos

**TABLA N° 3**

**RESISTENCIA FLEXURAL DE LA RESINA PALFIQUE LX5® ,  
INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE REALIZADA LA FOTOPOLIMERIZACIÓN A  
LAS 24 HORAS Y 7 DÍAS**

PALFIQUÉ	Medición		
	Inmediato (A)	24 horas (B)	7 días (C)
Media Aritmética (Promedio)	47,51	63,60	41,55
Desviación Estándar	5,33	12,77	18,89
Valor Mínimo	40,80	49,65	20,96
Valor Máximo	54,08	78,71	61,05
Repeticiones	5	5	5

Fuente: Matriz de datos  $P = 0,018 (P < 0,05) S.S.$

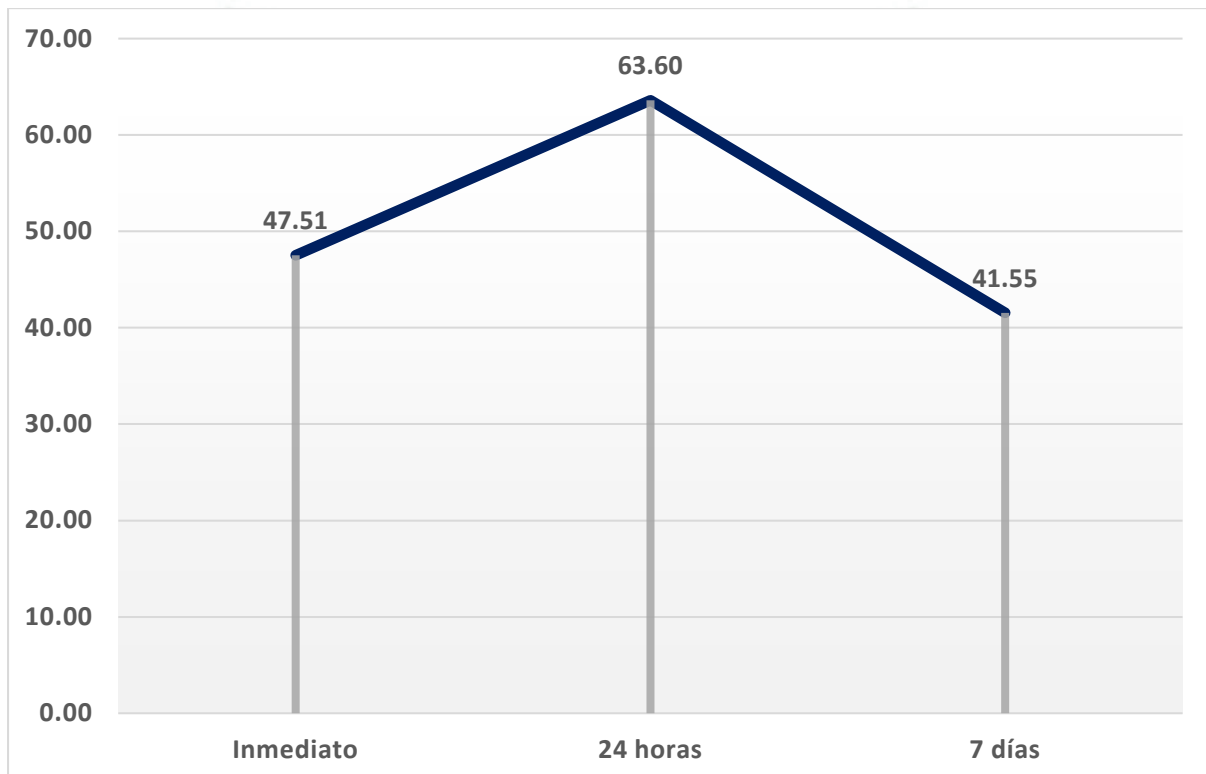
$B > A = C$

Según el análisis de varianza (Anova) se observa que si hay diferencias entre los grupos comparados de la resina Palfique.

Así que aplicamos una prueba PosHoc (Tukey) en donde se puede observar que la resistencia flexural de la resina Palfique es mayor a las 24 horas, con un promedio de 63,60 MPa. Mientras que la resistencia flexural medida inmediatamente con un promedio de 47,51 MPa, y a los 7 días de la absorción higroscópica con promedio de 41,55 MPa, no presentan diferencia estadística.

### GRAFICO N° 3

#### RESISTENCIA FLEXURAL DE LA RESINA PALFIQUE LX5® , INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE REALIZADA LA FOTOPOLIMERIZACIÓN A LAS 24 HORAS Y 7 DÍAS



Fuente: Matriz de datos

**TABLA N° 4**

**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA FLEXURAL DE LAS 3 MARCAS DE RESINAS MEDIDA INMEDIATAMENTE DESPUES DE LA POLIMERIZACIÓN**

Inmediatamente	Grupo de Estudio		
	Vittra (A)	Forma (B)	Palfique (C)
Media Aritmética (Promedio)	48,69	62,15	47,51
Desviación Estándar	16,04	12,56	5,33
Valor Mínimo	38,66	48,90	40,80
Valor Máximo	76,50	80,93	54,08
Repeticiones	5	5	5

Fuente: Matriz de datos

$P = 0,035$  ( $P < 0,05$ ) S.S.

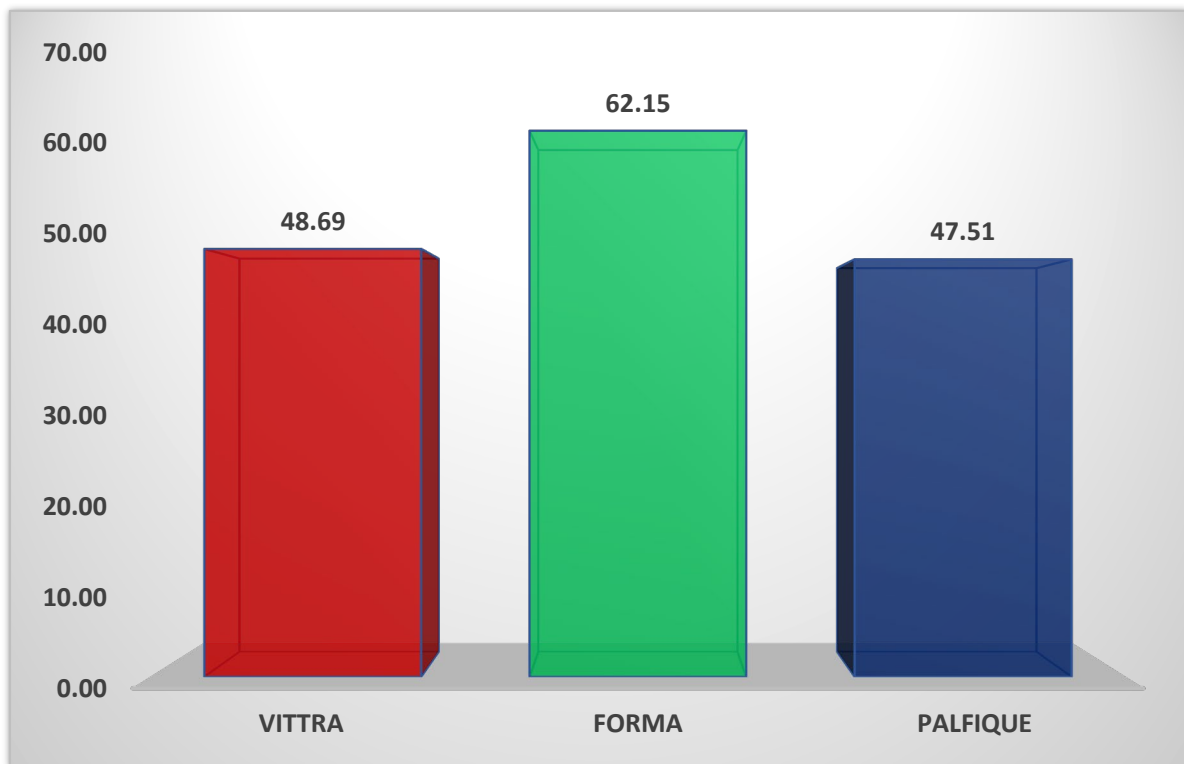
$B > A = C$

Según el análisis de varianza (Anova) se observa que si hay diferencias en la resistencia flexural de las tres resinas medida inmediatamente de realizada la polimerización

Así que aplicamos una prueba PosHoc (Tukey) en donde se puede observar que la resistencia flexural de las resinas Vittra (promedio de 48,69 MPa) y Palfique (promedio de 47,51 MPa) no presentan diferencia estadística entre ellas. Mientras que la resistencia flexural de la resina Forma con un promedio de 62,15 MPa, es mayor a las 2 resinas antes mencionadas.

GRAFICO N° 4

COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA FLEXURAL DE LAS 3 MARCAS DE  
RESINAS MEDIDA INMEDIATAMENTE DESPUES DE LA POLIMERIZACIÓN



Fuente: Matriz de datos

**TABLA N° 5**

**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA FLEXURAL DE LAS 3 MARCAS DE RESINAS MEDIDA A LAS 24 HORAS DESPUES DE LA POLIMERIZACIÓN Y SOMETIDAS A ABSORCIÓN HIGROSCÓPICA**

24 horas	Grupo de Estudio		
	Vittra	Forma	Palfique
Media Aritmética (Promedio)	74,00	68,79	63,60
Desviación Estándar	8,98	11,03	12,77
Valor Mínimo	61,05	55,91	49,65
Valor Máximo	81,64	85,65	78,71
Repeticiones	4	5	5

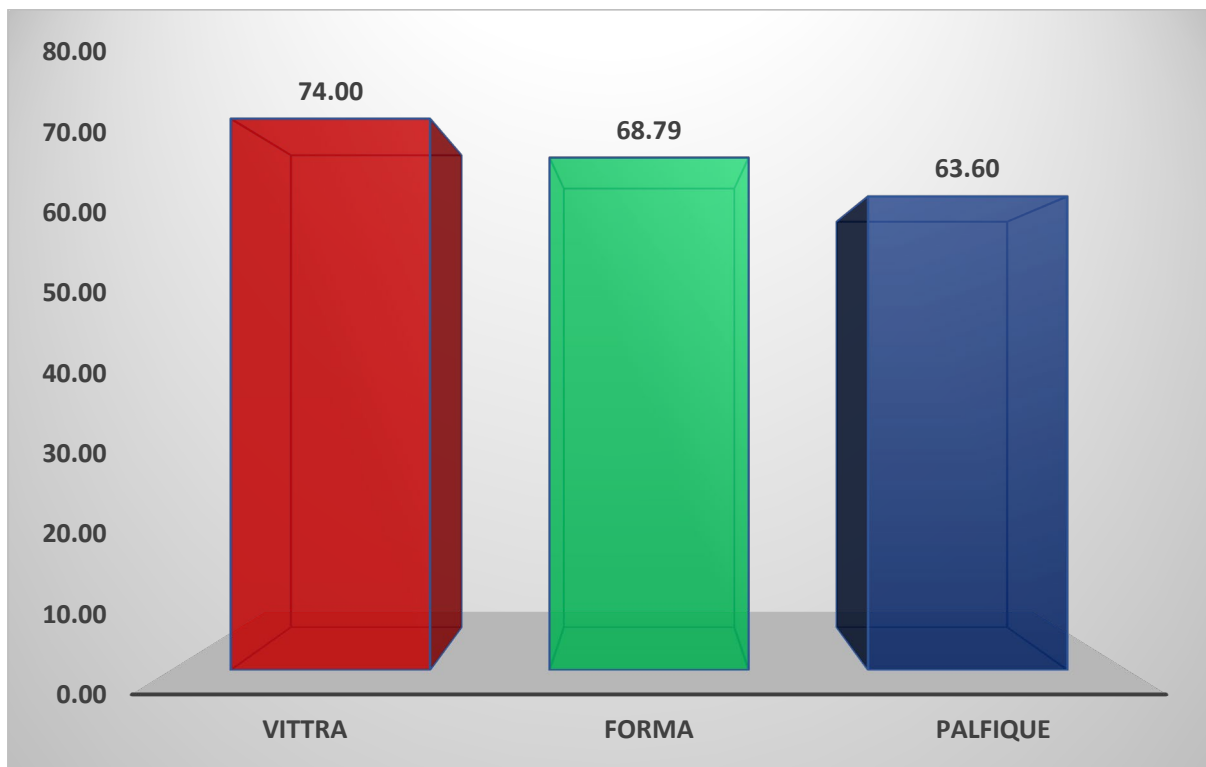
Fuente: Matriz de datos

$P = 0,261$  ( $P \geq 0,05$ ) N.S.

Según el análisis de varianza (Anova) se observa que no hay diferencias significativas entre las tres resinas al medir la resistencia flexural a las 24 horas de absorción higroscópica, con promedios de 74,00 MPa (Vittra), 68,79 MPa (Forma), y 63,60 MPa (Palfique).

### GRAFICO N° 5

**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA FLEXURAL DE LAS 3 MARCAS DE RESINAS MEDIDA A LAS 24 HORAS DESPUES DE LA POLIMERIZACIÓN Y SOMETIDAS A ABSORCIÓN HIGROSCÓPICA**



Fuente: Matriz de datos



**TABLA N° 6**

**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA FLEXURAL DE LAS 3 MARCAS DE RESINAS MEDIDA A LOS 7 DÍAS DESPUES DE LA POLIMERIZACIÓN Y SOMETIDAS A ABSORCIÓN HIGROSCÓPICA**

7 días	Grupo de Estudio		
	Vittra (A)	Forma (B)	Palfique (C)
Media Aritmética (Promedio)	52,51	65,24	41,55
Desviación Estándar	22,70	9,81	18,89
Valor Mínimo	20,96	52,24	20,96
Valor Máximo	82,76	77,96	61,05
Repeticiones	5	5	5

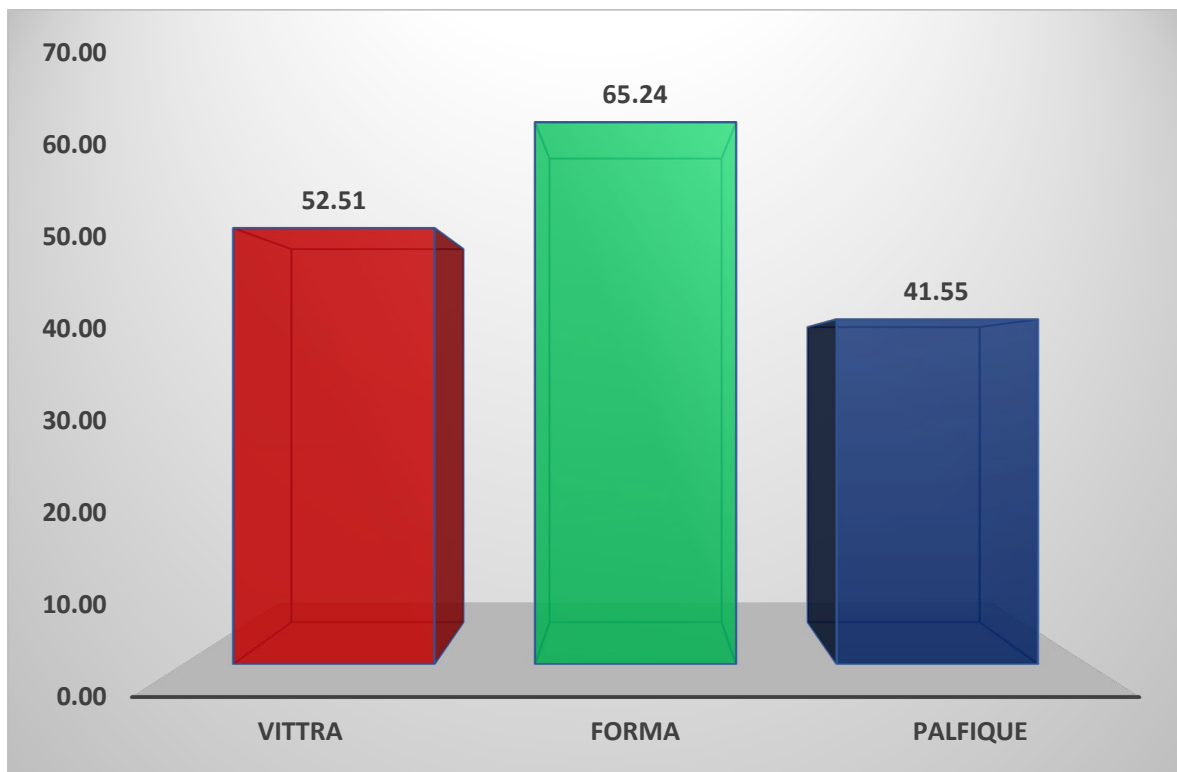
Fuente: Matriz de datos  $P = 0,027$  ( $P < 0,05$ ) S.S.  
 $B > A > C$

Según el análisis de varianza (Anova) se observa que si hay diferencias en la resistencia flexural de las tres resinas medida a los 7 días de ser sometidas a absorción higroscópica.

Así que aplicamos la prueba PosHoc (Tukey) en donde se puede observar que la resistencia flexural de la resina Forma, con un promedio de 65,24 MPa, es mayor a la resistencia flexural de la resina Vittra, con un promedio de 52,51 MPa, y ambas resinas a su vez, tienen una resistencia flexural mayor a la de la resina Palfique, ésta última con un promedio de 41,55 MPa.

### GRAFICO N° 6

#### COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA FLEXURAL DE LAS 3 MARCAS DE RESINAS MEDIDA A LOS 7 DÍAS DESPUES DE LA POLIMERIZACIÓN Y SOMETIDAS A ABSORCIÓN HIGROSCÓPICA



Fuente: Matriz de datos



## DISCUSIÓN

Tomando en cuenta los resultados obtenidos, podemos decir que la hipótesis planteada es válida, ya que los datos obtenidos con las pruebas estadísticas, nos indican que hay diferencias entre las tres marcas de resinas nanohíbridas, y también hay diferentes resistencias a la flexión de acuerdo al tiempo que las resinas estén sometidas a la absorción higroscópica.

En este trabajo se realizaron ensayos in vitro, porque permiten comparar los valores obtenidos en diferentes metodologías estandarizadas. Además, nos proporcionan valores que tienen importancia al momento de evaluar la eficacia y las características clínicas de los materiales restauradores. A pesar que estas pruebas no siempre permiten una recreación exacta de las condiciones del medio bucal sobre los materiales. Así mismo, Ilie N y col. estudiaron las propiedades físicas de una gran variedad de resinas compuestas mediante pruebas de laboratorio estandarizadas simulando condiciones clínicas. Concluyeron que el porcentaje de relleno inorgánico tiene gran influencia sobre la resistencia y módulo de flexión, y también podría influenciar sobre la capacidad de los materiales de absorber humedad.

Teniendo en cuenta el antecedente del “Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la flexión de 3 postes de fibra de vidrio de distinta marca comercial, Arequipa 2019”, realizado en la Universidad Católica de Santa María (40), se puede decir que el coeficiente de flexión de los postes de fibra es mayor, con promedios que fluctúan entre 829.44 MPa y 740.03 MPa. Esto podría deberse a la mayor rigidez que presentarían las resinas nanohíbridas, pero la diferencia principal del antecedente con nuestro trabajo fue la norma internacional usada, mientras en el estudio se rigen por la norma ISO 14125, de aplicación de fuerza en 3 puntos, en nuestro trabajo se siguió la norma ISO 4049 que depende de la profundidad de polimerización y aplicación de fuerza en un solo punto.

Según el “Estudio comparativo de la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill fotocuradas con dos unidades de fotoactivación led” de la Universidad Norbert Wiener (41), se aprecia que los resultado no presentan diferencias significativas en la resistencia flexural, con promedios de 148.2993 Mpa y 152.17172 Mpa, a

diferencia de nuestro trabajo que si encontró diferencias en la resistencia a la flexión de las resinas. Esto se podría deber a la diferencia de tamaños de las barras en ambos estudios, mientras en la Universidad Wiener se usaron largos de 10 mm, nosotros usamos un largo de 25 mm según norma internacional. De acuerdo a un estudio de Siegwand D. Heintze en el 2016 se indica que los parámetros de la resistencia a la flexión pueden variar dependiendo del laboratorio o instituto donde se hicieron las mediciones, en una revisión donde se midió la resistencia flexural de la resina compuesta Z100, varió desde 79 Mpa hasta los 196 Mpa, con los datos de 7 laboratorios distintos.

Revisando el antecedente de “Influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco, en la resistencia flexural de una resina compuesta en restauraciones semi-directas” de la Universidad Garcilazo de la Vega (43), vemos que existe una clara diferencia entre los valores promedio del grupo control (108,71 MPa) y el promedio de resistencia a la flexión final (130,10 MPa), concluyendo en una diferencia significativa en las resistencias, lo que lo asemejaría a nuestro estudio. La diferencia radicaría en las distintas medidas de las barras de muestra; 20 mm en el estudio de la Universidad Garcilazo y 25 mm para nuestro estudio.

Tomando en cuenta “Efecto de la intensidad de las unidades de fotopolimerización sobre la biocompatibilidad y resistencia a la flexión de una resina compuesta” de la revista Odontología de la Universidad de la República del Uruguay (44), observamos que usan la misma norma internacional que en nuestro estudio, ISO 4049, y llegan a la conclusión que con una potencia de luz de  $<400 \text{ mW/cm}^2$ , la resistencia flexural de las resinas es significativamente menor.

Revisando “Influencia del envejecimiento, la marca y la ubicación de las fibras de refuerzo en la resistencia flexural de la resina compuesta gradia™” de la revista Acta Odontológica Venezolana (45), concluyen que la longevidad, los refuerzos de fibra y la marca comercial, influyen en la resistencia flexural. A diferencia de nuestro estudio en el que sometimos a absorción higroscópica en suero fisiológico por máximo 7 días, en el estudio de la revista venezolana, se coloca en agua destilada por mínimo 60 días.

Según la “Resistencia flexural y estabilidad de color de restauraciones indirectas entre resinas híbridas y cerómeros sometidos a termociclado”. De la Universidad

Central del Ecuador (46), se puede apreciar que la resistencia flexural del cerómero Ceramage/Shofu con 153,95 Mpa es significativamente mayor que la resistencia de la resina 3M/ESPE que fue de 113.00 Mpa. La diferencia con nuestro estudio, como en casos anteriores, radica en el tamaño de las muestras, pues en este caso de la universidad ecuatoriana usaron barras de 14 mm de largo, 4 mm de alto y 2 mm de ancho. En nuestro caso, según ISO 4049, fueron barras de 25 mm de largo, 2 mm de alto y 2 mm de ancho.

Randolph en 2016 realizó un estudio entre 17 materiales restauradores comercializados con tecnología nanohíbrida, y demostró que los rellenos utilizados entre las marcas, eran muy diferentes en cuanto a forma, tamaño, distribución y proporción de las partículas catalogadas como micro y nano. Esto corroboraría la presente investigación, ya que a pesar que los fabricantes nos presentan los tres materiales usados en este estudio como nanohíbridos, los resultados de una de sus propiedades físicas, como es la resistencia flexural, presentan diferencias significativas.

Según lo estudiado por Makhdoom, et al. en Canadá encontraron que en las pruebas de ANOVA realizadas no encontraron diferencia significativa de la resistencia flexural cuando se fotocuraron con diferentes unidades de luz en intensidad y potencia de luz. Si bien este no es el interés de nuestro estudio, sin embargo, nos puede servir para analizar que la resistencia a la flexión puede estar influenciada por diferentes factores.

Los investigadores Scribante, et al. en Italia, determinaron que no se apreciaron diferencias significativas entre la resistencia a la flexión de las resinas al ser sumergidas en distintos compuestos, pero a diferencia de nuestra investigación, en la que realizamos la absorción higroscópica mediante la sumersión en suero fisiológico, y midiendo el resultado de la resistencia en tres diferentes periodos de tiempo, si se pudo observar que existen diferencias significativas en la resistencia a la flexión entre las tres marcas de resinas nanohíbridadas.

## CONCLUSIONES

### PRIMERA

La resistencia flexural de la resina Vittra APS®, medida inmediatamente después de la polimerización y a los 7 días de absorción higroscópica, no presenta diferencias estadísticas, con promedios de 48,69 MPa y 52,51 MPa respectivamente; mientras que a las 24 horas de absorción higroscópica, la resistencia flexural es mayor, con un promedio de 74,00 MPa.

### SEGUNDA

La resistencia flexural de la resina Forma™, en las tres etapas de la medición experimental, no presenta diferencias significativas, presentando estabilidad con promedios de 62,15 MPa (inmediatamente), 68,79 MPa (24 horas), y 65,24 MPa (7 días).

### TERCERA

La resistencia flexural de la resina Palfique LX5®, medida inmediatamente después de la polimerización y a los 7 días de absorción higroscópica, no presenta diferencias estadísticas, con promedios de 47,51 MPa y 41,55 MPa respectivamente; mientras que a las 24 horas de absorción higroscópica, la resistencia flexural es mayor, con un promedio de 63,60 MPa.

### CUARTA

Se puede ver que si existe una diferencia significativa en cuanto a la resistencia flexural de las tres marcas comerciales de resinas nanohíbridas, por lo que se podría concluir que la absorción higroscópica si influye en la resistencia flexural de los materiales, ya que se presentan diferencias en los promedios dependiendo del tiempo en que se realizaron las mediciones.

## RECOMENDACIONES

1. A los nuevos tesisistas se les recomienda realizar estudios de cómo puede influir la humedad de la boca en los distintos materiales dentales que se usan en el día a día de la profesión odontológica
2. A los investigadores se les recomienda realizar trabajos con distintas marcas de materiales restauradores, para ver sus cualidades y falencias
3. A los cirujanos dentistas, se les recomienda tomar en cuenta, no solo la resistencia a la flexión de los materiales dentales, sino analizar todos los beneficios y desventajas de estos, para escoger el material ideal para su práctica profesional
4. A los fabricantes, continuar con investigación científica para lograr entregar cada vez productos de mejor calidad y características que satisfagan a profesionales y pacientes

## Referencias Bibliográficas

1. BARRANCOS MOONEY JPJB. Operatoria Dental. Avances clínicos, restauraciones y estética. 5th ed. Alvear MTd, editor. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2015.
2. Nocchi Conceição E. Odontología restauradora. Salud y estética. 2nd ed. Frydman ADCMyJ, editor. Buenos Aires: EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA, S.A.C.F.; 2007.
3. Hervás García Adela MLMACVJBEAFGP. Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Med. oral patol. oral cir.bucal (Internet. 2006 Abril; 11(2).
4. Mosby. DICCIONARIO DE ODONTOLOGÍA. Segunda edición ed. Barcelona, España: Elsevier España, S.L.; 2009.
5. BARATIERI LN. Operatoria dental: procedimientos preventivos y restauradores Sao Paolo: Editora Quintessence; 1993.
6. Macchi RL. Materiales Dentales. 4th ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamerinana S.A.; 2007.
7. Anusavice KJ. Phillips. Ciencia de los materiales dentales. Undécima Edición ed. Madrid: Elsevier España S.A.; 2004.
8. Sheridan K. Sumita Mitra: la mujer que revolucionó la odontología. Newsweek en español. 2018 Mayo. Disponible en: <https://newsweekespanol.com/2018/05/06/sumita-mitra-nanotecnologia-empastes/>
9. Sauro S. Los materiales dentales nanotecnológicos, a estudio. Gaceta dental. 2016 Enero.
10. Ultradent. FORMA. Resina compuesta nanohíbrida con zirconia. Ultradent Products Inc. Consultado 2024. Disponible en: <https://www.ultradent.lat/products/categories/composites/paste-type->

composite/forma

11. Dental FG. Vittra APS Unique. Resina unicromática. FGM Home Products. Consultado 2024. Disponible en: [https://fgmdentalgroup.com/wp-content/uploads/2023/03/Folder-completo-Vittra-APS-Unique\\_ES.pdf](https://fgmdentalgroup.com/wp-content/uploads/2023/03/Folder-completo-Vittra-APS-Unique_ES.pdf)
12. Group P. Resina Palfique LX5. Tecnología que simplifica tu rutina clínica. Tokuyama. Palfique. 2022. Disponible en: <https://phsgroup.com.br/es/produto/resina-palfique-lx5/>
13. Real Academia Española. Diccionario histórico de la lengua española (DHLE) [en línea]. 2013- Consultado en setiembre del 2024.
14. Wikipedia Cd. Higroscopia. Wikipedia, La enciclopedia libre. 2024 fecha de consulta: 12 de septiembre del 2024.
15. Vaca MJ CLFMORTMGGF. Sorción y solubilidad de materiales formulados con resina. AVANCES EN ODONTOESTOMATOLOGÍA. 2003; 19(6).
16. Veranes Y KRGMCD,AR. ESTUDIO DE LA ABSORCION Y SOLUBILIDAD EN AGUA DE COMPOSITES DENTALES FOTOPOLIMERIZABLES. Revista Cubana de Química [Internet]. 2006; XVIII(1).
17. Blanco Alonso J. Rehabilitación de la sonrisa mediante resinas compuestas. Gaceta Dental [Internet]. 2013.
18. Rodríguez DR,PNA. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontológica Venezolana. 2007.
19. S.A.C. JL. Resistencia a la Tracción. Zwick/Roell. Consultado 2024. Disponible en : <https://www.zwickroell.com/es/sectores/ensayo-de-materiales/ensayo-de-traccion/resistencia-a-la-traccion/>
20. S.A.C. JL. Resistencia a la fatiga. Zwick/Roell. Consultado 2024. Disponible en: <https://www.zwickroell.com/es/sectores/ensayo-de-materiales/ensayo-de-fatiga/resistencia-a-la-fatiga/>
21. Roda V. Parámetros. Mecapedia. 2022 Agosto.

22. PHYSICAL PROPERTIES. Mitsubishi Chemical Advanced Materials. .
23. Wikipedia Cd. Dureza. Wikipedia, La enciclopedia libre. 2024 Mayo.
24. La resistencia a la flexión y por qué es importante. ResyCam. 2020 Octubre.
25. O S. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva Chile: Editorial Universidad de Valparaíso; 2010.
26. González OS. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estética adhesiva: propiedades, principios, fundamentos Valparaíso - Chile: Editorial Universidad de Valparaíso; 2006.
27. Manuel Luis Romero García PMRMdIDMRAPG. Resistencia de materiales España: Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions; 2002.
28. Sezin M LMMGKMMNPMCACL. Resistencia a la flexión y módulo elástico de resinas de alta, mediana y baja densidad. Revista Facultad de Odontología - Universidad Nacional de Córdoba. 2018 Diciembre; 28(3).
29. García Vega A. Estudio comparativo de la resistencia a la flexión de 3 resinas compuestas. Tesis. Querétaro - México: Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Medicina - Especialidad de Rehabilitación Bucal; 2021.
30. SM QG. Resistencia flexural y estabilidad de color de restauraciones indirectas entre resinas híbridas y cerómeros sometidos al termociclado. Tesis de posgrado. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2017.
31. MELENDREZ CAMIZAN H. Estudio comparativo de la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill fotocuradas con dos unidades de fotoactivación led. Tesis. Lima - Perú: UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER, Escuela académico profesional de Odontología; 2021.
32. Quisiguiña Guevara SM. RESISTENCIA FLEXURAL Y ESTABILIDAD DE COLOR DE RESTAURACIONES INDIRECTAS ENTRE RESINAS HÍBRIDAS Y CERÓMEROS SOMETIDOS A TERMOCICLADO. Tesis para titulación. Quito - Ecuador: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, FACULTAD DE

ODONTOLOGÍA; 2017.

33. Milagros Estervis Perez Quintana SZM. ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL ESFUERZO DE FLEXIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS DE USO ODONTOLÓGICO. Tesis. Huancayo - Perú: FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD, ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGIA; 2019.
34. TELLO JDS. INFLUENCIA DE LA POSPOLIMERIZACIÓN CON TEMPERATURA AL CALOR SECO, EN LA RESISTENCIA FLEXURAL DE UNA RESINA COMPUESTA EN RESTAURACIONES SEMI-DIRECTAS. Tesis para título profesional. Lima - Perú: UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA, FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA; 2017.
35. Dawson AR. Schematic of a beam subject to bending. Wikipedia: La enciclopedia libre. 2010 Noviembre.
36. Zamalloa Quintana MJ. EFECTO DE LA TERMOPOLIMERIZACIÓN ADICIONAL POR CALOR SECO SOBRE LA RESISTENCIA MICROFLEXURAL DE TRES TIPOS DE RESINA COMPUESTA. UN ESTUDIO IN VITRO. Tesis. Lima - Perú: Universidad Nacional Federico Villareal, Facultad de Odontología; 2022.
37. Trujillo JS. Resistencia de materiales básica para estudiantes de ingeniería Manizales: Universidad Nacional de Colombia; 2007.
38. R. O. Estudio comparativo in vitro de la resistencia al desgaste de 3 resinas compuestas de nanotecnología y 3 resinas compuestas convencionales. Tesis para obtener el título de cirujano dentista. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de Odontología; 2005.
39. Sezin M LMMGKMMNPMCACL. Resistencia a la flexión y modulo elástico de resinas de alta, mediana y baja densidad. Rev. Fac. Odont. Universidad Nacional de Córdoba. 2018; 28(3).
40. Alexis SBK. Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la flexión de 3 postes de fibra de vidrio de distinta marca comercial. Tesis. Arequipa - Perú: Universidad Católica de Santa María, Facultad de Odontología; 2019.

41. Melendrez Camizan H. Estudio comparativo de la resistencia flexural de resinas compuestas bulk fill fotocuradas con dos unidades de fotoactivación led. Tesis. Lima - Perú: UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER, Escuela académico profesional de Odontología; 2021.
42. Ulloa JPL. Estudio comparativo de la flexión biaxial de tres resinas fluidas: estudio in vitro. Tesis. Lima - Perú: Universidad Científica del Sur, CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA; 2019.
43. TELLO JDS. Influencia de la pospolimerización con temperatura al calor seco, en la resistencia flexural de una resina compuesta en restauraciones semi-directas. Tesis. Lima - Perú: Universidad Inca Garcilazo de la Vega, Facultad de Estomatología; 2017.
44. León Elisa TAPPBGG. Efecto de la intensidad de las unidades de fotopolimerización sobre la biocompatibilidad y resistencia a la flexión de una resina compuesta. Odontoestomatología. Universidad de la República, Uruguay. 2022.
45. T. D. Mujica RARJHA. Influencia del envejecimiento, la marca y la ubicación de las fibras de refuerzo en la resistencia flexural de la resina compuesta gradia. Acta Odontológica Venezolana. 2010 Noviembre; 48(4).
46. Guevara SMQ. Resistencia flexural y estabilidad de color de restauraciones indirectas entre resinas híbridas y cerómeros sometidos a termociclado. Trabajo Teórico De Titulación para especialidad. Quito - Ecuador: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, FACULTAD DE ODONTOLOGÍA; 2017.
47. Duarte TSYSSAPCSMMPRPPAOC. Resistência à flexão de duas resinas compostas diretas após diferentes métodos de polimerização. RFO UPF, Passo Fundo. 2019 Mayo - Agosto; 24(2).
48. Friedent M. Diccionario de odontología: Editorial Médica Panamericana; 1996.





# FICHAS DE REGISTRO DE DATOS

## Ficha N° 1

Medición de la resistencia flexural inmediatamente después de la  
polimerización de las resinas

<b>VITRA</b>		
<b>muestra</b>	<b>Fuerza máxima</b>	<b>RF (MPa)*</b>
1	10.79	<b>40.46</b>
2	20.4	<b>76.50</b>
3	12.94	<b>48.53</b>
4	10.49	<b>39.34</b>
5	10.31	<b>38.66</b>
<b>FORMA</b>		
1	16.77	<b>62.89</b>
2	13.04	<b>48.90</b>
3	14.02	<b>52.58</b>
4	17.46	<b>65.48</b>
5	21.58	<b>80.93</b>
<b>PALFIQUE</b>		
1	10.88	<b>40.80</b>
2	14.42	<b>54.08</b>
3	11.87	<b>44.51</b>
4	12.45	<b>46.69</b>
5	13.73	<b>51.49</b>

Fuente: elaboración propia

\* Resistencia flexural en megapascuales

## Ficha N° 2

Medición de la resistencia flexural a las 24 horas de someter a las 3 resinas a  
absorción higroscópica

VITRA		
muestra	Fuerza máxima	RF (MPa)*
1	16.28	<b>61.05</b>
2	20.69	<b>77.59</b>
3	20.2	<b>75.75</b>
4	2.65	<b>9.94**</b>
5	21.77	<b>81.64</b>
FORMA		
1	14.91	<b>55.91</b>
2	16.85	<b>63.19</b>
3	18.93	<b>70.99</b>
4	18.2	<b>68.25</b>
5	22.84	<b>85.65</b>
PALFIQUE		
1	13.24	<b>49.65</b>
2	14.1	<b>52.88</b>
3	19.81	<b>74.29</b>
4	20.99	<b>78.71</b>
5	16.67	<b>62.51</b>

Fuente: elaboración propia

\* Resistencia flexural en megapascales

\*\* Se eliminó esta muestra por presentar valor atípico

## Ficha N° 3

Medición de la resistencia flexural a Los 7 días de someter a las 3 resinas a  
absorción higroscópica

<b>VITRA</b>		
<b>muestra</b>	<b>Fuerza máxima</b>	<b>RF (MPa)*</b>
1	5.59	<b>20.96</b>
2	11.47	<b>43.01</b>
3	15.79	<b>59.21</b>
4	22.07	<b>82.76</b>
5	15.1	<b>56.63</b>
<b>FORMA</b>		
1	13.93	<b>52.24</b>
2	19.02	<b>71.33</b>
3	20.79	<b>77.96</b>
4	16.48	<b>61.80</b>
5	16.77	<b>62.89</b>
<b>PALFIQUE</b>		
1	16.28	<b>61.05</b>
2	13.24	<b>49.65</b>
3	14.51	<b>54.41</b>
4	5.59	<b>20.96</b>
5	5.79	<b>21.71</b>

Fuente: elaboración propia

\* Resistencia flexural en megapascales

## Ficha N° 4

## Cuadro de normalidad de datos

	SHAPIRO – WILK		Muestras
	Valor	P	
<b>Grupo de Estudio</b>			
Vittra APS	0,927	0,280	14
Forma	0,965	0,780	15
Palfique	0,937	0,340	15
<b>Medición</b>			
Inmediata	0,883	0,053	15
24 horas	0,964	0,781	14
7 días	0,912	0,145	15

Fuente: Matriz de datos

Según la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, el valor de P (significancia) en todos los casos es mayor o igual a 0,05, por lo que se concluye que la distribución de los datos es normal

## REGISTRO VISUAL



Fuente: <sup>1</sup>



Fuente: <sup>2</sup>

<sup>1</sup> [https://fgmdentalgroup.com/wp-content/uploads/2023/03/Folder-completo-Vittra-APS-Unique\\_ES.pdf](https://fgmdentalgroup.com/wp-content/uploads/2023/03/Folder-completo-Vittra-APS-Unique_ES.pdf)

<sup>2</sup> <https://www.ultradent.lat/products/categories/composites/paste-type-composite/forma>



Fuente: <sup>3</sup>

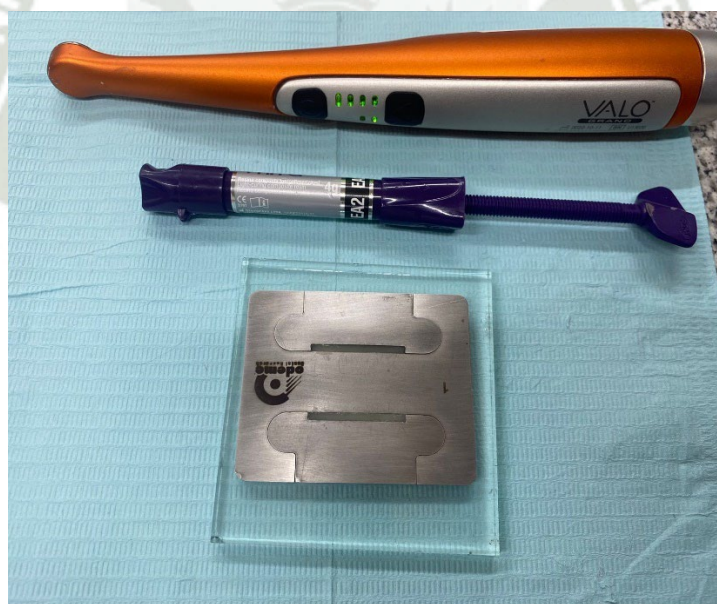


Fuente: Elaboración propia

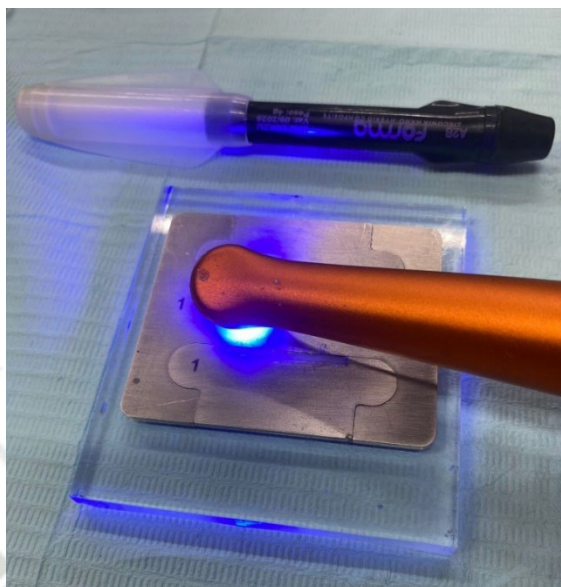
<sup>3</sup> <https://phsgroup.com.br/es/produto/resina-palfique-lx5/#:~:text=%E2%80%93Tensi%C3%B3n%20de%20contracci%C3%B3n%3A%200%2C,por%2024h%20a%2080%20C>)



Fuente: Elaboración propia



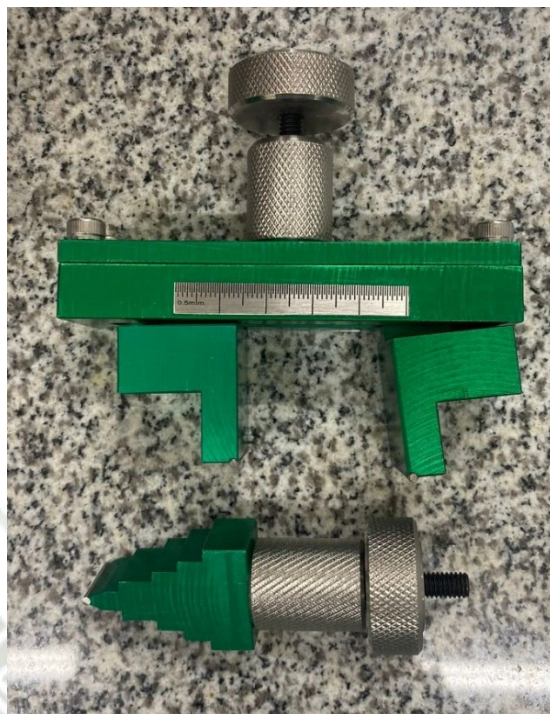
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



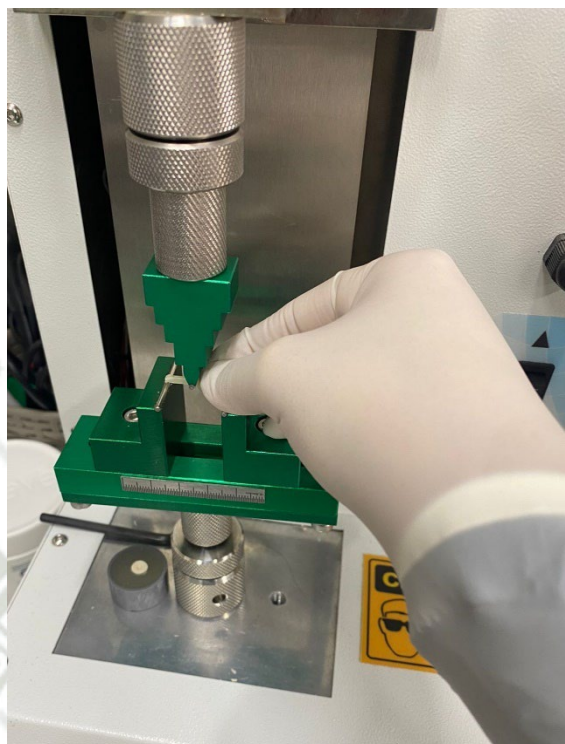
Fuente: Elaboración propia



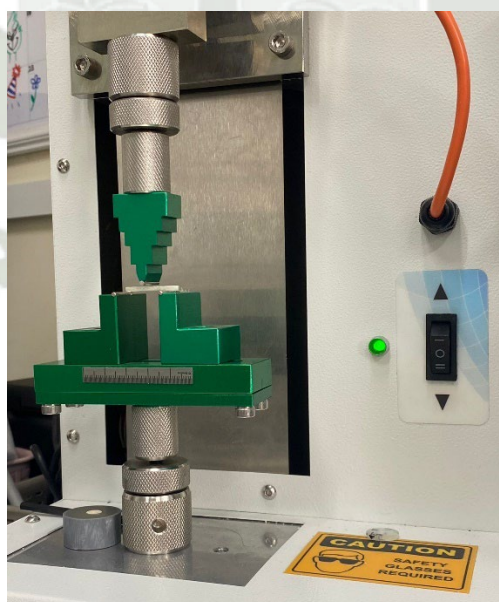
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Máquina de ensayos universal OM 150

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Máquina de ensayos universal OM 150

Fuente: Elaboración propia