



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL  
DE ESTOMATOLOGÍA

**RESISTENCIA A LA FRACTURA A LA CARGA ESTÁTICA TRANSVERSAL  
IN VITRO DE LAS RESINA FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM  
IVOCLAR VIVADENT Y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO EN EL AÑO  
2015**

## **TESIS**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
CIRUJANO DENTISTA

AUTORA  
ISASI SANDOVAL, EDITH MAGALY

ICA - PERÚ

2015

## **DEDICATORIA**

Este proyecto está dedicado a mi madre Nelva quien me apoya incondicionalmente por ser fuente de mis fuerzas de seguir adelante, por sus consejos, sus valores y por ser la mejor madre de este mundo que seguirá siendo la luz de mi camino.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios quien ilumina cada pasó que doy en mi vida y por bendecir cada meta que alcanzo y por las que están por cumplirse en el camino.

A mi persona por mi esfuerzo que día a día trabaje rompiendo los obstáculos, por mi perseverancia que no me rendí en ningún momento y si en algún momento fracasase eso me sirvió para tomar impulso y seguir adelante, por hacer realidad mi sueños que siempre lo anhele encaminándome con el apoyo y la bendición de mis familiares y de las personas más cercanas.

A mi novio por brindarme todo su apoyo y ayudarme a cumplir este sueño que con su paciencia, comprensión y aporte moralmente se pudo lograr mi objetivo.

A mi hermana de quien no faltó su apoyo emocionalmente, moralmente y por ayudarme a cumplir esta meta, incluyendo a mí hermano que con su corta edad me dio fuerzas de seguir adelante.

A mis abuelos maternos que siempre estuvieron apoyándome en lo esencial que siempre confiaron en mí y claro al resto de mi familia.

## **RECONOCIMIENTOS**

Me gustaría que estas líneas me sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han aportado en la realización del presente trabajo, particularmente al C.D. José Luis Huamani Echaccaya por su orientación metodológica y por su continuo estímulo durante todo el proceso hasta el final del mismo. Igualmente se le agradece y a mi asesor Mg. León Delgado Alfredo, por la orientación, seguimiento, por la motivación y apoyo recibido a lo largo de este tiempo.

La realización de esta investigación de tesis hubiera sido imposible sin la ayuda de mi tío Jaime quien siempre creyó que podía lograr mi meta que estaré infinitamente agradecida.

Se agradece además a la universidad nacional de ingeniería en especial al director del laboratorio de la facultad de mecánica por permitirme realizar el trabajo en el respectivo laboratorio.

Se agradece a todas aquellas personas que en forma directa o indirecta contribuyeron a que este trabajo de investigación pudiera llevarse a cabo.

## RESUMEN

El estudio tuvo como propósito determinar si existe diferencia en la resistencia a la fractura a la carga estática transversal in vitro de las resina Filtek Z350 XT 3M-espe, Tetric N-Ceram Ivoclar Vivadent y Aelite Aesthetic Enamel Bisco. Se diseñó un estudio experimental, prospectivo, analítico y transversal de nivel explicativo. La muestra estuvo constituida por 30 cubos de resina aleatorizados en tres grupos de 10 cada uno, de 5 mm de diámetro por 8 mm de altura. Todas las muestras se almacenaron en una estufa a una temperatura de 37 $\pm$ 1°C y a 100% de humedad relativa sometida en agua destilada durante 24 horas antes de someterlo a prueba. Para las mediciones de la resistencia a la fractura se utilizó la “Máquina de tensión y compresión Hounfield” de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería. La unidad de medición fue Kg-f. Antes de la aplicación de la carga estática transversal se procedió a cegar al ingeniero mecánico y al investigador la distribución de los grupos de intervención. El procesamiento se realizó en el paquete estadístico IBM SPSS Statics versión 22 y para su análisis se utilizó la prueba no paramétrica análisis de un factor “ANOVA” y una prueba de Post Hoc HSD Tukey; previamente se demostró que las variables numéricas tuvieran distribución normal para lo cual se utilizó la prueba Kolmogorov Smirnov con un nivel de significancia de 0,05 y un intervalo de confianza del 95,0%. A la comparación de las medias se encontró que la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL tuvo una mayor resistencia a la fractura a la carga estática transversal in vitro con un promedio de 389.4 Kg-f  $\pm$  127,8; seguido de la resina TETRIC N-CERAM con 358,9 Kg-f  $\pm$  77,3 y con menor resistencia a la fractura se encontró la resina FILTEK Z350 XT con un promedio de 318,9 Kg-f  $\pm$  86,9; sin embargo con un p-valor=0,301 podemos concluir que no se encontró diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015.

**PALABRAS CLAVES:** Resistencia compresiva, resina nanohibrida, resina nanorelleno, in vitro.

## ABSTRACT

The study was to determine whether there is difference in fracture resistance to transverse static load in vitro of the resin Filtek Z350 XT 3M-ESPE, Tetric N-Ceram Ivoclar Vivadent and Aesthetic Enamel Aelite Bisco. An experimental, prospective, analytical, cross-sectional study was designed explanatory level. The sample consisted of 30 cubes resin randomized into three groups of 10 each, 5 mm in diameter and 8 mm in height. All samples were stored in an oven at a temperature of  $37 \pm 1$  ° C and 100% relative humidity subject in distilled water for 24 hours before undergoing testing. The "Machine Hounfield voltage and understanding" of the Faculty of Mechanical Engineering of the National University of Engineering was used for measurements of fracture toughness. The measurement unit was Kg-f. Before applying static charge cross proceeded to blind the mechanical engineer the distribution of the intervention groups. Processing is performed at the IMB SPSS statistical package version 22 and Statics for analysis test was used nonparametric analysis of a "ANOVA" factor and a test of Post Hoc Tukey HSD; previously it demonstrated that numerical variables had normal distribution for which the Kolmogorov Smirnov test was used with a significance level of 0.05 and a confidence interval of 95.0%. A comparison of means was found that the resin had ENAMEL AELITE AESTHETIC greater fracture toughness to the transverse static load in vitro with an average of  $389.4 \pm 127.8$  Kg-f; followed by N-CERAM TETRIC resin with  $358.9 \pm 77.3$  kg-f and less resistance to fracture the resin Filtek Z350 XT was found with an average of  $318.9 \pm 86$  kg-f, 9; however with a p-value = 0.301 we can conclude that no statistically significant differences were found in the fracture resistance against static charge in vitro cross the resin Filtek Z350 XT 3M-ESPE, Tetric® N-CERAMIVOCLARVIVADENT and AELITEA ESTHETIC ENAMELBISCO in 2015.

**KEY WORDS:** cesomprive strength , nanohibrida resin, resin nanofilled , in vitro.

## ÍNDICE

<b>CARATULA</b>	
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>RECONOCIMIENTO</b>	
<b>RESUMEN</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>ÍNDICE</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	

### CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática .....	15
1.2 Delimitación del Problema.....	15
1.2.1. Delimitación Social.....	15
1.2.2. Delimitación Espacial.....	15
1.2.3. Delimitación Temporal .....	15
1.2.4. Delimitación Contextual .....	15
Área General.....	15
Área Específica .....	15
Especialidad.....	15
Línea de Investigación .....	16
1.3. Problema de Investigación .....	16
1.3.1. Problema principal .....	16
1.3.2. Problema secundario.....	16
Problema Específico 01 .....	16
Problema Específico 02.....	16
Problema Específico 03.....	16
Problema Específico 04.....	16
Problema Específico 05.....	16
Problema Específico 06.....	17

1.4. Objetivo de la Investigación .....	17
1.4.1. Objetivo General .....	17
1.4.2. Objetivos Específicos.....	17
1.5. Hipótesis de la Investigación.....	18
1.5.1. Hipótesis General .....	18
1.5.2. Hipótesis secundaria.....	18
Hipótesis específica 01.....	18
Hipótesis específica 02.....	18
Hipótesis específica 03.....	19
Hipótesis específica 04.....	19
Hipótesis específica 05.....	19
Hipótesis específica 06.....	19
1.5.3. Identificación y clasificación de variables e indicadores .....	19
Variable independiente.....	19
Variable dependiente.....	19
1.5.4. Operacionalización de Variables .....	20
1.6. Diseño de Investigación .....	21
1.6.1. Tipo de Investigación .....	21
Según la manipulación de la variable.....	21
Según la fuente de recolección de datos .....	21
Según el número de mediciones.....	21
Según el número de variables a analizar .....	21
1.6.2. Nivel de investigación .....	21
1.6.3. Método de Investigación .....	21
1.7. Población y muestra de la Investigación .....	21
1.7.1. Población .....	21
1.7.1.1. Criterios de Inclusión.....	21
1.7.1.2. Criterios de Exclusión.....	22
1.7.2. Muestra.....	22
1.7.2.1. Determinación del tamaño de la muestra .....	22
1.7.2.2. Selección de los miembros de la muestra .....	22
1.8. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos.....	24
1.8.1. Técnicas .....	24

1.8.2. Instrumentos .....	24
1.9. Justificación e importancia de la Investigación.....	24
1.9.1. Relevancia social .....	24
1.9.2. Relevancia teórica .....	24
1.9.3. Relevancia práctica.....	24
1.9.4. Relevancia metodológica.....	25

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes de la Investigación.....	26
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	26
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	27
2.2. Bases Teóricas .....	29
2.2.1. Efectos de una fuerza compresiva sobre un cuerpo en reposo.....	29
2.2.2. Resistencia compresiva.....	39
2.2.3. Calculo de la resistencia compresiva.....	39
2.2.4. Resina compuesta.....	41
2.2.4.1. Historia.....	41
2.2.4.2. Definición.....	42
2.2.4.3. Composición de las resinas compuestas.....	44
2.2.4.3.1. Matriz resinosa.....	44
2.2.4.3.2. Partículas de relleno.....	45
2.2.4.3.3. Agente de conexión o de acoplamiento.....	47
2.2.4.3.4. Sistema de iniciador-activador de polimerización.....	48
2.2.4.4. Clasificación de las resinas compuestas.....	49
2.2.4.4.1. Clasificación cronológica.....	49
2.2.4.4.1.1. Primera generación.....	49
2.2.4.4.1.2. Segunda generación.....	49
2.2.4.4.1.3. Tercera generación.....	49
2.2.4.4.1.4. Cuarta generación.....	50
2.2.4.4.1.5. Quinta generación.....	50
2.2.4.4.1.6. Sexta generación.....	50
2.2.4.4.1.7. Séptima generación.....	50
2.2.4.4.2. Clasificación según el tipo de relleno.....	50
2.2.4.4.2.1. Resinas de macrorelleno o convencionales.....	52

2.2.4.4.2.2.	Resinas de microrelleno.....	52
2.2.4.4.2.3.	Resina híbridas.....	52
2.2.4.4.2.4.	Híbridos modernos.....	53
2.2.4.4.2.5.	Resinas de nanorelleno.....	53
2.2.4.4.3.	Clasificación según su sistema de activación.....	55
2.2.4.4.3.1.	Resinas compuestas de autocurado.....	55
2.2.4.4.3.2.	Resinas compuestas de fotocurado.....	55
2.2.4.4.3.3.	Resinas compuestas de activación dual.....	55
2.2.4.4.3.4.	Resinas compuestas termo activadas.....	56
2.2.4.4.4.	Clasificación según su consistencia.....	56
2.2.4.4.4.1.	Resinas compuestas convencionales.....	56
2.2.4.4.4.2.	Resinas compuestas condensables.....	56
2.2.4.4.4.3.	Resinas compuestas fluidas.....	57
2.2.4.5.	Resinas compuestas usadas en el estudio.....	57
2.2.4.5.1.	Resina nanorelleno Filtek Z350 XT.....	57
2.2.4.5.1.1.	Descripción del producto.....	58
2.2.4.5.1.2.	Composición.....	59
2.2.4.5.1.3.	Indicaciones de uso.....	59
2.2.4.5.1.4.	Versatilidad.....	60
2.2.4.5.1.5.	Ventaja.....	60
2.2.4.5.1.5.1.	Estética insuperable.....	60
2.2.4.5.1.5.2.	Fácil de usar.....	60
2.2.4.5.1.5.3.	Desempeño.....	61
2.2.4.5.1.5.4.	Resistencia al desgaste similar al esmalte.....	61
2.2.4.5.2.	Resina nanohibrida Tetric N-Ceram.....	61
2.2.4.5.2.1.	Brillo de la superficie.....	62
2.2.4.5.2.2.	Indicaciones.....	62
2.2.4.5.2.3.	Ventajas.....	62
2.2.4.5.2.4.	Procedimiento o aplicación.....	63
2.2.4.5.2.5.	Aplicación del producto.....	63
2.2.4.5.3.	Resina nanohibrida Aelite Aesthetic Enamel.....	63
2.2.4.5.3.1.	Beneficios.....	64
2.2.4.5.3.2.	Indicaciones de uso.....	64
2.2.4.5.3.3.	Advertencia.....	64
2.2.4.5.3.4.	Precauciones.....	65
2.2.4.5.3.5.	Instrucción de uso.....	65
2.3.	Definición de términos básicos.....	68

## CAPÍTULO III

### PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Presentación .....	73
3.2.Trabajo de campo y estadística descriptiva.....	75
3.3. Contrastación y convalidación de Hipótesis .....	79
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>91</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>93</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>95</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>98</b>
Anexo N° 01: Matriz de consistencia.....	99
Anexo N° 02: Instrumento .....	101
Anexo N° 03: instrucciones de cada material de resina compuesta.....	103
Anexo N° 04: protocolo de procedimiento.....	108
Anexo N° 05: Base de datos.....	110
Anexo N° 06: Calibración del instrumento.....	111
Anexo N° 07: Trámites administrativos.....	112
Anexo N° 08: Boleta de ingreso a la biblioteca de la universidad mayor de san marcos.....	113
Anexo N° 09: Oficio para la facultad de mecánica de la universidad nacional de ingeniería.....	114
Anexo N° 10: fotografías.....	115

## INDICE DE TABLAS

1. <b>Tabla N° 01:</b> Distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina FILTEK Z350 XT.....	75
2. <b>Tabla N° 02:</b> Distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina TETRIC N-CERAM	76
3. <b>Tabla N° 03:</b> Distribución de la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro de la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL.....	78
4. <b>Tabla N° 04:</b> Resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015.....	80
5. <b>Tabla N° 05:</b> Comparación de medias en Kg-f de la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT.....	83
6. <b>Tabla N° 06:</b> Comparación de medias en Kg-f de la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO.....	85
7. <b>Tabla N° 07:</b> Comparación de medias en Kg-f de la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO.....	88

<b>8. Tabla N° 08:</b> Prueba Post Hoc HSD Tukey de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO.....	89
<b>9. Tabla N° 09:</b> Subconjuntos homogéneos según la prueba Post Hoc HSD Tukey de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de tres resinas.....	90

## INTRODUCCIÓN

Actualmente las resinas ocupan un lugar muy importante dentro de los materiales de restauración, en la cual desde la década de los 60 cuando Bowen a partir de monómeros de BIS-GMA mejoro las propiedades físicas y mecánicas de las resinas, desde entonces se han presentado numerosos estudios que han aportado al desarrollo de diferentes tipos de resinas compuestas, intentando día a día mejorar sus características físicas, tanto estéticas como mecánica.

Por lo tanto nuestro objetivo principal de este estudio es determinar si existe diferencia en la resistencia a la fractura a la carga estática transversal de las resinas Filtek Z350 XT, Tetric N-Ceram y Aelite Aesthetic Enamel, verificando cuan resistentes pueden ser a la carga de tensión es decir cuanta tensión pueden soportar antes de fracturarse. Ya que según la literatura se menciona que cada una de ellas presenta buenas propiedades estéticas y mecánicas sobre todo y que precisamente son apropiadas para utilizar en las zonas anteriores y posteriores, dado al rápido desarrollo de estos materiales. Este fin se realiza para poder valorar su comportamiento frente a los esfuerzos a los que puede estar sometida una restauración sobre todo en la zona posterior, así mismo se ara las comparaciones de los valores entre cada uno de los grupos para analizar su comportamiento mecánico.

Además de la contracción y fracturas de las restauraciones hechas con resinas, se busca un material cuyas propiedades mecánicas sean similares a las de la estructura dental para poder garantizar una restauración que responda a las necesidades físicas del sistema estomatognatico, agregando además, la importancia de la biocompatibilidad y la estética, cuyas temas se han multiplicado en los últimos años y que requiere evaluación investigativa de los materiales de reciente lanzamiento en el mercado y con innovación química. Las diferentes características de estas nos permite clasificarlas, compararlas e indicarlas para diferentes usos.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

En la actualidad no se ha visto investigaciones que puedan comparar la resistencia a la fractura a la carga estática transversal in vitro de la resina nanorelleno Filtek Z350 XT 3m-espe, resina nanohibrida Tetric N-Ceram ivoclar vivadent y resina nanohibrida Aelite Aesthetic Enamel Bisco en el año 2015, por lo cual se decidió realizar la investigación motivada por ver el avance del mejoramiento de las propiedades de la resina y verificar cuál de las resinas nos puede dar un buen pronóstico frente a la fractura de las resina.

#### **1.2. Delimitación de la investigación**

##### **1.2.1. Delimitación social:**

Resina Filtek Z350 XT, Tetric N-Ceram, Aelite Aesthetic Enamel.

##### **1.2.2. Delimitación espacial:**

Universidad Nacional de Ingeniería.

##### **1.2.3. Delimitación temporal:**

En el año 2015.

##### **1.2.4. Delimitación contextual:**

Área general: Ciencias de la Salud

Área específica: Estomatología

Especialidad: carielogia

Línea de Investigación: Resistencia a la fractura a la carga estática transversal in vitro de las resina Filtek Z350 XT 3m-espe, Tetric N-Ceram Ivoclar Vivadent y Aelite Aesthetic Enamel Bisco.

### **1.3. Problema de Investigación**

#### **1.3.1. Problema principal**

¿Existirán diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015?

#### **1.3.2. Problemas secundarios**

##### **Problema específico 01:**

¿Cuál es la distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina FILTEK Z350 XT en el año 2015?

##### **Problema específico 02:**

¿Cuál es la distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina TETRIC N-CERAM en el año 2015?

##### **Problema específico 03:**

¿Cuál es la distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL en el año 2015?

##### **Problema específico 04:**

¿Existirán diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT en el año 2015?

##### **Problema específico 05:**

¿Existirán diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015?

### **Problema específico 06:**

¿Existirán diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015?

## **1.4. Objetivo de la Investigación**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar si existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Establecer la distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina FILTEK Z350 XT en el año 2015.
- Establecer la distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina TETRIC N-CERAM en el año 2015.
- Establecer la distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL en el año 2015.
- Establecer si existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT en el año 2015
- Establecer si existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015
- Establecer si existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015

## **1.5. Hipótesis de la investigación**

### **1.5.1 Hipótesis general**

“Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015”

#### **Variables:**

#### **Variable Independiente:**

**X<sub>1</sub>:** Fuerza estática transversal

#### **Variable dependiente:**

**X<sub>2</sub>:** Resistencia a la fractura de la resina FILTEK Z350 XT, TETRIC N-CERAM y AELITE AESTHETIC ENAMEL

#### **Hipótesis estadística**

**H<sub>0</sub>:** No existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015.

**H<sub>1</sub>:** Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015.

### **1.5.2 Hipótesis secundaria**

#### **Hipótesis específica 01**

La distribución de la resistencia a la fractura es homogéneo frente a la carga estática transversal in vitro de la resina FILTEK Z350 XT en el año 2015

#### **Hipótesis específica 02**

La distribución de la resistencia a la fractura es homogéneo frente a la carga estática transversal in vitro de la resina TETRIC N-CERAM en el año 2015

### **Hipótesis específica 03**

La distribución de la resistencia a la fractura es homogéneo frente a la carga estática transversal in vitro de la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL en el año 2015

### **Hipótesis específico 04**

Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT en el año 2015

### **Hipótesis específico 05**

Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015

### **Hipótesis específico 06**

Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015

## **1.5.3 Identificación y clasificación de las variables**

### **1.5.3.1. Variable independiente**

Fuerza estática transversal

### **1.5.3.2. Variable dependiente**

Resistencia a la fractura de la resina FILTEK Z350 XT, TETRIC N-CERM Y AELITE AESTHETIC ENAMEL

#### 1.5.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**TITULO:** RESISTENCIA A LA FRACTURA A LA CARGA ESTÁTICA TRANSVERSAL IN VITRO DE LAS RESINA FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT Y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO EN EL AÑO 2015

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>Valor final</b>	<b>ESCALA</b>	<b>TECNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Fuerza estática transversal	Aplicación de la fuerza estática transversal	Cualitativa Máquina de tensión y compresión Hounfield	Numérica continua	Mediciones biológicas	Máquina de tensión y compresión Hounfield
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>VALOR FINAL</b>	<b>ESCALA</b>	<b>TECNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Resistencia a la fractura de las resinas: Filtek Z350 XT (3M-Espe) Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent) Aelite Aesthetic Enamel (Bisco)	Resistencia a la fractura Relación entre el Kg/F	Kg-F	Numérica continua	Mediciones biológicas	Máquina de tensión y compresión Hounfield

## **1.6. Diseño de Investigación**

### **1.6.1. Tipo de Investigación**

Para los fines de la investigación se tomará en cuenta la clasificación operativa de Douglas y Canales la misma que considera los criterios que se indican a continuación:<sup>1</sup>

#### **1.6.1.1. Según la manipulación de la variable**

*Experimental:* porque existe la intervención del investigador ya que se aplicara fuerzas estática transversal de las resinas Filtek Z350 XT, Tetric N-Ceram, Aelite Aesthetic Enamel

#### **1.6.1.2. Según la fuente de toma de datos**

*Prospectivo (directo):* porque las mediciones se realizaran directamente en los cubos de cilindro.

#### **1.6.1.3. Según el número de mediciones**

*Transversal:* porque solo se aplicara la fuerza estática transversal en una sola ocasión, en un tiempo determinado.

#### **1.6.1.4. Según el número de variables a analizar**

*Analítico:* porque la investigación plantea más de una variable a analizar.

### **1.6.2. Nivel de investigación:** Explicativo

### **1.6.3. Método de Investigación:**

Método comparativo por cuanto se realizara la comparación de la fuerza estática transversal.

## **1.7. Población y muestra de la investigación**

### **1.7.1. Población**

Estuvo constituida por 3 tipos de resinas compuestas de las cuales son las siguientes: la resina Filtek Z350 XT 3m-espe, Tetric N-Ceram Ivoclar Vivadent y la resina Aelite Aesthetic Enamel Bisco.

#### **1.7.1.1. Criterios de Inclusión**

- Resina Filtek Z350 XT (3m-espe)

---

<sup>1</sup> Argimon- Pallás J, Jimenez -Villa J. Métodos de investigación clínica y epidemiológica.4ta Ed. 2005. Pág. 29

- Resina Tetric N-ceram (Vivadent Ivoclar).
- Resina Aelite Aesthetic Enamel (Bisco).

#### **1.7.1.2. Criterios de exclusión**

Todas las resinas diferentes a las del presente estudio.

### **1.7.2. Muestra**

#### **1.7.2.1. Determinación del tamaño de la muestra**

La muestra de la investigación estuvo conformada por cubos cilíndricos de resinas de 5 mm de diámetro por 8 mm de altura, estos fueron distribuidas en 3 grupos con 10 muestras de cada uno, el primer grupo fue conformado por la resina compuesta nanorelleno Filtek Z350 XT, el segundo grupo fue conformado por la resina compuesta nanohibrida Tetric N-Ceram y el tercer grupo fue conformado por la resina compuesta nanohibrida Aelite Aesthetic Enamel. De la cual dio un total de 30 muestras de resinas compuestas.

#### **1.7.2.2. Selección de los miembros de la muestra**

El muestreo se calculó en función al objetivo estadístico en la que se realizó de manera probabilística, por aleatorización para determinar la ubicación de la muestra por cada grupo, evitando así el sesgo por parte del investigador.

El grupo experimental fue conformado por 30 muestras cilíndricas de resina ya que se escogió por conveniencia. No se realizó cálculo de muestra experimental, ya que en la literatura no se cuenta con reportes previos que determinen un rango de diferencias encontradas para esta clase de mediciones en resinas de nanorelleno y nanohíbridadas.

Las muestras fueron elaboradas en tubos cilíndricos de acuerdo a las indicaciones de cada fabricante de los tres tipos de resina todos de la misma medida, fueron divididas en 3 grupos por aleatorización que fue conformado por cada grupo por 10 cubos cilíndricos de resina compuesta y sometida a una temperatura de

37+/-1°C y una humedad al 100% en agua destilada durante 24 horas antes de someter a prueba. El investigador asigno a cada muestra un número los mismos que conocerá a qué grupo de experimento corresponden. Antes de aplicar la carga transversal, una persona ajena al estudio asigno aleatoriamente las letras A, B y C a cada grupo de estudio con sus respectivos números a cada muestra, así mismo la persona encargada de aplicar la fuerza con la maquina desconocerá que técnica de preparación biomecánica estaba colocado en cada grupo experimental para conseguir que la prueba sea **doblo ciego**. Para el proceso de aleatorización se recurrió al programa para análisis epidemiológico de datos “EPIDAT” en la pestaña muestreo para la asignación de unidades a tratamiento quedando conformado los grupos como se indica a continuación:

<b>GRUPO 1:</b> Resina Filtek Z350 XT 3m	<b>GRUPO 2:</b> Resina Tetric N- Ceram Ivoclar Vivadent	<b>GRUPO 3:</b> Resina Aelite Aesthetic Enamel Bisco
1	11	21
2	12	22
3	13	23
4	14	24
5	15	25
6	16	26
7	17	27
8	18	28
9	19	29
10	20	30

**Fuente:** Programa para análisis epidemiológico de datos

## **1.8. Técnicas e Instrumentos de la recolección de datos**

### **1.8.1. Técnicas**

Se aplicó la técnica de mediciones biológicas ya que se realizó la manipulación de los materiales.

### **1.8.2. Instrumentos**

En base a la línea de investigación se utilizó la Máquina de tensión y comprensión Hounfield, para lo cual se solicitó a la universidad Nacional de Ingeniería.

## **1.9. Justificación e Importancia de la Investigación**

### **1.9.1. Relevancia social:**

La presente investigación beneficiara a la población en general ya que tanto como el profesional sabrá elegir el material que mejor resultado le dé en los tratamiento de restauración que se realizan, por lo tanto se busca satisfacer las necesidades que el paciente lo requiera, de tal forma ellos necesitan de una mejor calidad de salud bucal y satisfacción de cada uno de ellos al obtener los resultados de su tratamiento al transcurrir el tiempo. Además esta investigación será de mucha utilidad para como referencia para estudios posteriores.

### **1.9.2. Relevancia teórica:**

En la actualidad no existen muchos antecedentes de esta investigación que nos indiquen cuanto pueden resistir a la fractura. La investigación nos servirá para poder determinar si existe diferencia en la resistencia a la fractura a la carga estática transversal de los tres tipos de resina, y cual nos resultaría beneficioso para emplear en los tratamientos de operatoria que se realizan diariamente.

Al realizar esta investigación nos indicara cuál de las resinas nos dará buenos resultados sobre la resistencia a la fractura.

### **1.9.3. Relevancia práctica:**

Se sabe que en la práctica existen diversos fracasos de las diferentes materiales de resina fotocurado, resaltando las fracturas que se producen por una mayor presión que se pueda realizar o por la mala calidad del material de resina, con esta investigación precisamente buscamos cuál de

las resinas nos puede dar mejor resultado frente a esta causa y beneficiar a los pacientes que se realizan las restauraciones con resinas de última generación.

**1.9.4. Relevancia metodológica:**

Esta investigación puede ayudar a crear nuevos instrumentos para recolectar o analizar datos, en donde la unidad de estudio sea diferente a la tomada en nuestro caso, y así tener conocimiento sobre el comportamiento de diferentes muestras bajo la misma línea de investigación. Los resultados pueden sugerir como tratar más adecuadamente a la población usuaria, y realizar otros estudios que nos permitan determinar la comparación con otros tipos de resina que nos permita conocer si las diferencias son las mismas.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

Con el objetivo de determinar el comportamiento de las variables en el pasado que permitan hacer las comparaciones con los resultados de la presente investigación se consigna lo que a continuación se detalla:

##### **2.1.1. Internacionales**

**Paula Alejandra Baldión Elorza, Deisy Andrea Vaca Hortua, César Andrés Álvarez Silva, Diego Alexander Agaton Montes.** Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta. 2010 Colombia. Objetivo. Determinar, Analizar y Comparar la dureza, módulo elástico y resistencia compresiva de tres resinas compuestas (Microhíbrida: Z-250; Empacablea base de metacrilato: P-60 y Resina a Base de silorano: P-90, 3M). Métodos. Se confeccionaron 10 probetas en un anillo abierto de 2 mm de altura, para llevar a cabo el ensayo de dureza en un microindentador Vickers. Para las 10 muestras de módulo elástico y resistencia compresiva se utilizó un molde cilíndrico metálico de 5.0 mm de diámetro y 8.0 mm de altura; que fueron probadas en la Maquina Universal de Ensayos Shimadzu A64S 5kN a una velocidad de 1 mm/min, hasta producir la fractura. Los datos se analizaron con la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y posteriormente se aplicó la prueba T-Hotelling, con un  $p < 0.5$ .

Resultados. Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre la dureza de las tres resinas, siendo mayor la de Z-250. La resistencia compresiva es mayor en la P-90; y el modulo elástico es mayor en la Z250. Conclusiones. Bajo las condiciones de este estudio se puede concluir que el comportamiento mecánico de las resinas a base de metacrilatos y siloranos está regido por su composición y principalmente por el relleno inorgánico, su tipo, porcentaje, tamaño y tratamiento de las partículas. A mayor porcentaje de relleno inorgánico mayor dureza y a menor tamaño de partícula, menor modulo elástico, propiedades que no deben desligarse para su selección clínica del comportamiento frente a la microfiltración y la contracción de polimerización.<sup>2</sup>

### **2.1.2. Nacionales**

**Huayhua Revolledo Edison David.** Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas. 2013 Lima Perú. El estudio es comparativo analítico y transversal. El propósito de este estudio fue comparar la resistencia de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas. La resistencia compresiva es una propiedad mecánica importante de las resinas debido a la gran carga masticatoria que deben soportar durante la masticación, es decir que tanto puede resistir la compresión hasta su punto de fractura, por lo que lo ideal sería encontrar valores altos de compresión conforme avance la tecnología de relleno de las resinas, en la actualidad no se ha aclarado totalmente el tema debido a que si bien es cierto la mayoría de investigaciones afirma que existe relación entre el tipo de relleno de las resinas compuestas y las propiedades mecánicas, no hay una clara explicación de cómo podría estar relacionadas. La muestra estuvo constituida por 15 cilindros de resina de cada tipo (1 de microhíbrida TPH SPECTRUM, 1 de resina microhíbrida Z250, 1 de resina nanohíbrida TPH<sup>3</sup> y 1 de resina nanohíbrida Z250 XT) de 4 mm de diámetro por 8 mm de altura, siendo un total de 60 muestras, que luego fueron llevados a la

---

<sup>2</sup>Paula Alejandra Baldión Elorza, Deisy Andrea Vaca Hortua, César Andrés Álvarez Silva, Diego Alexander Agaton Montes. Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta, revista colombiana de investigación, 2010; Vol 1, No3.

maquina universal de ensayos marca AMSLER donde se les midió la resistencia compresiva. Se concluyó que si existe diferencia significativa en la resistencia compresiva de la resina microhibrida TPHSPECTRUM con la resina microhibrida Z250 y con las nanohibridas TPH<sup>3</sup> y Z250 XT. Obteniéndose como resultado que la resistencia compresiva de la resina microhibrida TPH SPECTRUM fue mayor que la microdureza Z250 y la nanohibridas TPH<sup>3</sup> y Z250 XT, mientras que los 3 últimos grupos antes mencionados presentaron resistencia compresiva similar.<sup>3</sup>

**Gina Melisa Loyola Monterroso.** Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una resina de nanorelleno y una resina compuesta posterior. 2012 Lima Perú. La investigación es de tipo experimental, prospectivo y transversal. Actualmente las resinas ocupan un lugar importante entre los materiales de restauración. Las resinas; debido a sus propiedades de biocompatibilidad, resistencia a la abrasión, desgaste, facilidad en la manipulación, condensación, acabado, buena adaptación marginal, sellado, conservación de los márgenes y gran capacidad estética; han sido uno de los materiales más utilizados en el campo de la odontología como material restaurador. La muestra estuvo conformada por 30 bloques cilíndricos de 4 mm de diámetro por 2 mm de altura de los cuales 15 bloques fueron elaborados con resina de nanorelleno FILTEK Z350 XT color B2 (3M-ESPE, USA) y 15 bloques con resina compuesta posterior FILTEK P60 color B2 (3M-ESPE, USA). Al aplicar la prueba de análisis de varianza de ANOVA, esta determino que si hubo diferencia estadísticamente significativa entre las variaciones de la microdureza superficial de los dos grupos de materiales  $p = 0,001(p < 0,05)$ .<sup>4</sup>

---

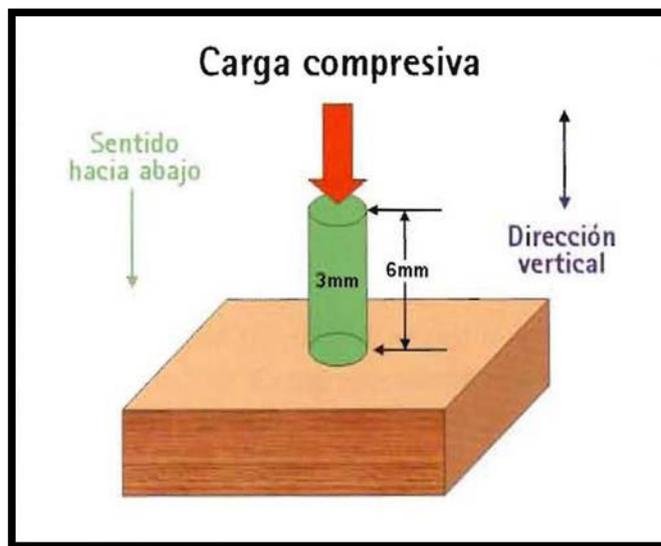
<sup>3</sup>Huayhua Revolledo Edison David. Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhibridas y nanohibridas. Tesis / bachiller, Lima Perú: Universidad Nacional Mayor De San Marcos Facultad de Odontología; 2013.

<sup>4</sup> Gina Melisa Loyola Monterroso. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una resina de nanorelleno y una resina compuesta posterior. Tesis / bachiller, Lima Perú: Universidad Mayor De San Marcos Facultad de Odontología; 2012.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Efectos de una fuerza compresiva sobre un cuerpo en reposo.

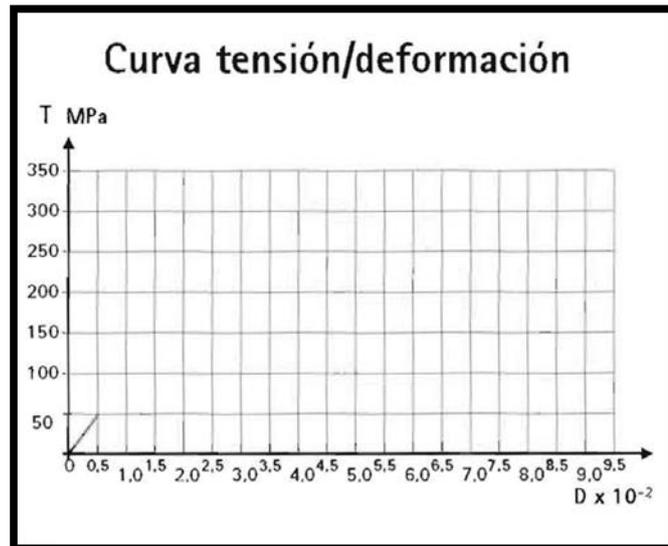
Una carga compresiva aplicada a un cuerpo le provocara tensiones de reacción que, cuando son superadas, harán que este comience primero a deformarse elásticamente, para luego y aumentada la carga a hacerlo permanentemente, hasta que finalmente si la carga es de tal magnitud que vence a la resistencia que el cuerpo le opone como reacción, se fracturara o romperá, dado que la tensión que el cuerpo le opuso ha sido superada.



**Imagen N° 1.** Carga compresiva estática sobre un cuerpo en reposo.

Los efectos de una carga estática compresiva lo podemos estudiar y graficar, haciendo que ella actúe sobre la superficie superior de un cuerpo de prueba Estandarizado, encontrándose el cuerpo apoyado sobre una superficie lisa y rígida.

En términos experimentales y didácticos, a esta probeta o cuerpo de ensayo le aplicaremos tensiones compresivas progresivas y proporcionales, medidas en MPa (50, 100, 150, 200, etc.), suponiendo que ellas tenderán a deformarlo compresiva y proporcionalmente en:  $-0,5 \times 10^{-2}$ ,  $-0,1 \times 10^{-2}$ ,  $-0,2 \times 10^{-2}$ , etc., de su longitud inicial.



**Imagen N° 2.** Tensión compresiva de 50 MPa sobre un cuerpo en reposo.

Ahora en un gráfico de coordenadas cartesianas inscribiremos el efecto de una tensión compresiva medida en MPa que colocaremos en la ordenada y, en la abscisa, colocaremos los valores de la deformación que se produce en un cuerpo de prueba como la muestra la imagen N° 2.

Como vemos en el grafico que a continuación se muestra, ante una tensión de 50 MPa en el cuerpo se producirá una tensión de reacción también de 50 MPa, deformándose el cuerpo de  $0,5 \times 10^{-2}$  de su longitud inicial.

Si luego de producida la deformación retiramos la tensión que la produjo, veremos que la deformación se recupera en un 100%, volviendo el cuerpo a sus dimensiones originales. Diremos entonces, que el cuerpo se sigue deformando elásticamente.

Si aumentamos la tensión al triple, 150 MPa, en el cuerpo se producirá una tensión de reacción también de 150 MPa, deformándose el cuerpo en  $1,5 \times 10^{-2}$  de su longitud inicial, vale decir el triple de lo que le produjo la tensión original. Si luego de producida la deformación retiramos la tensión, veremos que la deformación se recupera también en un 100%, volviendo el cuerpo a sus dimensiones originales. Veremos entonces, que el cuerpo ha continuado deformándose elásticamente.

Ahora, saquemos algunas conclusiones, como por ejemplo decir que el cociente entre la tensión producida en el cuerpo y la deformación que le produjo es constante hasta los 150 Mpa. A esta constante dentro del límite proporcional la llamaremos **módulo de elasticidad o módulo de Young** (Imagen N°4). Al punto en donde se produce el quiebre de la pendiente recta y comienza a ser curva, se le denomina **límite proporcional**.

El módulo de elasticidad se mide en unidades de presión, dado que la deformación no tiene unidad. La unidad de medición más utilizada es el Mega Pascal.

El módulo de Young representa el grado de rigidez o elasticidad de un cuerpo. Mientras más alto sea, más rígido será el cuerpo o, a la inversa, menos elástico.

**Calculemos el Modulo de Elasticidad del gráfico:**

$$ME = \frac{50}{0,5 \times 10^{-2}} = \frac{100}{1,0 \times 10^{-2}} = \frac{150}{1,5 \times 10^{-2}} = 10.000 \text{MPa}$$

Imagen N° 3. Calculo del Módulo de Elasticidad.

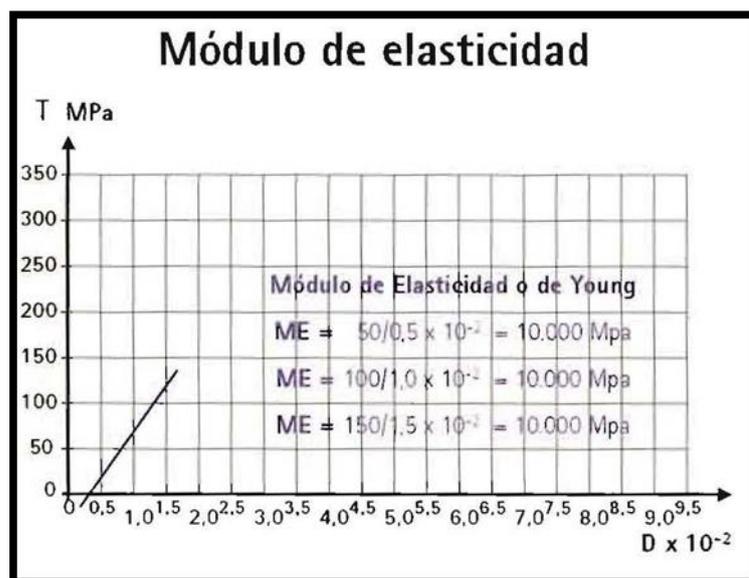
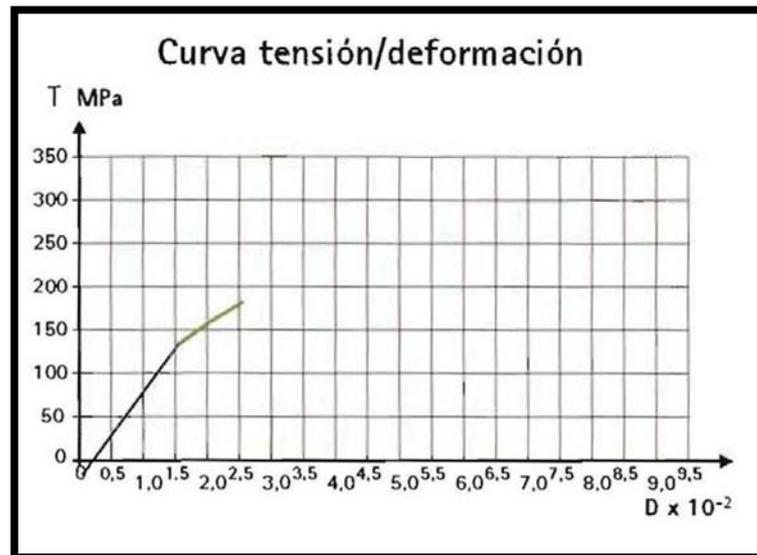


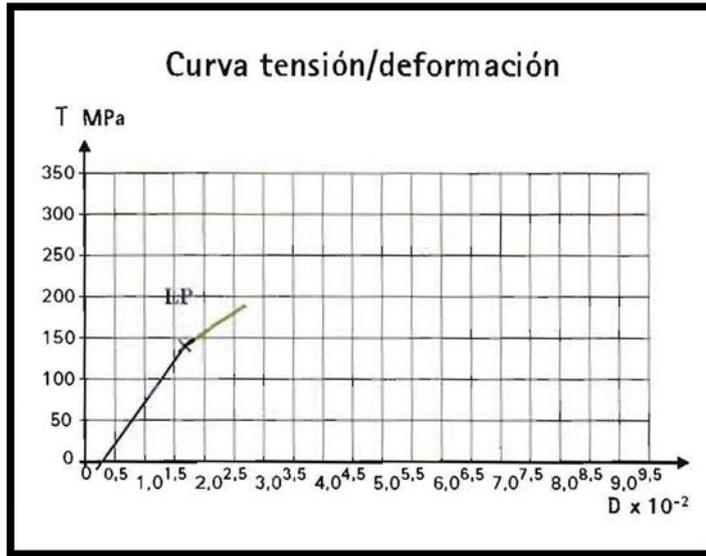
Imagen N° 4. Módulo de Elasticidad o de Young.

Si aumentamos la tensión al cuádruple, 200 MPa, en el cuerpo se producirá una tensión de reacción también de 200 MPa, pero ahora el cuerpo no se deformara proporcionalmente, haciéndolo en  $2,5 \times 10^{-2}$  de su longitud inicial y no en  $2,0 \times 10^{-2}$  que era lo esperado. El cociente entre la tensión ahora pierde la constante anterior, puesto que ahora su pendiente no es recta, es curva.



**Imagen N°5.** Pérdida de proporcionalidad entre Tensión y Deformación.

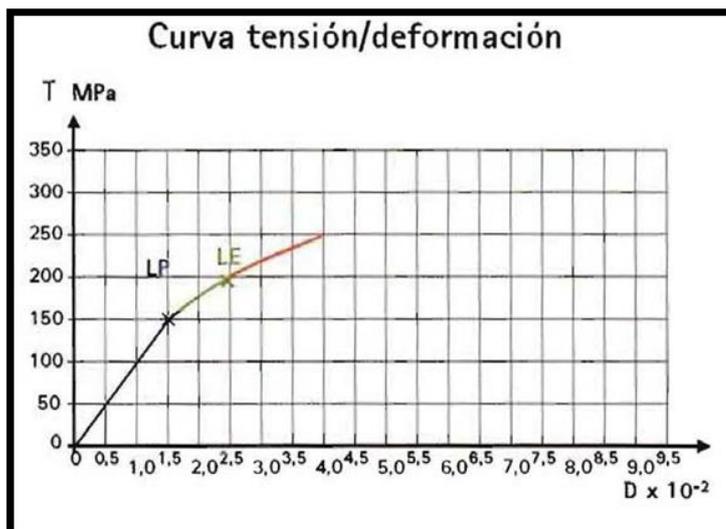
Pero, si bien es cierto que al aumentar la tensión al cuádruple (200 Mpa), se pierde la proporcionalidad, no se da la Ley de Hooke y el cociente entre presión y deformación deja de ser constante (por lo que ya no se puede calcular el Modulo de Elasticidad), si retiramos la tensión veremos que de todas maneras el cuerpo recupera sus dimensiones originales. Entonces estamos frente a una deformación elástica no proporcional. Ello significa que las deformaciones son proporcionales a las tensiones que las produjeron hasta los 150 MPa, vale decir, hasta que la pendiente de la curva Carga/ deformación fue recta. A este punto, como dije, se le denomina **Limite Proporcional (LP)**. Se corresponde con una deformación de  $1,5 \times 10^{-2}$  producida por una tensión de 150 MPa. Su magnitud se mide en unidades de presión y en este caso se corresponde con los 150 MPa.



**Imagen N°6.** Limite Proporcional

Como una nueva conclusión podremos decir que las deformaciones son proporcionales a las tensiones que la produjeron hasta los 150 MPa. Es por ello que hasta este punto se puede calcular el Modulo Elástico. Bajo este se da la Ley de Hooke: las deformaciones producidas en un cuerpo son proporcionales a las cargas que las produjeron hasta su Limite Proporcional.

Por sobre este límite, el cuerpo ya deja de deformarse proporcionalmente y no se puede calcular el Modulo Elástico.



**Imagen N°7.** Limite Elástico

Si aumentamos la tensión al quintuple, 250 MPa, en el cuerpo se producirá una tensión de reacción también de 250 MPa, y el cuerpo seguirá deformándose sin proporcionalidad llegando a deformarse en  $4,0 \times 10^{-2}$  de su longitud inicial. Pero si liberamos al cuerpo de esta carga, no recuperara sus dimensiones originales, vale decir, el cuerpo ahora tiene una deformación permanente.

A esta carga que provoca una tensión de reacción que permite al cuerpo recuperarse, se le llama **Limite Elástico (LE)**, que definiremos como la tensión máxima que puede soportar un cuerpo sin perder sus propiedades elásticas, aun cuando se haya perdido la proporcionalidad entre la deformación y la tensión que la produjo. Su magnitud se mide en unidades de presión y, en este caso, se corresponde con los 200 MPa.

Si por debajo del Límite Elástico el cuerpo mantiene la potencialidad de recuperar sus dimensiones originales al dejar de actuar la carga que lo provocó, llamaremos a esta capacidad de recuperación **Resiliencia**.

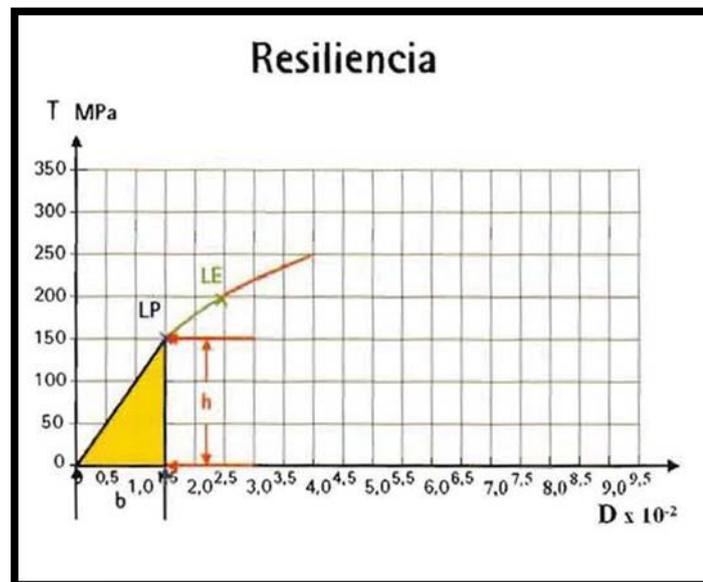


Imagen N°8. Calculo de la resiliencia

Entonces, podemos definir la **Resiliencia** de dos formas: la primera, como la resistencia de un cuerpo a la deformación permanente y, la segunda, como la cantidad de energía absorbida por este cuerpo dentro de su Límite Elástico que le permite recuperarse de la carga tensional que le provocó una deformación elástica. La resiliencia de un material se mide

en términos de su **Módulo de Resiliencia**, que es la cantidad de energía acumulada en un cuerpo, cuando una unidad de volumen de material es tensionada hasta su Límite Proporcional. El módulo de resiliencia (MR) se determina matemáticamente dividiendo el cuadrado del límite Proporcional (ME) por el doble del Módulo de Elasticidad (ME).

$$\mathbf{MR = (LP)^2 / 2 ME}$$

El límite proporcional y el límite elástico se encuentran tan cercanos (no así en los gráficos mostrados, por razones puramente didácticas), que muchos autores los consideran sinónimos o iguales.

Recuérdese que el límite proporcional está en el extremo de un trazo recto y no en una curva, como lo está el Límite Elástico que se encuentra en una curva. Dado que es más fácil determinar el Límite Proporcional que el Elástico, los investigadores prefieren medir la resiliencia bajo el Límite Proporcional, en donde, además, el área del gráfico es triangular, lo que facilita los cálculos.

El área de un triángulo es la mitad del producto de la base por la altura.

$$\mathbf{A = 1/2 (b \times h)}$$

La resiliencia será el producto de la mitad de la deformación producida hasta el límite proporcional (la base del triángulo  $1,5 \times 10^{-2}$  sin unidad) por la tensión que produjo esa deformación (la altura del triángulo 150 MPa). Por lo tanto, la resiliencia se expresa en unidades de presión y en este caso en MPa.

$$\mathbf{A = \frac{1}{2} (1,5 \times 10^{-2}) \times 1500 \text{ MPa} = 1,125 \text{ MPa}}$$

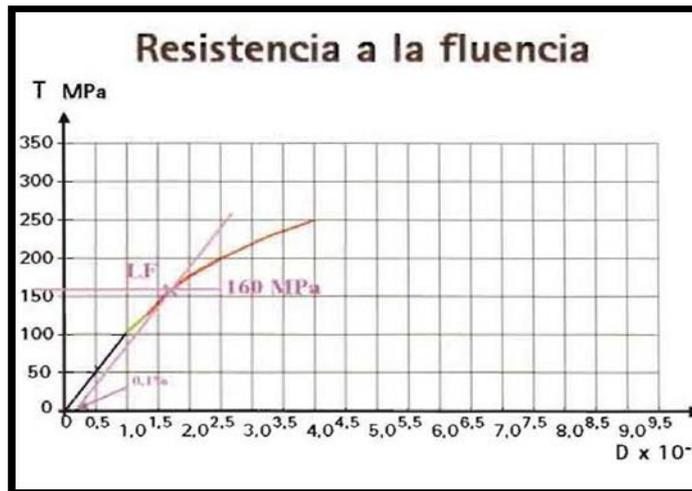


Imagen N°9. Resistencia a la Fluencia.

Ricardo Macchi, en interpretación libre del autor, dice en su texto *Materiales Dentales, fundamentos para su estudio* (1980): en realidad, es posible superar muy ligeramente el Límite Proporcional y obtener todavía un comportamiento elástico. La máxima carga que se puede inducir aun, sin producir deformación permanente, es ligeramente superior al Límite Proporcional y se la denomina Límite Elástico. Sin embargo, como los dos valores están sumamente próximos es imposible, en la mayoría de los casos, de determinadas independientemente, y pueden, en la práctica, ser consideradas equivalentes.

Por ello se recurre a la determinación de que tensión es necesaria inducir para producir una pequeña deformación permanente, por ejemplo 0,1 %. Para encontrarlo se traza una línea recta paralela a la parte recta de la pendiente del gráfico, a partir del valor de la deformación prefijada en la abscisa, 0,1 % en este caso.

El punto donde el trazo intercepta la curva, permite conocer la tensión que sea necesaria inducir para producir esa deformación permanente dada (leyéndolo en la ordenada), que en la imagen N°9 se corresponde con los 160 MPa, llamándose a ese punto Límite de Fluencia (LF).

Esta deformación porcentual preestablecida (0,1 a 0,3%) se denomina Resistencia a la Fluencia o Resistencia al Estiramiento, y permite conocer la tensión que la produjo.

La resistencia a la fluencia siempre se encontrara por sobre el punto del Limite Elástico, y como se dijo, es una medida tensional para una deformación permanente preestablecida muy pequeña (0,1 % a 0,3%) y que el investigador debe indicar al mencionarla.

Por lo general, la resistencia a la fluencia se mide en tracción, de allí su otro nombre. Resistencia al Estiramiento.

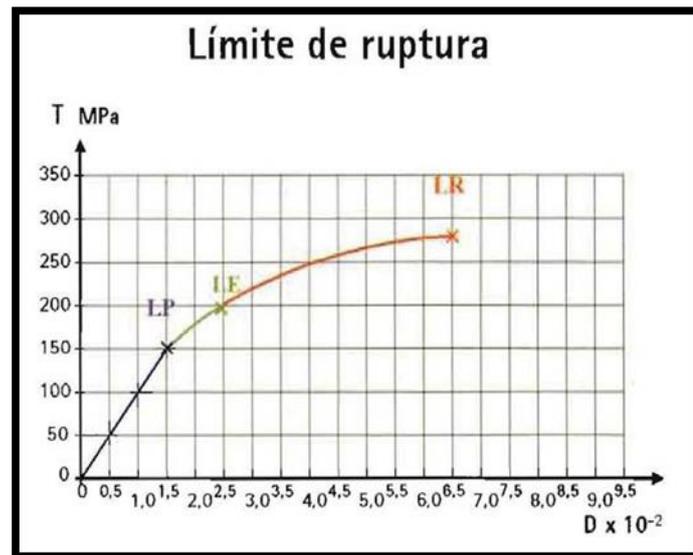


Imagen N°10. Límite de Ruptura.

Este dato es de suma importancia, dado que una deformación permanente, por pequeña que sea, puede significar el fracaso de una restauración. Aun cuando, en algunos casos, puede ser favorable, como por ejemplo en el bruñido de los bordes cavo de una incrustación metálica, especialmente en las construidas con aleaciones de oro.

Si bien las deformaciones producidas por sobre el limite elástico son permanentes, debemos dejar en claro que, que retirada la tensión que la produjo, algo de esta deformación permanente puede ser recuperada, pero en ningún caso lograra una recuperación de un 100%, manteniendo una deformación residual.

Si continuamos aplicando presiones por sobre el límite elástico se llegara a un punto en que la deformación producida será de tal magnitud que

romperá o fracturar al cuerpo, y habremos llegado a su límite de ruptura (LR), que en este caso se corresponde con una carga de 280 MPa.

### **2.2.2. Resistencia compresiva.**

Dado que la masticación se debe, fundamentalmente, a cargas compresivas, son muy útiles los datos que nos puede entregar el estudio de la resistencia a la compresión. También resulta muy útil en el estudio de materiales frágiles que no soportan cargas traccionales, como tampoco cargas de corte, como por ejemplo las amalgamas, los cementos y las cerámicas.

En el estudio de biomateriales maleables son de menor utilidad ya que, por definición, son altamente resistentes a las tensiones compresivas; por lo tanto, son capaces de deformarse permanentemente en una gran magnitud antes de romperse. Es el caso del oro y sus aleaciones tipo I y II.

Para estandarizar el estudio de la resistencia compresiva, el cuerpo de prueba debe ser cilíndrico y su altura, el doble de su diámetro.

Esto se debe a que cuando se somete un cuerpo a la compresión, su ruptura es consecuencia de una serie de tensiones muy complejas, que se generan en el seno del cuerpo. Esto se puede ver en la imagen N° 11, que muestra un corte transversal de un cilindro recto, sometido a una compresión.

Como se puede observar, las cargas compresivas actúan en la ruptura de un cuerpo cilíndrico generando dos tipos de tensiones: las de cizallamiento y las traccionales. Las primeras adoptan forma de cono en ambas superficies del cuerpo, y las segundas, se generan desde la parte central del cilindro hacia las paredes laterales.

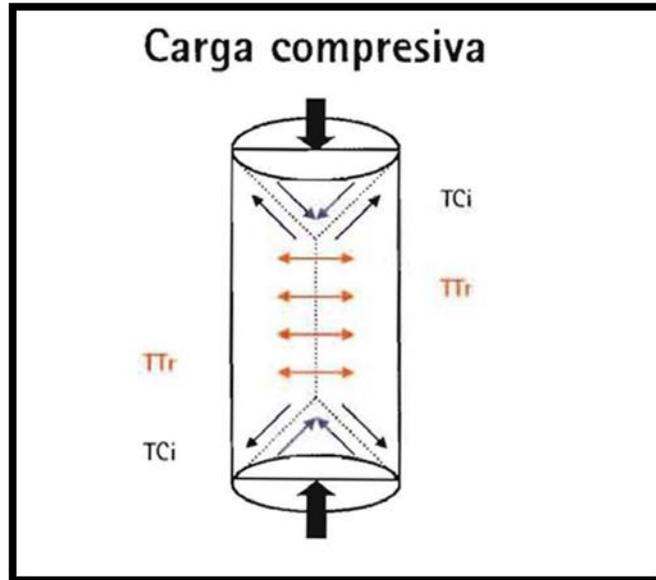


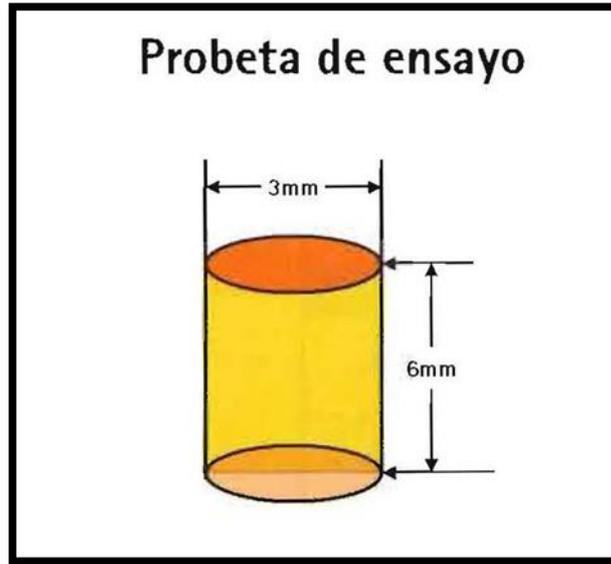
Imagen N°11. Fractura por Carga Compresiva

### 2.2.3. Calculo de la resistencia compresiva

Ya sabemos que los cuerpos ante cargas opuestas se deforman y se rompen. Estas deformaciones y rupturas no solo dependen de la naturaleza del biomaterial del cual se encuentran formados y de la carga aplicada, sino también de la forma del cuerpo.

Para evitar que el factor forma del cuerpo influya en los experimentos que miden cargas o tensiones y deformaciones, se ha estandarizado la forma y dimensiones de los cuerpos de prueba, llamadas también probetas de ensayo.

Por lo general, son cuerpos cilíndricos, cuyo alto es el doble de su diámetro. Pensemos en una probeta confeccionada en una resina compuesta o composite, de 6mm de diámetro y 12mm de altura, a la que someteremos a una fuerza compresiva en una máquina de ensayo universal, que progresivamente irá aumentando.



**Imagen N°12.** Cuerpo de prueba o probetas de ensayo.

Calcularemos primero la superficie del cuerpo en donde actuara una carga compresiva, sabiendo que este es un cilindro de 6mm de diámetro (radio = 3mm).

La superficie de una cara de un cilindro es igual a:  $S = \pi \times r^2$

Por lo tanto, el cálculo de una superficie de un cilindro en prueba nos dará:  $S = 3,1416 \times 3^2 = 28,27\text{mm}^2 = 0,283\text{cm}^2$

Si el cuerpo de prueba de las dimensiones dadas se rompe ante una fuerza teórica de 250kg, podremos calcular su resistencia compresiva.

La fórmula para calcular la resistencia es la misma que se utiliza para calcular la presión o la tensión, por lo tanto, será el cociente entre la fuerza (250 kg) y el área (0,283cm<sup>2</sup>).<sup>5</sup>

$$\text{Resistencia Compresiva} = \frac{250\text{kg}}{0,283\text{cm}^2} = 883,39 \text{ kg/cm}^2 \approx 88,3\text{MPa}$$

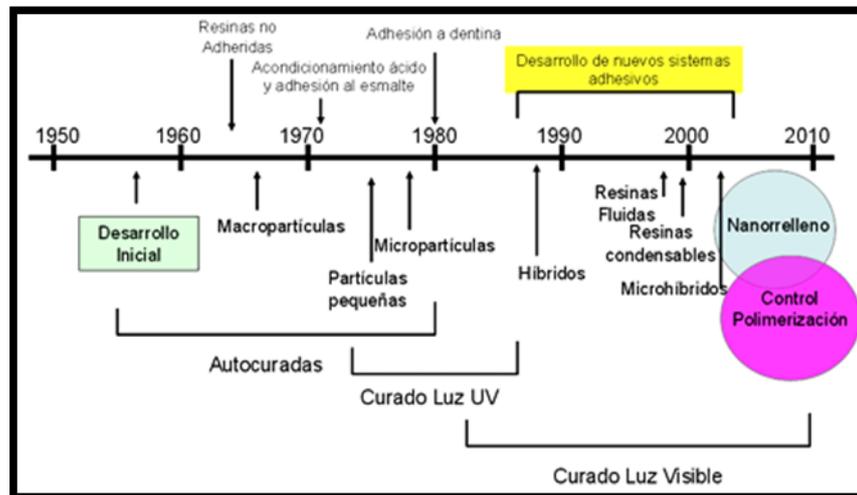
**Imagen N°13.** Calculo de la Resistencia compresiva

<sup>5</sup>Ibíd. (Huayhua Revolledo Edison David. Pag 38, 2013).

## 2.2.4. Resina compuesta

### 2.2.4.1. Historia

La historia asociada al desarrollo de las resinas compuestas tuvo sus inicios durante la primera mitad del siglo XX (Imagen N°14). En ese entonces, los únicos materiales que tenían color del diente y que podían ser empleados como material de restauración estética eran los silicatos. Estos materiales tenían grandes desventajas siendo la principal, el desgaste que sufrían al poco tiempo de ser colocados. A finales de los años 40, las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) reemplazaron a los silicatos



**Imagen N° 14.** Cronología del desarrollo de las resinas compuestas de acuerdo a las partículas, sistemas de polimerización y tecnología adhesiva disponible. (Adaptado de Bayne S. 2005)

Estas resinas tenían un color parecido al de los dientes, eran insolubles a los fluidos orales, fáciles de manipular y tenían bajo costo. Lamentablemente, estas resinas acrílicas presentan baja resistencia al desgaste y contracción de polimerización muy elevada y en consecuencia mucha filtración marginal.<sup>6</sup>

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

<sup>6</sup> Rodríguez G. Douglas R, Pereira S. Natalie A. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas, acta odontológica Venezolana, 2008 Volumen 46 N° 3.

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. El desarrollo de los composites ha sido y es incesante, lo que obliga a una continua actualización.<sup>7</sup>

#### **2.2.4.2. Definición**

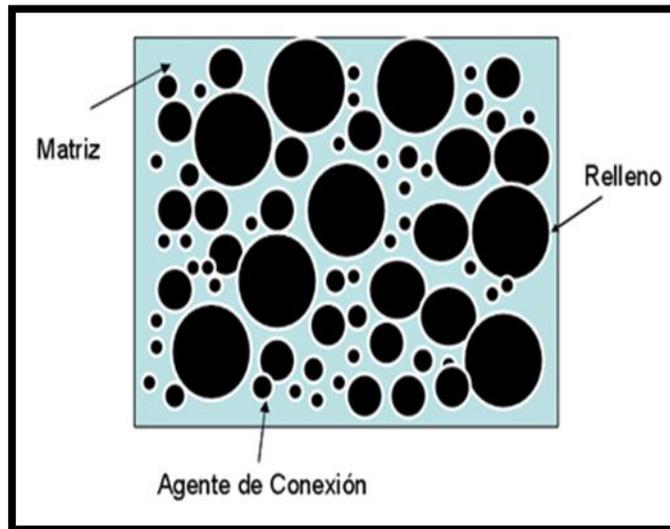
Según Anusavice, los materiales compuestos son combinaciones tridimensionales de por lo menos dos materiales químicamente diferentes, con una interface distinta, obteniéndose propiedades superiores a las que presentan sus constituyentes de manera individual.

Las resinas compuestas dentales, son una mezcla compleja de resinas polimerizables mezcladas con partículas de rellenos inorgánicos. Para unir las partículas de relleno a la matriz plástica de resina, el relleno es recubierto con silano, un agente de conexión o acoplamiento. Otros aditivos se incluyen en la formulación para facilitar la polimerización, ajustar la viscosidad y mejorar la opacidad radiográfica. (Imagen N°15). Las resinas compuestas se modifican para obtener color, translucidez y opacidad, para de esa forma imitar el color de los dientes naturales, haciendo de ellas el material más estético de restauración directa.

---

<sup>7</sup>Adela Hervás García, Miguel Angel Martínez Lozano, JoseCabanés Vila, Amaya Barjau Escribano, Pablo FosGalve. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas, revista scielo madrid, 2006, volumen 11 N°2.

Inicialmente, las resinas compuestas se indicaban solo para la restauración estética del sector anterior. Posteriormente y gracias a los avances de los materiales, la indicación se extendió también al sector posterior. Entre los avances de las resinas compuestas, se reconocen mejoras en sus propiedades tales como la resistencia al desgaste, manipulación y estética.



**Imagen N°15.**Componentes fundamentales de las resinas compuestas. Esquema general donde puede verse la matriz de resina, las partículas de relleno y el agente de conexión.

Igualmente, las técnicas adhesivas se han perfeccionado de tal forma que la adhesión entre la resina compuesta y la estructura dental es más confiable, reduciendo la filtración marginal y la caries secundaria. Además, las restauraciones de resina por ser adhesivas a la estructura dental permiten preparaciones cavitarias más conservadoras, preservando la valiosa estructura dental. Sin embargo, a pesar de todas estas ventajas, la colocación de las resinas compuestas es una técnica sensible y requiere de mayor tiempo de colocación, ya que se deben controlar factores como la humedad del campo operatorio y la contracción de polimerización.

### **2.2.4.3. Composición de las resinas compuestas**

Los componentes estructurales básicos de las resinas compuestas son:

1. Matriz: Material de resina plástica que forma una fase continua.
2. Relleno: Partículas / fibras de refuerzo que forman una fase dispersa.
3. Agente de conexión o acoplamiento, que favorece la unión del relleno con la matriz (conocido como Silano).
4. Sistema activador - iniciador de la polimerización.
5. Pigmentos que permiten obtener el color semejante de los dientes.
6. Inhibidores de la polimerización, los cuales alargan la vida de almacenamiento y aumentan el tiempo de trabajo.

#### **2.2.4.3.1. Matriz resinosa**

Está constituida por monómeros de dimetacrilato alifáticos u aromáticos. La monómera base más utilizada durante los últimos 30 años ha sido el Bis-GMA (Bisfenol-A- Glicidil Metacrilato). Comparado con el metilmetacrilato, el Bis-GMA tiene mayor peso molecular lo que implica que su contracción durante la polimerización es mucho menor, además presenta menor volatilidad y menor difusividad en los tejidos.

Sin embargo, su alto peso molecular es una característica limitante, ya que aumenta su viscosidad, pegajosidad y conlleva a una reología indeseable que comprometen las características de manipulación. Además, en condiciones comunes de polimerización, el grado de conversión del Bis-GMA es bajo. Para superar estas deficiencias, se añaden monómeros de baja viscosidad tales como el TEGDMA (trietilenglicoldimetacrilato). Actualmente el sistema Bis-GMA/TEGDMA es uno de los más usados en las resinas

compuestas. En general este sistema muestra resultados clínicos relativamente satisfactorios, pero aún hay propiedades que necesitan mejorarse, como la resistencia a la abrasión.

Por otro lado, la molécula de Bis-GMA, tiene dos grupos hidroxilos los cuales promueven la sorción de agua. Un exceso de sorción acuosa en la resina tiene efectos negativos en sus propiedades y promueve una posible degradación hidrolítica. Actualmente, monómeros menos viscosos como el Bis-EMA6 (Bisfenol A Polietileno glicol dieterdimetacrilato), han sido incorporados en algunas resinas, lo que causa una reducción de TEGDMA. El Bis-EMA6 posee mayor peso molecular y tiene menos uniones dobles por unidades de peso, en consecuencia produce una reducción de la contracción de polimerización, confiere una matriz más estable y también mayor hidrofobicidad, lo que disminuye su sensibilidad y alteración por la humedad. Otro monómero ampliamente utilizado, acompañado o no de Bis-GMA, es el UDMA (dimetacrilato de uretano), su ventaja es que posee menos viscosidad y mayor flexibilidad, lo que mejora la resistencia de la resina. Las resinas compuestas basadas en UDMA pueden polimerizar más que las basadas en Bis-GMA, sin embargo, Soderholm y col.(17) indicaron que la profundidad de curado era menor en ciertas resinas compuestas basadas en UDMA debido a una diferencia entre el índice de refracción de luz entre el monómero y el relleno.

#### **2.2.4.3.2. Partículas de relleno**

Son las que proporcionan estabilidad dimensional a la matriz resinosa y mejoran sus propiedades. La adición de estas partículas a la matriz reduce la contracción de polimerización, la sorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica, proporcionando un aumento de la

resistencia a la tracción, a la compresión y a la abrasión, aumentando el módulo de elasticidad (Rigidez).

Las partículas de relleno más utilizadas son las de cuarzo o vidrio de bario y son obtenidas de diferentes tamaños a través de diferentes procesos de fabricación (pulverización, trituración, molido). Las partículas de cuarzo son dos veces más duras y menos susceptible a la erosión que el vidrio, además de que proporcionan mejor adhesión con los agentes de conexión (Silano). También son utilizadas partículas de sílice de un tamaño aproximado de 0,04mm (micropartículas), las cuales son obtenidas a través de procesos pirolíticos (quema) o de precipitación (sílice coloidal).

La tendencia actual es la disminución del tamaño de las partículas, haciendo que la distribución sea lo más cercana posible, en torno a 0.05  $\mu\text{m}$ .

Es importante resaltar que cuanto mayor sea la incorporación de relleno a la matriz, mejor serían las propiedades de la resina, ya que, produce menor contracción de polimerización y en consecuencia menor filtración marginal, argumento en el cual se basa el surgimiento de las resinas condensables. Sin embargo, tan importante como la contracción de polimerización, es la tensión o el estrés de contracción de polimerización, o sea, la relación entre la contracción de la resina, su módulo de elasticidad (rigidez) y la cantidad de paredes o superficies dentarias a unir (Factor C). Con esto, las resinas con altísima incorporación de relleno acaban contrayendo menos, pero causando mayor estrés de contracción lo que conlleva a mayor filtración, por ser demasiado rígidas.

#### **2.2.4.3.3. Agente de conexión o de acoplamiento**

Durante el desarrollo inicial de las resinas compuestas, Bowen demostró que las propiedades óptimas del material, dependían de la formación de una unión fuerte entre el relleno inorgánico y la matriz orgánica. La unión de estas dos fases se logra recubriendo las partículas de relleno con un agente de acoplamiento que tiene características tanto de relleno como de matriz. El agente responsable de esta unión es una molécula bifuncional que tiene grupos silanos (Si-OH) en un extremo y grupos metacrilatos (C=C) en el otro. Debido a que la mayoría de las resinas compuestas disponibles comercialmente tienen relleno basado en sílice, el agente de acoplamiento más utilizado es el silano. El silano que se utiliza con mayor frecuencia es el  $\gamma$ -metacril-oxipropiltrimetoxi-silano (MPS) (Fig. 3), éste es una molécula bipolar que se une a las partículas de relleno cuando son hidrolizados a través de puentes de hidrógeno y a su vez, posee grupos metacrilatos, los cuales forman uniones covalentes con la resina durante el proceso de polimerización ofreciendo una adecuada interfase resina / partícula de relleno. Asimismo, el silano mejora las propiedades físicas y mecánicas de la resina compuesta, pues establece una transferencia de tensiones de la fase que se deforma fácilmente (matriz resinosa), para la fase más rígida (partículas de relleno). Además, estos agentes de acoplamiento previenen la penetración de agua en la interfase BisGMA / Partículas de relleno, promoviendo una estabilidad hidrolítica en el interior de la resina. Se han experimentado otros agentes tales como el 4-META, varios titanatos y zirconatos, sin embargo ninguno de estos agentes demostró ser superior al MPS.

#### **2.2.4.3.4. Sistema iniciador – Activador de polimerización**

El proceso de polimerización de los monómeros en las resinas compuestas se puede lograr de varias formas. En cualquiera de sus formas es necesaria la acción de los radicales libres para iniciar la reacción. Para que estos radicales libres se generen es necesario un estímulo externo. Según Yearn, en las resinas auto-curadas el estímulo proviene de la mezcla de dos pastas, una de las cuales tiene un activador químico (amina terciaria aromática como el dihidroxietil-p-toluidina) y la otra un iniciador (peróxido de benzoílo). En el caso de los sistemas foto-curados, la energía de la luz visible provee el estímulo que activa un iniciador en la resina (canforoquinonas, lucerinas u otras diquetonas). Es necesaria que la resina sea expuesta a una fuente de luz con la adecuada longitud de onda entre 420 y 500 nanómetros en el espectro de luz visible. Sin embargo, el clínico debe ser cuidadoso en minimizar la exposición de luz, hasta que el material esté listo para curar, de otra forma puede comenzar una polimerización prematura y el tiempo de trabajo se puede reducir considerablemente. Otra forma común de polimerizar las resinas es a través de la aplicación de calor solo o en conjunto con fotocurado. Este procedimiento es bastante común en las resinas usadas en laboratorio para la fabricación de inlays y onlays. Para los materiales termo-curados, temperaturas de 100 °C o más, proveen la temperatura la cual sirve de estímulo para activar el iniciador. El termo curado luego del fotocurado mejora las propiedades de la resina sobre todo la resistencia al desgaste y la resistencia a la degradación marginal. Cualquiera de estos mecanismos es eficiente y produce un alto grado de polimerización en condiciones apropiadas.

## **2.2.4.4. Clasificación de las resinas compuestas**

### **2.2.4.4.1. Clasificación cronológica**

#### **2.2.4.4.1.1. Primera generación**

Las primeras resinas compuestas aparecidas en el comercio se caracterizaron por una fase orgánica compuesta por Bis- GMA y un refuerzo de macropartículas de 8 a 10  $\mu\text{m}$  en promedio en forma de esferas y prismas de 45 vidrio en un porcentaje del 70%. Mejoraron la resistencia al desgaste pero no tenían buena capacidad de pulido y se pigmentaban rápidamente.

En la actualidad no se cuenta con productos comerciales de esta generación.

#### **2.2.4.4.1.2. Segunda generación**

Se aumentó el porcentaje de la fase orgánica, es la generación de las resinas de micropartícula. Inicialmente tuvieron un tamaño promedio de 0,04  $\mu\text{m}$ . Actualmente se usan tamaños ligeramente mayores, 0,05 a 0,1 $\mu\text{m}$ , de todas formas de dispersión coloidal no visible al ojo humano. La adición de estas micropartículas coloidales toma el material extremadamente viscoso y difícil de manipular es por eso que se han creado formas de realizarla sin que comprometa las propiedades físicas. Con esta generación mejoraron la capacidad de pulido pero disminuyó la resistencia al desgaste al tener que aumentar la proporción de matriz

#### **2.2.4.4.1.3. Tercera generación**

Corresponde a los híbridos, donde se incluyen en la fase inorgánica diferentes tamaños de partícula de micro y partícula pequeña de diferente composición química. La mezcla de diferentes tamaños de partículas mejora considerablemente la textura superficial y la capacidad de pulimento, problema inherente a las primeras fórmulas de macropartículas, que no podían pulirse, ocasionando

superficies rugosas aptas para el anclaje de pigmentos y placa.

#### **2.2.4.4.1.4. Cuarta generación**

Corresponde al grupo de resinas compuestas las cuales vienen en alto porcentaje de refuerzo inorgánico con base en vidrios cerámicos y vidrios metálicos. Son las resinas compuestas para posteriores.

#### **2.2.4.4.1.5. Quinta generación**

Son resinas compuestas para posteriores, para ser utilizadas en forma indirecta, procesadas en calor y presión o combinaciones con luz, calor, presión, etc.

#### **2.2.4.4.1.6. Sexta generación**

Son los sistemas contemporáneos llamados también resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas.

#### **2.2.4.4.1.7. Séptima generación**

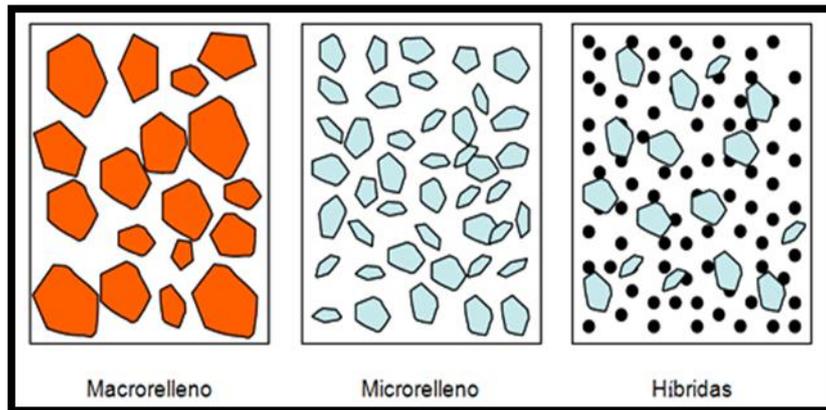
Son las resinas compuestas de nanotecnología o de nanorrelleno.<sup>8</sup>

### **2.2.4.4.2. Clasificación según el tipo de relleno**

A lo largo de los años las resinas compuestas se han clasificado de distintas formas con el fin de facilitar al clínico su identificación y posterior uso terapéutico. Una clasificación aún válida es la propuesta por Lutz y Phillips. Esta clasificación divide las resinas basado en el tamaño y distribución de las partículas de relleno en: convencionales o macrorelleno (partículas de 0,1 a 100mm), microrelleno (partículas de 0,04 mm) y resinas híbridas (con rellenos de diferentes tamaños). (Imagen N°16).

---

<sup>8</sup>Opcit (Huayhua Revolledo Edison David. Pag 46. 2013)



**Imagen N°16.** Clasificación de las resinas compuestas de Lutz y Phillips. (1983).

Otro sistema de clasificación fue el ideado por Willems y col., el cual a pesar de ser más complejo, aporta más información sobre diversos parámetros como el módulo de Young, el porcentaje del relleno inorgánico (en volumen), el tamaño de las partículas, la rugosidad superficial y la resistencia compresiva. (Tabla N°1)

Tipos de Resina Compuesta	Relleno
Densificados - De relleno medio ▪ Ultrafinos ▪ Finos - De relleno compacto >60% en volumen ▪ Ultrafinos ▪ Finos	< 60% en volumen Partículas < 3 µm Partículas > 3 µm > 60% en volumen Partículas < 3 µm Partículas > 3 µm
Microfinos - Homogéneos - Heterogéneos	Tamaño medio de las partículas = 0,04 µm
Mixtos	Mezcla de resinas densificados y microfinos
Tradicionales	Equivalentes a las llamadas resinas de macrorelleno en otras clasificaciones
Reforzados con fibras	Resinas de uso de laboratorio – industrial.

**Tabla 1:** Clasificación de las Resinas Compuestas (Adaptado de Willems y Col. 1992)

Actualmente se pueden reunir las resinas compuestas en cinco categorías principales: (tabla N°2)

#### **2.2.4.4.2.1. Resinas de macrorrelleno o convencionales.**

Tienen partículas de relleno con un tamaño promedio entre 10 y 50  $\mu\text{m}$ . Este tipo de resinas fue muy utilizado, sin embargo, sus desventajas justifican su desuso. Su desempeño clínico es deficiente y el acabado superficial es pobre, visto que hay un desgaste preferencial de matriz resinosa, propiciando la prominencia de grandes partículas de relleno las cuales son más resistentes. Además, la rugosidad influencia el poco brillo superficial y produce una mayor susceptibilidad a la pigmentación. Los rellenos más utilizados en este tipo de resinas fueron el cuarzo y el vidrio de estroncio o bario. El relleno de cuarzo tiene buena estética y durabilidad pero carece de radiopacidad y produce un alto desgaste al diente antagonista. El vidrio de estroncio o bario son radiopacos pero desafortunadamente son menos estables que el cuarzo.

#### **2.2.4.4.2.2. Resinas de microrrelleno**

Estas contienen relleno de sílice coloidal con un tamaño de partícula entre 0.01 y 0.05  $\mu\text{m}$ . Clínicamente estas resinas se comportan mejor en la región anterior, donde las ondas y la tensión masticatoria son relativamente pequeñas, proporcionan un alto pulimento y brillo superficial, confiriendo alta estética a la restauración. Entre tanto, cuando se aplican en la región posterior muestran algunas desventajas, debido a sus inferiores propiedades mecánicas y físicas, ya que, presentan mayor porcentaje de sorción acuosa, alto coeficiente de expansión térmica y menor módulo de elasticidad.

#### **2.2.4.4.2.3. Resinas híbridas**

Se denominan así por estar reforzados por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje en peso de 60% o más, con tamaños de partículas que oscilan entre 0,6 y 1  $\mu\text{m}$ , incorporando sílice coloidal con tamaño de 0,04  $\mu\text{m}$ . Corresponden a la gran mayoría de los materiales

compuestos actualmente aplicados al campo de la Odontología.

Los aspectos que caracterizan a estos materiales son: disponer de gran variedad de colores y capacidad de mimetización con la estructura dental, menor contracción de polimerización, baja sorción acuosa, excelentes características de pulido y texturización, abrasión, desgaste y coeficiente de expansión térmica muy similar al experimentado por las estructuras dentarias, fórmulas de uso universal tanto en el sector anterior como en el posterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia.

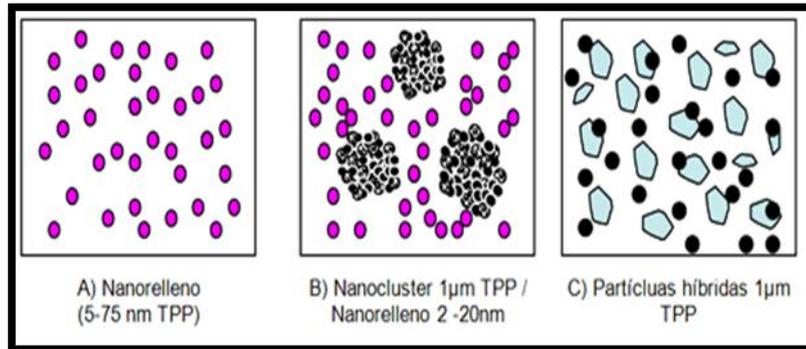
#### **2.2.4.4.2.4. Híbridos modernos**

Este tipo de resinas tienen un alto porcentaje de relleno de partículas sub-micrométricas (más del 60% en volumen). Su tamaño de partícula reducida (desde 0.4 $\mu\text{m}$  a 1.0 $\mu\text{m}$ ), unido al porcentaje de relleno provee una óptima resistencia al desgaste y otras propiedades mecánicas adecuadas. Sin embargo, estas resinas son difíciles de pulir y el brillo superficial se pierde con rapidez.

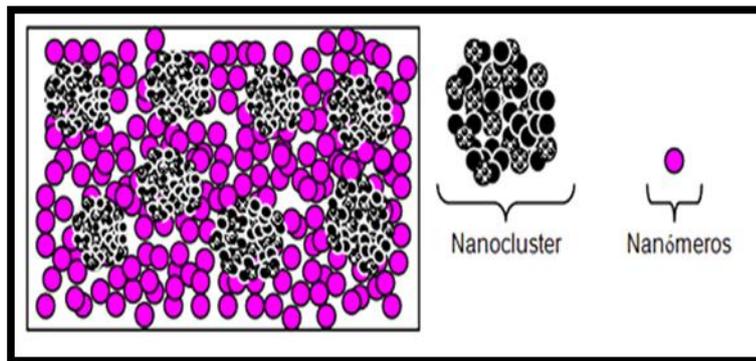
#### **2.2.4.4.2.5. Resinas de nanorrelleno**

Este tipo de resinas son un desarrollo reciente, contienen partículas con tamaños menores a 10 nm (0.01 $\mu\text{m}$ ), este relleno se dispone de forma individual o agrupados en "nanoclusters" o nanoagregados de aproximadamente 75 nm. El uso de la nanotecnología en las resinas compuestas ofrecen alta translucidez, pulido superior, similar a las resinas de microrelleno pero manteniendo propiedades físicas y este tipo de resinas son un desarrollo reciente, contienen partículas con tamaños menores a 10 nm (0.01 $\mu\text{m}$ ), este relleno se dispone de forma individual o agrupados en "nanoclusters" o nanoagregados de aproximadamente 75 nm. El uso de la nanotecnología en las resinas compuestas ofrecen alta translucidez, pulido superior, similar a las resinas de

microrelleno pero manteniendo propiedades físicas y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas. Por estas razones, tienen aplicaciones tanto en el sector anterior como en el posterior.<sup>9</sup>



**Imagen N°17:** Esquema de la tecnología del nanorelleno. A) Partículas nanométricas, B) Partículas nanoclusters, C) Partículas híbridas. TPP: Tamaño promedio de las partículas.



**Imagen N°18:** Disposición de las partículas en una resina de nanorelleno.

Tipo de resina	Tamaño del relleno (µm)	Material de relleno
Macrorelleno	10 – 40	Cuarzo o vidrio
Microrelleno	0.01 – 0.1	Sílice coloidal
Híbrida	15 – 20 y 0.01 – 0.05	Vidrio y sílice coloidal
Híbridos modernos	0.5 – 1 y 0.01 – 0.05	Vidrio, zirconio y sílice coloidal
Nanorelleno	<0.01 (10 nm)	Sílice o zirconio

**Tabla 2:** Principales tipos de resinas compuestas.

<sup>9</sup>Ibíd. (Rodríguez G. Douglas R, Pereira S. Natalie A. 2008)

### **2.2.4.4.3. Clasificación según su sistema de activación**

#### **2.2.4.4.3.1. Resinas compuestas de autocurado.**

En el proceso de activación química, una amina terciaria aromática es quien activa la reacción de polimerización, que al actuar sobre el peróxido de benzoilo, permite la producción de radicales libres que reaccionarán sobre el monómero en el inicio del proceso, a temperatura ambiente.

#### **2.2.4.4.3.2. Resinas compuestas de fotocurado.**

Corresponde a los sistemas activados por luz visible. En estos sistemas una luz halógena, de longitud entre los 410 y 500 nm., activa a una  $\alpha$  - dicetona, la canforoquinona, que en presencia de una amina alifática, inicia la reacción de polimerización. En otras palabras, los fotones actúan sobre la canforoquinona, que reacciona liberando radicales libres, los que a su vez inician el proceso de polimerización del monómero presente.

Las resinas compuestas foto activadas poseen numerosas ventajas en comparación a las resinas compuestas de auto polimerización, entre las cuales se puede mencionar la menor cantidad de monómero residual que se encuentra posterior al proceso de polimerización, un proceso de polimerización más rápido, la capacidad que posee la luz de atravesar las estructuras dentarias, y proporcionar una mayor estabilidad de color.

#### **2.2.4.4.3.3. Resinas compuestas de activación dual**

Corresponden a la combinación de distintos sistemas de polimerización, tales como calor – presión, luz – presión, calor – luz, o foto – auto polimerización, siendo esta última combinación la más utilizada hoy en día en las resinas compuestas destinadas a la fijación de estructuras indirectas en boca.

#### **2.2.4.4.3.4. Resinas compuestas termo activadas**

Corresponde a la activación por calor o por un alza en la temperatura del material previamente moldeado y por esta razón son utilizadas principalmente como material para la confección de estructuras indirectas. Sin embargo, la clasificación más usada para las resinas compuestas es aquella basada en el tamaño de sus partículas.

#### **2.2.4.4.4. Clasificación según su consistencia**

##### **2.2.4.4.4.1. Resinas compuestas convencionales:**

Corresponden a un grupo de resinas compuestas que poseen una viscosidad intermedia. Esta característica está dada por la cantidad de relleno presente en su estructura, la que corresponde a un 72% - 82% en peso, y a un 60% - 68% en volumen. Tienen un bajo índice de desgaste, alta elasticidad y resistencia a la fatiga.

##### **2.2.4.4.4.2. Resinas compuestas condensables**

Corresponden a aquellos composites con una estructura similar a la de cualquier resina, donde la porción inorgánica o de relleno constituye el 77% a 83% en peso y 65% a 71% en volumen. Poseen una malla polimérica rígida (fibras cerámicas porosas silanizadas conectadas entre sí que permiten el infiltrado de la matriz orgánica entre ellas), lo que brinda una viscosidad similar a la de la amalgama. Debido a su alto contenido de relleno, se hace necesario condensar el material para lograr su adaptación a la cavidad a restaurar. Son altamente resistentes al desgaste y a la fatiga, con un alto módulo de elasticidad que las hace comportarse como resinas rígidas. Sus ventajas son, la posibilidad de ser condensadas (como la amalgama de plata), mayor facilidad para obtener un buen punto de contacto y una mejor reproducción de la anatomía oclusal. Su comportamiento físico-mecánico es similar al de la amalgama de plata, superando a las de los

composites híbridos. Sin embargo, su comportamiento clínico, según estudios de seguimiento es similar al de los composites híbridos. Como principales inconvenientes destacan la difícil adaptación entre una capa de composite y otra, la dificultad de manipulación y la poca estética en los dientes anteriores. Su principal indicación radica en la restauración de cavidades de clase II con el fin de lograr, gracias a la técnica de condensación, un mejor punto de contacto.

#### **2.2.4.4.3. Resinas compuestas fluidas**

Son resinas compuestas de baja viscosidad, es decir, más fluidas que la resina compuesta convencional. Para poder alcanzar esta característica, se les disminuyó el porcentaje de relleno inorgánico y se eliminó de su composición algunas sustancias o modificadores reológicos, con lo cual mejora su manipulación. La cantidad de relleno que poseen es de 51% a 65% en peso y de 36% a 50% en volumen. Esto les confiere un bajo módulo de elasticidad y una gran flexibilidad. Son de fácil pulido y poseen una baja resistencia al desgaste.

Además producen alta humectabilidad de la superficie dental, asegurando la penetración en todas las irregularidades del sustrato dentario, formando espesores de capa mínimos que eliminan el atrapamiento o inclusión de aire en su interior.<sup>10</sup>

#### **2.2.4.5. Resinas compuestas usadas en el estudio**

##### **2.2.4.5.1. Resina nanorelleno Filtek Z350 XT.**

Con más de 40 años de innovación en el campo de la odontología restaurativa, 3M ESPE creó, al inicio de este nuevo siglo, una nueva categoría de materiales: las nanoresinas. Por medio de una manipulación precisa de la

---

<sup>10</sup>Ibid (Huayhua Revollo Edison David. Pag 46. 2013)

arquitectura del material de relleno a una nano escala, 3M ESPE ha desarrollado un material de obturación innovador y de última tecnología, el sistema restaurador universal Filtek xt, que mejoró de manera significativa el desempeño clínico de las resinas universales. Hasta el lanzamiento de este producto, los odontólogos que deseaban la más alta estética utilizando resinas directas se inclinaban por los microrellenos. Los micro rellenos eran considerados el máximo estándar en estética, sin embargo, su falta de resistencia, su resistencia al desgaste y su radiopacidad, limitaban su uso sólo a restauraciones anteriores. Las resina híbridas tenían una carga más alta de material de relleno, pero el tamaño promedio de las partículas estaban en el rango de un submicrón lo cual de alguna manera, limitaba sus cualidades estéticas. Las resinas híbridas brindaban una mayor resistencia y el desgaste y radiopacidad necesarios para poder ser utilizadas en la región anterior y posterior. En 2002, 3M ESPE lanzó al mercado la resina Filtek Supreme este fue el primer producto que utilizó la nano tecnología con el fin de brindar la estética del micro relleno y la resistencia de una híbrida. Todas las partículas de relleno en esta novedosa resina son nano partículas diseñadas. Esta tecnología ofrece un pulido más duradero, una excelente manipulación y un desgaste similar al del esmalte.

#### **2.2.4.5.1.1. Descripción del producto**

La Resina Universal Filtek Z350 XT de 3M ESPE es una resina activada por luz visible diseñada para ser utilizada en restauraciones anteriores y posteriores. Un adhesivo dental, tal como aquellos fabricados por 3M ESPE, es usado para unir de manera permanente la restauración con la estructura dental. La resina está disponible en un amplio rango de colores para dentina, esmalte, cuerpo y

translúcidos. Viene en presentación de jeringas y en cápsulas monodosis.

#### **2.2.4.5.1.2. Composición**

Este sistema de resinas fue levemente modificado frente a la resina universal original Filtek Z250 y de la resina universal Filtek Supreme. La resina contiene bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA. Para controlar la contracción una porción de TEGDMA fue remplazada por una porción de PEGDMA en el material restaurador Filtek Supreme XT. Los materiales de relleno son una combinación de relleno de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nm, de relleno de zirconio no aglomerado/no agregado de 4 a 11 nm, y un relleno clúster agregado de zirconio/sílice (partículas de sílice de 20nm y de zirconio de 4 a 11 nm). Los colores para dentina, esmalte y cuerpo (DEB) tienen un tamaño promedio de las partículas del clúster de 0.6 a 10 micrones. Los colores translúcidos (T) tienen un tamaño promedio de las partículas del clúster de 0.6 a 20 micrones. La carga de relleno inorgánico es aproximadamente de 72.5% por peso (55.6% por volumen) para los colores translúcidos y 78.5% por peso (63.3% por volumen) para el resto de colores.

#### **2.2.4.5.1.3. Indicaciones de uso.**

La resina Filtek Z350 XT está indicada para los siguientes usos:

- Restauraciones Directas en anteriores y posteriores (Clases I, II, III, IV y V).
- Odontología Mínimamente Invasiva (OMI).
- Técnica sándwich con ionomeros de vidrio.
- Cúspides.
- Restauraciones indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas.

- Restauraciones directas anteriores y posteriores (incluyendo las superficies oclusales).
- Fabricación de núcleos.
- Ferulización.
- Restauraciones indirectas (incluyendo inlays, onlays y carillas).

#### **2.2.4.5.1.4. Versatilidad**

- Universal anteriores y posteriores.
- Un sistema de colores más fácil de usar.
- Codificación de colores de acuerdo a su opacidad.
- Nuevas etiquetas más fáciles de leer.
- Un rango extendido de colores para cuerpo.
- Una manipulación semejante a la resina Supreme para todas las opacidades.
- Colores translúcidos mejorados.
- Una mejor manipulación de los colores translúcidos.
- Disponibilidad de colores translúcidos en cápsulas.
- Los colores translúcidos son radiopacos.

#### **2.2.4.5.1.5. Ventaja**

##### **2.2.4.5.1.5.1. Estética Insuperable**

- Excelente pulido y retención de pulido frente a los microrellenos.
- Fluorescencia Mejorada.

##### **2.2.4.5.1.5.2. Fácil de usar**

- Mejor selección de tonos cuerpo.
- Jeringas codificadas según la opacidad.
- Etiquetas en negrilla más fáciles de leer.
- Manipulación Excepcional.

- Manejo mejorado de tonos traslúcidos.

#### **2.2.4.5.1.5.3. Desempeño**

- Resistencia al desgaste equivalente al Restaurador Universal Filtek Z350 XT
- Radiopaco.
- Fuerza excepcional para su uso en anteriores y posteriores.

#### **2.2.4.5.1.5.4. Resistencia al Desgaste Similar al Esmalte.**

- Resistencia al desgaste igual al Restaurador Universal Filtek Z350 XT.
- En un estudio clínico a 5 años, se demostró que el restaurador Filtek Z350 XT tiene una resistencia al desgaste similar al esmalte.<sup>11</sup>

#### **2.2.4.5.2. Resina nanohibrida TETRIC N-CERAM**

Ivoclar Vivadent ha estado a la vanguardia del desarrollo de los composites. Varias innovaciones en el desarrollo de los composites, tal como los pre-polímeros y el relleno radiopaco de trifluoruro de iterbio han sido aportadas a la odontología por los investigadores de Ivoclar Vivadent. Los que en su momento fue innovación hoy es una tecnología comprobada. La competencia en composites que Ivoclar Vivadent ha ganado a lo largo de las recientes décadas ha resultado en el desarrollo de Tetric N-Ceram.

Tetric N-Ceram presenta características de la nanotecnología. Se han incorporado "nano compuestos" de manera específica. El modificador reológico que contiene Tetric N-Ceram es un ejemplo de tales nanocompuestos. Al igual que en Tetric Ceram, este modificador es el responsable de la viscosidad del material y de la excelente

---

<sup>11</sup>3M espe profesionales dentales, Filtek Z350 XT, revista de literatura, 2014

flexibilidad. Además, los pigmentos orgánicos que se enlazan de manera covalente con las partículas de óxido de silicio en un radio de nano escala, posibilita una extraordinaria concordancia cromática de Tetric N-Ceram con la estructura dental natural.<sup>12</sup>

#### **2.2.4.5.2.1. Brillo de la superficie**

Un buen pulido de las superficies es crucial para el rendimiento clínico y la apariencia estética de las restauraciones de composite. Una superficie rugosa puede resultar en decoloración y acumulación de placa. El pulido es particularmente crítico debido a que es el paso final a realizar en una terapia de obturación directa. Es por esto, que se ha prestado especial atención al desarrollo de un producto con propiedades de pulido favorables. Se ha optimizado tanto el pulido final de la superficie como el tiempo necesario para pulir la restauración.<sup>13</sup>

#### **2.2.4.5.2.2. Indicaciones**

- Restauraciones Adhesivas directas en anteriores y posteriores.
- Todas las indicaciones, clases I a V.
- Restauraciones indirectas para cementarse con procedimiento adhesivo.

#### **2.2.4.5.2.3. Ventajas**

- Excelentes propiedades físicas.
- Pulido óptimo.
- Alta radiopacidad.
- Tiempos de trabajo prolongados.
- Fluorescencia ideal.
- Fácil manipulación.
- Diferentes grados de opacidad.

---

<sup>12</sup>Ivoclar Vivadent. Tetric N- Collection. revista de literatura. 2014. pag 6.

<sup>13</sup> Ibíd. (Ivoclar Vivadent. pag 13. 2014)

#### **2.2.4.5.2.4. Procedimiento o aplicación**

- Acondicionamiento de la pieza dentaria.
- Aplicar ácido fosfórico al 37% en el esmalte por 20 segundos y en dentina 5 segundos.
- Lavar para la remoción del ácido fosfórico.
- Secar la zona a restaurar cuidadosamente.
- Aplicar el adhesivo (p. ej. Tetric N-Bond) y eliminar excesos, luego fotocurar.

#### **2.2.4.5.2.5. Aplicación del producto**

- Con instrumental adecuado aplicar capas de Tetric N-Bond de no más de 2 mm de grosor.
- Modelar el material para reproducir la anatomía.
- Fotopolimerizar por 40 segundos.
- Después de la última capa, finalizar con un adecuado sistema de pulido.<sup>14</sup>

#### **2.2.4.5.3. Resina nanohibrida AELITE AESTHETIC ENAMEL**

El sistema de restauración AELITE está conformado por materiales compuestos de resina fotocurable, que proporcionan una estética excepcional para todo tipo de restauraciones directas. Este sistema está diseñado para ser utilizado en la técnicas de “Restauración clásica en un solo paso” o la técnica de “Restauración multi-sombras o técnica de estratificación”.

Este sistema está diseñado para ser usado con agentes adhesivos, como ALL-BOND 2, ALLBOND 3, ONE-STEP PLUS/ONE-STEP, ALL-BOND SE. AELITE AESTHETIC ENAMEL Es una resina Nanofil de acabado esmalte, fotocurable, radiopaco, altamente reforzado, con partículas Nanofil. Debido a su composición reforzada, esta resina de esmalte puede desempeñarse como tal, en restauraciones

---

<sup>14</sup>pareja lecaros, Tetric N-Ceram, revista de literatura Pareja Lecaros, 2010.

anteriores y posteriores. Las partículas de tamaño nano contribuyen a la excelente capacidad de pulido estético esmalte, además que el relleno de refuerzo (71% sobre su peso) permite una alta carga de relleno dando estética y una fuerza y duración máxima.

#### **2.2.4.5.3.1. Beneficios**

- Relleno reforzado que mejora la adhesión y evita las grietas.
- Soporta cargas y desgastes altos, como son posteriores gracias a su módulo de flexión.
- Fácil esculpido ya que presenta un fácil manejo.
- Consistencia pegajosa para técnicas de estética.

#### **2.2.4.5.3.2. Indicaciones de uso**

Principales usos para la AELITE AESTHETIC ENAMEL:

- Capa de esmalte para restauraciones clase I, II, III, IV, VI.
- Cierre de Diastemas.
- Carillas Directas.
- Reparación de compuestas y porcelana.
- Ferulización de dientes con periodontitis.

#### **2.2.4.5.3.3. Advertencia:**

El ácido grabado fosfórico es un irritante de ojos y piel. Se pueden producir lesiones si al reactivo de ataque se le permite permanecer en la piel. Si salpica accidentalmente en los ojos, lave con abundante agua y busque atención medica de inmediato. En caso de contacto con otros tejidos, lávelos inmediatamente con abundante agua durante varios minutos.

Al utilizar adhesivos dentales, evite la contaminación con líquidos o saliva, ya que se pone en riesgo la adhesión del adhesivo con la dentina.

#### **2.2.4.5.3.4. Precauciones:**

La contaminación cruzada: El producto puede contener elementos que han sido diseñados para un solo uso, evite limpiar y reutilizar, aplicadores, porta porciones descartables, compules o frascos monodosis.

Consejos:

- Consulte las instrucciones de uso, del producto antes de su aplicación.
- Evite el contacto con la piel, las resinas no polimerizadas pueden causar sensibilidad en
- las personas predispuestas a alergias o piel delicada. En caso de contacto, lavar la piel
- con agua y jabón.
- Consulte las etiquetas de los componentes individuales para las fechas de vencimiento específicas.

#### **2.2.4.5.3.5. Instrucciones de uso**

1. Seleccione el tipo deseado y color de la resina AELITE, aísle y prepare el diente: AESTHETIC ENAMEL: Clases I, II, III, IV, V, VI: Para ayudar a la selección del color, coloque una pequeña cantidad del material sobre el diente y fotocurar. El material podrá ser retirado con facilidad ya que no se unió al diente.
2. Limpiar la preparación con una suspensión de piedra pómez y agua (o una suspensión de piedra pómez y desinfectante, tal como CAVITY CLEANSER). Enjuague y seque la preparación.
3. Cuando se utiliza la técnica de unión de grabado total, grabar la preparación usando un reactivo de ataque, como UNI-ETCH w/BAC o ETCH-37 w/BAC, o de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Si se utiliza un sistema adhesivo de auto-grabado, omita este

paso y vaya al paso USO DE UNI-ETCH w/BAC y ETCH-37 w/BAC

**Instrucciones:**

Aplique el ácido grabado con la punta aplicadora que se suministra dentro del empaque, permitir que el ácido agravador actúe durante 15 segundos.

Para eliminar completamente todos los restos, enjuague bien durante al menos 5 segundos, y secar suavemente, dejando la superficie húmeda, para la técnica de pegado en húmedo.

Para ayudar a asegurar que el nivel de humedad permanece en la preparación, use un agente tal como AQUA-PREP, se puede aplicar de acuerdo a las instrucciones del fabricante antes de la aplicación del adhesivo de grabado total.

4. Aplique el adhesivo ONE-STEP de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Precaución: Para un rendimiento óptimo utilice ONE-STEP/ONE-STEP PLUS a temperatura ambiente. Agite bien la botella; en caso este utilizando ONE-STEP PLUS agite bien la botella hasta que el dispositivo de mezcla se audible. Si es necesario, invierta la botella y pulse sobre alguna superficie dura para liberar el dispositivo agitador. Permitir que la botella se ventile de manera vertical antes de su dispensación. Recuerde que el aireado y secado inadecuado, no evaporara los solventes lo que puede conducir a la sensibilidad post-operatoria.

**Instrucciones:**

Con la superficie visiblemente húmeda, aplique un mínimo de dos capas generosas de ONE-STEP.

El uso de un chorro suave de aire, ayudara a la evaporación de los solventes.

Nota: La superficie debe ser brillante. Si no, aplicar capas adicionales y evaporar el solvente otra vez. Fotopolimerice por un mínimo de 10 segundos a 500mW/cm<sup>2</sup>.

5. Coloque un pequeño incremento de un composite fluido como AELITEFLO, como liner en el piso pulpar, paredes axiales y el piso gingival. Fotocure conforme a las instrucciones del fabricante.

6. Vierta la cantidad deseada de AELITE, en un bloque de mezcla protegido contra la luz, girando la jeringa en sentido de las manijas del reloj. (Consejo: para evitar el exceso de material de extrusión, gire la manija hacia la izquierda inmediatamente después de dispensar la cantidad deseada.). Si utiliza los sistemas de compule, aplique directamente en la preparación. No reutilizar el envase, ni limpiar.

Nota: Las propiedades de la resina, por naturaleza es pegajosa y se adhiere al stick o instrumental usado, para superar estos percances utilice un modelador de resina como MODELING RESIN, el cual fue desarrollado para ayudar en la colocación y la configuración de las restauraciones. Una vez el instrumental humedecido con MODELING RESIN podrá hacer el modelado de todas sus restauraciones directas de resina fácilmente.

7. Use los tonos seleccionados, y aplíquelos en incrementos 1-2 mm en la preparación de la cavidad. Fotopolimerice cada incremento con una unidad de luz (LED). Mantenga la punta de la luz lo más cerca posible del material si contacto con él. Continuar con la restauración de forma incremental hasta que la preparación de la cavidad se llena hasta el margen superficial y la restauración adquiere la forma deseada.

Los incrementos finales deben ser fotocurado conforme a la tabla siguiente.

8. Compruebe la oclusión y acabado. Para reducir al mínimo o eliminar el pulido, aplique BisCover Lv, o fortalezca su restauración y selle superficies con Fortify, el cual reduce el desgaste de la restauración y el cambio prematuro de color.<sup>15</sup>

### **2.3. Definición de términos básicos:**

- 1. Resistencia:** Fuerza que se opone al movimiento de una máquina y ha de ser vencida por la potencia.<sup>16</sup>
- 2. Resistencia a la compresión:** Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material una cantidad arbitraria. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión.<sup>17</sup>
- 3. Fractura:** Acción y efecto de fracturar.<sup>18</sup>
- 4. Fuerza estática transversal:** Puede tratarse de algo vinculado a la fuerza cuando genera algún tipo de movimiento; de la estructura de fuerzas que se orientan hacia una meta; de la intensidad que puede llegar a alcanzar una actividad o acción.<sup>19</sup>
- 5. In vitro:** Loc. lat. Que significa literalmente 'en vidrio'. Producido en el laboratorio por métodos experimentales.<sup>20</sup>

---

<sup>15</sup>Bisco. Instruccione de uso, Revista AELITE COMPOSITES, volumen 5/10, pag 2-5.

<sup>16</sup>Real Academia Española, resistencia, derechos reservados, Madrid, 2015.

<sup>17</sup>Instron, resistencia a la compresión, todos los derechos reservados, España, 2015

<sup>18</sup>Real Academia Española, fractura, derechos reservados, Madrid, 2015.

<sup>19</sup>Definición.de, dinámica, todos los derechos reservados.

<sup>20</sup>Real Academia Española, in vitro, derechos reservados, Madrid, 2015

**6. Resina:** Sustancia sólida o de consistencia pastosa, insoluble en el agua, soluble en el alcohol y en los aceites esenciales, y capaz de arder en contacto con el aire, obtenida naturalmente como producto que fluye de varias plantas.<sup>21</sup>

### **6.1. Resina Filtek Z350 XT.**

#### **Indicaciones de uso.**

La resina Filtek Z350 XT está indicada para los siguientes usos:

- Restauraciones Directas en anteriores y posteriores (Clases I, II, III, IV y V).
- Odontología Mínimamente Invasiva (OMI).
- Técnica sándwich con ionómeros de vidrio.
- Cúspides.
- Restauraciones indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas.
- Restauraciones directas anteriores y posteriores (incluyendo las superficies oclusales).
- Fabricación de núcleos.
- Ferulización.

#### **Versatilidad**

- Universal – anteriores y posteriores.
- Un sistema de colores más fácil de usar.
- Codificación de colores de acuerdo a su opacidad.
- Nuevas etiquetas más fáciles de leer.
- Un rango extendido de colores para cuerpo.
- Una manipulación semejante a la resina Supreme para todas las opacidades.
- Colores translúcidos mejorados.
- Una mejor manipulación de los colores translúcidos.
- Disponibilidad de colores translúcidos en cápsulas.
- Los colores translúcidos son radiopacos.

---

<sup>21</sup>Real Academia Española, in vitro, derechos reservados, Madrid, 2015

## **Ventaja**

### **Estética Insuperable**

- Excelente pulido y retención de pulido frente a los microrellenos.
- Fluorescencia Mejorada.

### **Fácil de Usar**

- Mejor selección de tonos cuerpo.
- Jeringas codificadas según la opacidad.
- Etiquetas en negrilla más fáciles de leer.
- Manipulación excepcional.
- Manejo mejorado de tonos translúcidos.

### **Desempeño**

- Resistencia al desgaste equivalente al Restaurador Universal Filtek Z350 XT.
- Radiopaco.
- Fuerza excepcional para su uso en anteriores y posteriores.

### **Resistencia al desgaste similar al esmalte**

- Resistencia al desgaste igual al Restaurador Universal Filtek Z350 XT.
- En un estudio clínico a 5 años, se demostró que el restaurador Filtek Z350 XT tiene una resistencia al desgaste similar al esmalte.<sup>22</sup>

## **6.2. Resina nanorelleno TETRIC N-CERAM**

### **Brillo de la superficie**

### **Indicaciones**

- Restauraciones Adhesivas directas en anteriores y posteriores.
- Todas las indicaciones, clases I a V.
- Restauraciones indirectas para cementarse con procedimiento adhesivo.

---

<sup>22</sup>Opcit (3m espe profesionales dentales, 2014).

### **Ventajas**

- Excelentes propiedades físicas.
- Pulido óptimo.
- Alta radiopacidad.
- Tiempos de trabajo prolongados.
- Fluorescencia ideal.
- Fácil manipulación.
- Diferentes grados de opacidad.

### **Procedimiento o aplicación**

- Acondicionamiento de la pieza dentaria.
- Aplicar ácido fosfórico al 37% en el esmalte por 20 segundos y en dentina 5 segundos.
- Lavar para la remoción del ácido fosfórico.
- Secar la zona a restaurar cuidadosamente.
- aplicar el adhesivo (p.ej. Tetric N-Bond) y eliminar excesos, luego fotocurar.

### **Aplicación del producto**

- Con instrumental adecuado aplicar capas de Tetric N-Bond de no más de 2 mm de grosor.
- Modelar el material para reproducir la anatomía.
- Fotopolimerizar por 40 segundos.
- Después de la última capa, finalizar con un adecuado sistema de pulido.<sup>23</sup>

## **6.3. Resina nanohibrida AELITE AESTHETIC ENAMEL**

### **Beneficios**

- Relleno reforzado que mejora la adhesión y evita las grietas.
- Soporta cargas y desgastes altos, como son posteriores gracias a su módulo de flexión.
- Fácil esculpido ya que presenta un fácil manejo.
- Consistencia pegajosa para técnicas de estética.

---

<sup>23</sup>Opcit (pareja lecaros, 2010).

### **Indicaciones de uso**

Principales usos para la AELITE AESTHETIC ENAMEL:

- Capa de esmalte para restauraciones clase I, II, III, IV, VI.
- Cierre de Diastemas.
- Carillas Directas.
- Reparación de compuestas y porcelana.
- Ferulización de dientes con periodontitis.

### **Advertencia:**

El ácido grabado fosfórico es un irritante de ojos y piel. Se pueden producir lesiones si al reactivo de ataque se le permite permanecer en la piel. Si salpica accidentalmente en los ojos, lave con abundante agua y busque atención médica de inmediato. En caso de contacto con otros tejidos, lávelos inmediatamente con abundante agua durante varios minutos.

Al utilizar adhesivos dentales, evite la contaminación con líquidos o saliva, ya que se pone en riesgo la adhesión del adhesivo con la dentina.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup>Opcit (Bisco, volumen 5/10, pág. 2-5).

## CAPITULO III

### PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. Presentación

A continuación se presentan los resultados obtenidos organizados en textos, tablas y gráficos estadísticos en un estudio cuyo objetivo global fue determinar si existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015. Para lo cual se procedió en **primera instancia al procesamiento de los datos** según la secuencia lógica de ordenar, clasificar, codificar y tabular los datos; en esta parte para garantizar la calidad de los datos, se supervisó el diligenciamiento de los registros remitidos por el perito en las mediciones y manejo de “la máquina de tensión y compresión Hounfield” además que; se repitió la digitación del 100,0% de los registros; se revisaron las distribuciones de frecuencias y tablas para cada una de las variables a fin de identificar códigos errados e información inconsistente, la información recolectada se ingresó en una base de datos de IBM SPSS Statics versión 22, para la creación de gráficos se recurrió a Microsoft office Excel; se exportaron datos del visor de resultados del SPSS al programa Microsoft Word para la construcción de las tablas bajo los principios exigidos por la redacción científica estilo Vancouver.

**En segunda instancia se procedió a realizar el** análisis de los datos según los requisitos que exige la estadística descriptiva media, desviación estándar, valor mínimo, valor máximo, error estándar de la media y el coeficiente de variación de la resistencia a la fractura in vitro de la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE (tabla N° 01); TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT (tabla N° 02); AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO (tabla N° 03). Posteriormente se procedió a la contrastación empírica de la hipótesis y siendo que se comparan tres grupos se eligió como prueba estadística el análisis de varianza que se consigna en el contenido con el acrónimo de “ANOVA” y una prueba de Post Hoc HSD Tukey; previamente se demostró que las variables numéricas tenían distribución normal para lo cual se utilizó la prueba Kolmogorov Smirnov con un nivel de significancia de 0,05 y un intervalo de confianza del 95,0%; se determinó la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015 (tabla N° 04); comparación de medias en Kg-f de la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT (tabla N° 05); comparación de medias en Kg-f de la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO (tabla N° 06); comparación de medias en Kg-f de la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO (tabla N° 07) y finalmente para fines de contrastar los resultados se procedió a realizar una prueba Post Hoc HSD Tukey de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO (tabla N° 08) y finalmente se procedió hallar los Subconjuntos homogéneos según la prueba Post Hoc

HSD Tukey de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de tres resinas (tabla N° 09).

**3.2. Trabajo de Campo y estadística descriptiva:** Los datos se presentan en las siguientes tablas y gráficos:

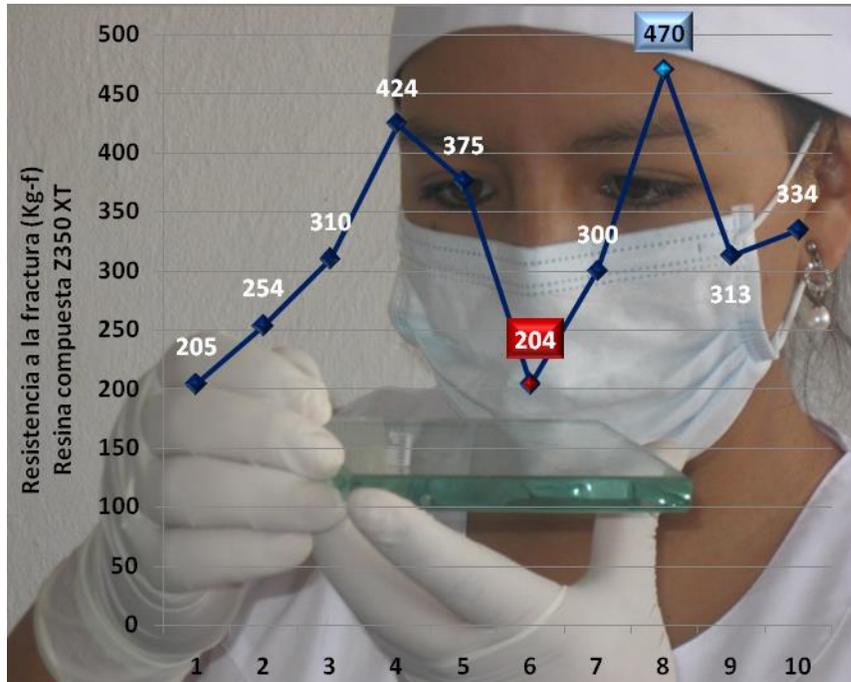
**Tabla N° 01:** Distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina FILTEK Z350 XT

Grupo 1: Resina compuesta Filtek Z350 XT	Resistencia a la fractura	
	Kg-f	Mpa
1	205	51,2
2	254	63.5
3	310	77.4
4	424	105.9
5	375	93.7
6	204	51.0
7	300	74.9
8	470	117.4
9	313	74.2
10	334	83.4

**Fuente:** Máquina universal de ensayos

Descriptivos	Kg-f
Media	318,9
Desviación estándar	86,9
Mínimo	204
Máximo	470
Error estándar de la media	27,509
Coefficiente de variación	<b>0,27</b>

La resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina **FILTEK Z350 XT** estuvo comprendido entre 204 Kg-f a 470 Kg-f con un promedio de 318,9 Kg-f +/- 86,9; con un IC<sub>95%</sub> para la media= [264,98 – 372,81]; con un coeficiente de variación de 0,27 podemos concluir que la distribución de los datos fue homogéneo (*C.V.* < **0.33**). **Ver gráfico N° 01**



Coeficiente de variación= 0,27

**Gráfico N° 01:** Distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina FILTEK Z350 XT en el año 2015

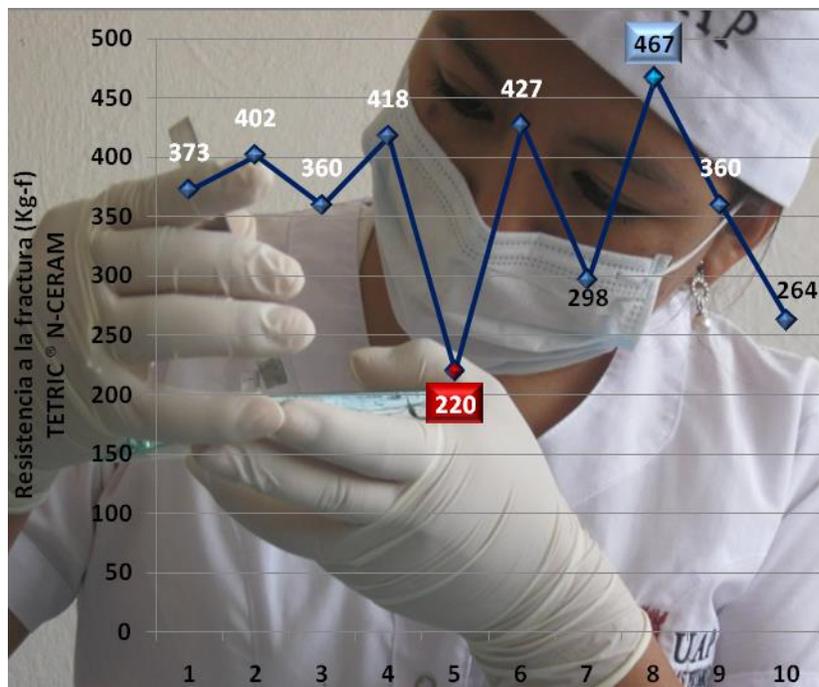
**Tabla N° 02:** Distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina TETRIC N-CERAM

Grupo 2: Resina compuesta TETRIC N-CERAM	Resistencia a la fractura	
	Kg-f	Mpa
1	373	93.2
2	402	100.4
3	360	89.9
4	418	104.4
5	220	55
6	427	106.7
7	298	74.4
8	467	116.7
9	360	89.9
10	264	65.9

Fuente: Máquina universal de ensayos

Descriptivos	Kg-f
Media	358.9
Desviación estándar	77.3
Mínimo	220
Máximo	467
Error estándar de la media	24.46
Coefficiente de variación	0,21

La resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro de la resina **TETRIC N-CERAM** estuvo comprendido entre 220 Kg-f a 467 Kg-f con un promedio de 358,9 Kg-f +/- 77,3; con un IC<sub>95%</sub> para la media= [310,9 – 406,8]; con un coeficiente de variación de 0,21 podemos concluir que la distribución de los datos fue homogéneo (*C.V.* < 0.33). **Ver gráfico N° 02**



Coefficiente de variación= 0,21

**Gráfico N° 02:** Distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina TETRIC N-CERAM

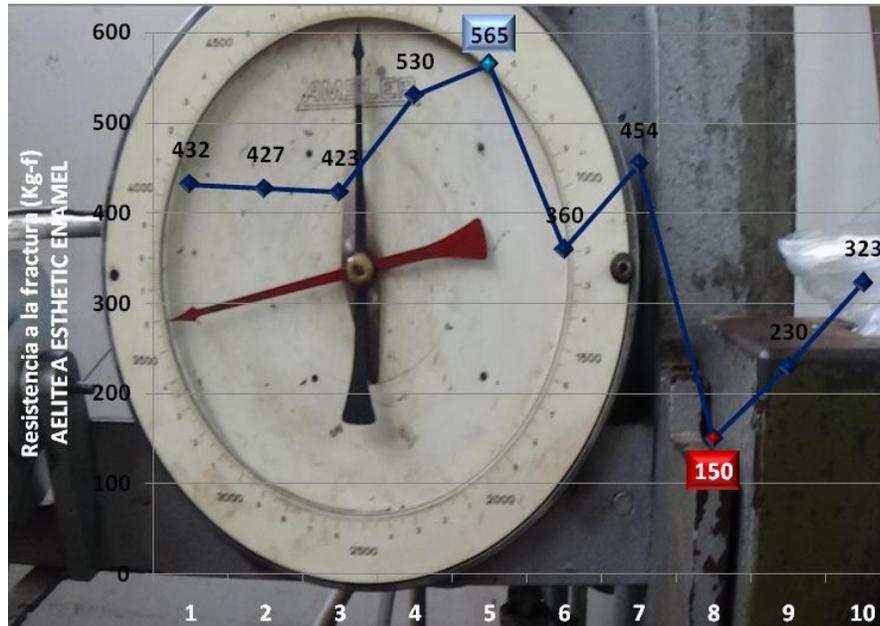
**Tabla N° 03:** Distribución de la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro de la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL

Grupo 3: Resina compuesta AELITE AESTHETIC ENAMEL	Resistencia a la fractura	
	Kg-f	Mpa
1	432	107.9
2	427	106.7
3	423	105.7
4	530	132.4
5	565	141.1
6	360	89.9
7	454	113.4
8	150	37.5
9	230	57.5
10	323	80.7

**Fuente:** Máquina universal de ensayos

Descriptivos	Kg-f
Media	389.4
Desviación estándar	127.8
Mínimo	150
Máximo	565
Error estándar de la media	40.4
Coefficiente de variación	0,32

La resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro de la resina **AELITE AESTHETIC ENAMEL** estuvo comprendido entre 150 Kg-f a 565 Kg-f con un promedio de 389.4 Kg-f +/- 127,8; con un IC<sub>95%</sub> para la media= [310,2 – 468,5]; con un coeficiente de variación de 0,32 podemos concluir que la distribución de los datos fue homogéneo (*C.V.* < **0.33**). **Ver gráfico N° 03**



Coefficiente de variación= 0,32

**Gráfico N° 03:** Distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL

### 3.3. Contrastación y convalidación de la Hipótesis

#### HIPOTESIS GENERAL

Dado que, la distribución de la resistencia de las resinas a la aplicación de la fuerza estática transversal in vitro es heterogénea es probable que:

“Existan diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015”

#### a. Hipótesis estadística:

**H<sub>0</sub>:** No existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015.

**H<sub>1</sub>:** Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015

**b. Nivel de significación:**  $\alpha = 0.05$

**c. Estadística de prueba:** La resistencia (kg-f) a la aplicación de la fuerza estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO presentaron una distribución normal (K-S=0,098;  $p=0,200$ ); homocedasticidad (Tests de Levene=1,326;  $p=0,282$ ) y dado que se compara más de dos grupos se recurrió para la contrastación empírica de la hipótesis a la prueba paramétrica análisis de la varianza “ANOVA” para ello se construyó la siguiente tabla:

**Tabla Nº 04:** Resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015

Grupos	N	Estadística descriptiva		Intervalo de confianza al 95% para la media		Resistencia Kg-f	
		Media	DE	Límite inferior	Límite superior	Mínima	Máxima
Filtek Z350 XT	10	318,9	86,9	264,98	372,81	204	470
Tetric N-Ceram	10	358,9	77,3	310,94	406,85	220	467
Aelite Aesthetic E.	10	389,4	127,8	310,15	468,64	150	565
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>355,7</b>	<b>100,7</b>	<b>319,69</b>	<b>391,77</b>	<b>150</b>	<b>565</b>

ANOVA (Prueba F)=1,254  $p=0,301$

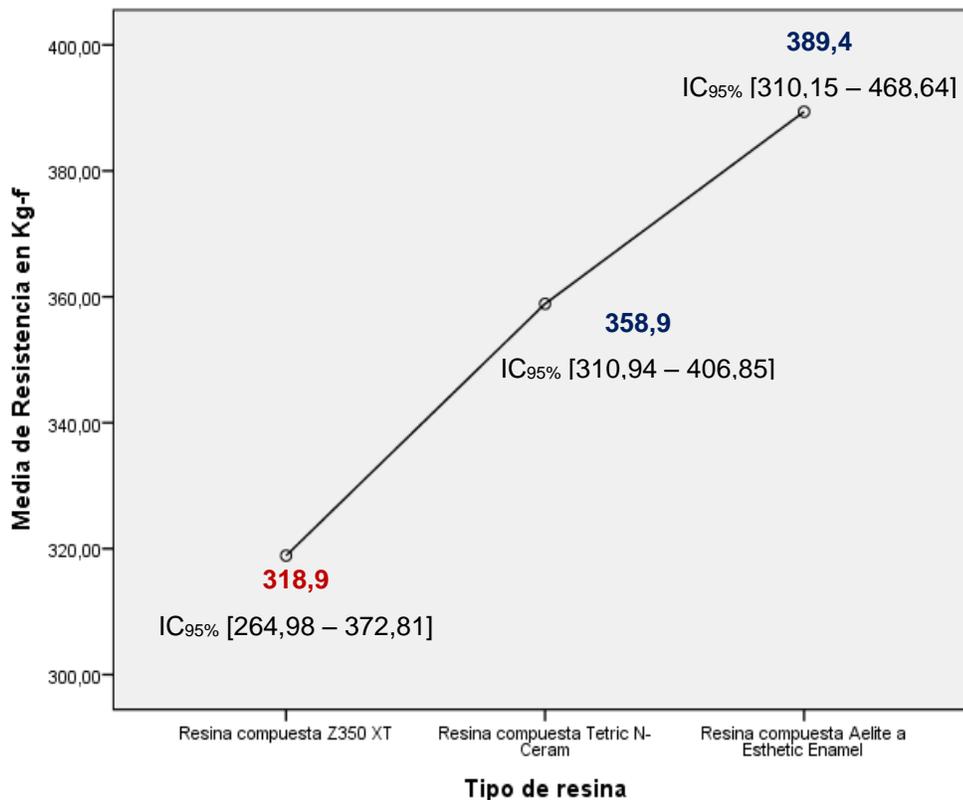
**d. Regla de decisión:**

Si el p-valor es menor al nivel de significancia (0,05) rechazamos la hipótesis nula y validamos la hipótesis alterna; pero si el p-valor es mayor o igual al nivel de significancia (0,05) no podremos rechazar la hipótesis nula por lo que se procederá a concluir con la hipótesis nula.

**e. Conclusión:**

Los resultados obtenidos de la toma de decisiones nos llevan a concluir lo siguiente:

Se encontró que la resina AELITEA AESTHETIC ENAMEL BISCO tuvo **mayor resistencia a la fractura** frente a la carga estática transversal in vitro; siendo el valor mínimo alcanzado de 150 Kg-f (37,5 Mpa) y valor máximo 565 Kg-f (141,1 Mpa) con una media aritmética de 389,4 +/- 127,8 Kg-f con un IC<sub>95%</sub> [310,15 - 468,64]; seguido de la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT con un valor mínimo 220 Kg-f (55,0 Mpa) y el valor máximo 467 Kg-f (116,7 Mpa) con una media aritmética de 358,9 +/- 77,3 Kg-f con un IC<sub>95%</sub> [310,94 - 406,85] y se encontró **con menor resistencia a la fractura** a la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE siendo el valor mínimo alcanzado 204 Kg-f (51,0 Mpa) y el valor máximo 470 Kg-f (117,4 Mpa) con una media de 318,9 +/- 86,9 Kg-f con un IC<sub>95%</sub> [264,98 - 372,81]; sin embargo estas diferencias numéricas no alcanzaron una diferencia estadística significativa por lo que con un error de 0,301 podemos concluir que no existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015 (**ver gráfico N° 04**)



**Gráfico Nº 04:** Comparación de medias en Kg-f de la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015

## HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

### 1ra HIPÓTESIS ESPECÍFICA

Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT en el año 2015

#### a. Hipótesis estadística:

**H<sub>0</sub>:** No existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT

**H<sub>1</sub>:** Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT

**b. Nivel de significación:**  $\alpha = 0.05$

**c. Estadística de prueba:**

Dado que; la distribución de los datos obtenidos de la resistencia a la fractura a la carga estática transversal in vitro de las resinas a comparar FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT tuvieron distribución normal (K-S=0,131 p=0,200 y K-S=0,206; p=0,200 respectivamente) se recurrió a la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes para ello se construyó la siguiente tabla:

**Tabla Nº 05:** Comparación de medias en Kg-f de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT

Tipo de resina	Estadística descriptiva		Diferencia de las medias	
	Media	Desviación estándar	Diferencia	Intervalo de confianza al 95,0%
Z350 XT	318,9	86,9	- 40,0	[-117,3495 a 37,3495]
Tetric N-Ceram	358,9	77,3		

T de Student= -1,086 p=0,292

**d. Regla de decisión:**

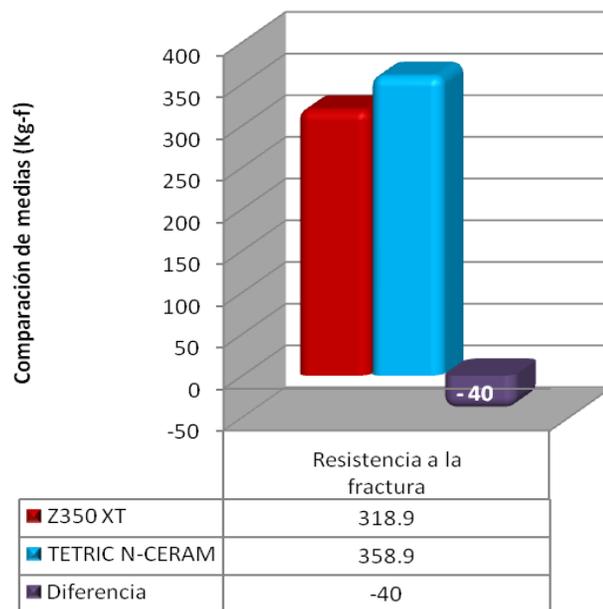
Si el p-valor es menor al nivel de significancia (0,05) rechazamos la hipótesis nula y validamos la hipótesis alterna; pero si el p-valor es mayor o igual al nivel de significancia (0,05) no podemos rechazar la hipótesis nula por lo que se procederá a concluir con la hipótesis nula.

**e. Conclusión:**

Los resultados obtenidos de la toma de decisiones nos llevan a concluir lo siguiente:

A la comparación de medias se encontró una mayor resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro a la resina TETRIC N-CERAM

IVOCLAR VIVADENT con un promedio de 358,9 Kg-f que la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE que alcanzó un promedio menor de 318,9 Kg-f; encontrándose una diferencia de medias de - 40,0 con un IC<sub>95%</sub> [-117,3495 a 37,3495]; sin embargo estas diferencias numéricas encontradas no alcanzaron una diferencia estadística significativa por lo que con un margen de error de 0,292 podemos concluir que no existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT (ver gráfico N° 05)



T de Student= -1,086 p=0,292

**Gráfico N° 05:** Comparación de medias en Kg-f de la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT

## 2da HIPÓTESIS ESPECÍFICA

Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015

### a. Hipótesis estadística:

**H<sub>0</sub>:** No existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO

**H<sub>1</sub>:** Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO

### b. Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

### c. Estadística de prueba:

Dado que; la distribución de los datos obtenidos de la resistencia a la fractura a la carga estática transversal in vitro de la resinas a comparar FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO tuvieron distribución normal (K-S=0,131 p=0,200 y K-S=0,204 p=0,200 respectivamente) se recurrió a la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes para ello se construyó la siguiente tabla:

**Tabla Nº 06:** Comparación de medias en Kg-f de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO

Tipo de resina	Estadística descriptiva		Diferencia de las medias	
	Media	Desviación Estándar	Diferencia	Intervalo de confianza al 95,0%
Z350 XT	318,9	86,9	- 70,5	[-173,2423 a 32,2423]
Aelite A. Enamel	389,4	127,8		
T de Student= -1,442 p=0,167				

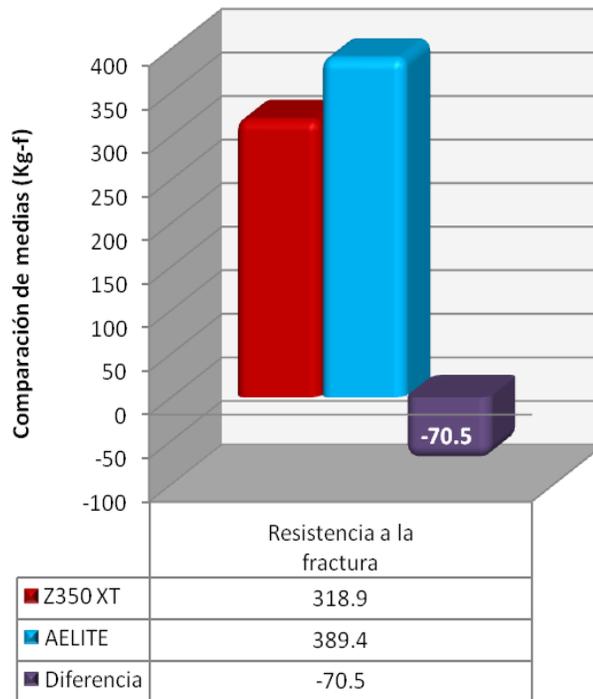
### d. Regla de decisión:

Si el p-valor es menor al nivel de significancia (0,05) rechazamos la hipótesis nula y validamos la hipótesis alterna; pero si el p-valor es mayor o igual al nivel de significancia (0,05) no podemos rechazar la hipótesis nula por lo que se procederá a concluir con la hipótesis nula.

**e. Conclusión:**

Los resultados obtenidos de la toma de decisiones nos llevan a concluir lo siguiente:

A la comparación de medias se encontró una mayor resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro a la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO con un promedio de 389,4 Kg-f que la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE que alcanzó un promedio menor de 318,9 Kg-f; encontrándose una diferencia de medias de  $-70,5$  con un  $IC_{95\%}$  [-173,2423 a 32,242]; sin embargo estas diferencias numéricas encontradas no alcanzaron una diferencia estadística significativa por lo que con un margen de error de 0,167 podemos concluir que no existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO (**ver gráfico N° 06**)



T de Student= -1,442 p=0,167

**Gráfico N° 06:** Comparación de medias en Kg-f de la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO

### 3ra HIPÓTESIS ESPECÍFICA

Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015

#### a. Hipótesis estadística:

**H<sub>0</sub>:** No existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO

**H<sub>1</sub>:** Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO

**b. Nivel de significación:**  $\alpha = 0.05$

**c. Estadística de prueba:**

Dado que; la distribución de los datos obtenidos de la resistencia a la fractura a la carga estática transversal in vitro de la resinas a comparar TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO tuvieron distribución normal (K-S=0,206 p=0,200 y K-S=0,204 p=0,200 respectivamente) se recurrió a la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes para ello se construyó la siguiente tabla:

**Tabla Nº 07:** Comparación de medias en Kg-f de la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO

Tipo de resina	Estadística descriptiva		Diferencia de las medias	
	Media	Desviación Estándar	Diferencia	Intervalo de confianza al 95,0%
Tetric N-Ceram	358,9	77,3	- 30,5	[-129,788 a 68,788]
Aelite A. Enamel	389,4	127,8		

T de Student= -0,645 p=0,527

**d. Regla de decisión:**

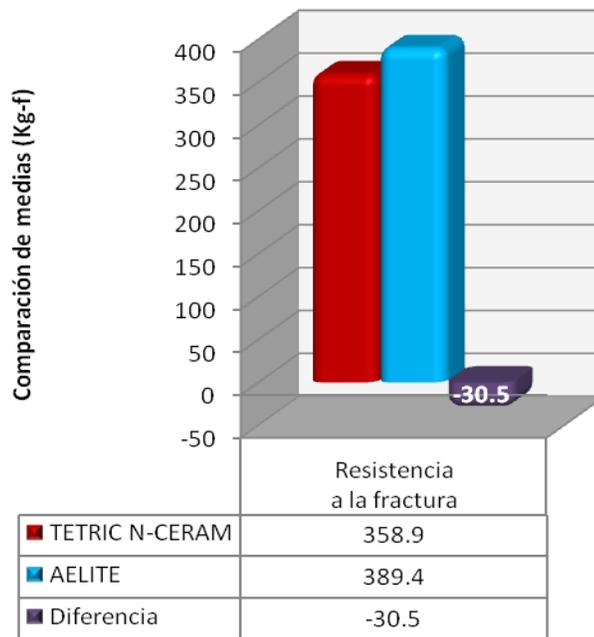
Si el p-valor es menor al nivel de significancia (0,05) rechazamos la hipótesis nula y validamos la hipótesis alterna; pero si el p-valor es mayor o igual al nivel de significancia (0,05) no podemos rechazar la hipótesis nula por lo que se procederá a concluir con la hipótesis nula.

**e. Conclusión:**

Los resultados obtenidos de la toma de decisiones nos llevan a concluir lo siguiente:

A la comparación de medias se encontró una mayor resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro a la resina AELITE AESTHETIC

ENAMEL BISCO con un promedio de 389,4 Kg-f que la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT que alcanzó un promedio menor de 358,9 Kg-f; encontrándose una diferencia de medias de - 30,5 con un IC<sub>95%</sub> [-129,788 a 68,788]; sin embargo estas diferencias numéricas encontradas no alcanzaron una diferencia estadística significativa por lo que con un margen de error de 0,527 podemos concluir que no existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO (ver gráfico N° 07)



T de Student= -0,645 p=0,527

**Gráfico N° 07:** Comparación de medias en Kg-f de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO

**Tabla N° 08:** Prueba Post Hoc HSD Tukey de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO.

Tipo de Resina	Comparaciones múltiples	Diferencia de medias	p-valor	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Z350 XT	Tetric N-Ceram	-40,0	0,647	-150,7025	70,7025
	Aelite Aesthetic	-70,5	0,272	-181,2025	40,2025
	Enamel				
Tetric N-Ceram	Z350 XT	40,0	0,647	-70,7025	150,7025
	Aelite Aesthetic	-30,5	0,775	-141,2025	80,2025
	Enamel				
Aelite Aesthetic	Z350 XT	70,5	0,272	-40,2025	181,2025
	Enamel				
Enamel	Tetric N-Ceram	30,50	0,775	-80,2025	141,2025

ANOVA (Prueba F)=1,254 p=0,301

**Tabla N° 09:** Subconjuntos homogéneos según la prueba **Post Hoc HSD Tukey** de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de tres resinas

Grupos a comparar	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Resina compuesta Z350 XT	10	318,9
Resina compuesta Tetric N-Ceram	10	358,9
Resina compuesta Aelite Aesthetic Enamel	10	389,4
p-valor	10	0,272

Con un p-valor 0,301 podemos concluir que la resistencia a la a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE A ESTHETIC ENAMEL BISCO son estadísticamente similares (tabla N° 07) y según los subconjuntos homogéneos obtenidos por la prueba Post Hoc HSD Tukey (tabla N° 08) se confirmó que las tres resinas tienen igual resistencia a la aplicación de la carga estática transversal ( $p=0,272$ )

## DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como objetivo primordial medir la resistencia a la fractura en tres tipos diferentes de resina compuestas nanorelleno y nanohibrida que están indicadas como material de restauración para dientes anteriores y posteriores.

Desde el punto de vista de las características de los biomateriales de obturación dental, estos deben tener valores máximos de resistencia a la compresión para su buen funcionamiento en boca. De tal modo se determinó la resistencia compresiva que sirve para medir el comportamiento del material polimérico frente a esfuerzos de compresión, que son altamente representativos en el sector posterior y en el sector anterior durante el cierre mandibular y los movimientos masticatorios.

Al no encontrar otros estudios con una metodología similar a la nuestra, hemos comparado nuestros hallazgos con las de otras investigaciones en las que se compara resistencia compresiva de resina microhíbridas y nanohíbridas.

Resistencia a la fractura a la carga estática transversal in vitro de las resina Filtek Z350 XT 3m-espe (tabla N°1) tuvo una media de 318,9 Kg-f +/- 86,9; con un IC<sub>95%</sub> para la media= [264,98 – 372,81]; con un coeficiente de variación de 0,27 podemos concluir que la distribución de los datos fue homogéneo.

Resistencia a la fractura a la carga estática transversal in vitro de las resina Tetric N-Ceram Ivoclar Vivadent (tabla N°2) tuvo una media de 358,9 Kg-f +/- 77,3; con un IC<sub>95%</sub> para la media= [310,9 – 406,8]; con un coeficiente de variación de 0,21 podemos concluir que la distribución de los datos fue homogéneo

Resistencia a la fractura a la carga estática transversal in vitro de las resina Aelite Aesthetic Enamel Bisco (tabla N°3) tuvo una media de 389.4 Kg-f +/- 127,8; con un IC<sub>95%</sub> para la media= [310,2 – 468,5]; con un coeficiente de variación de 0,32 podemos concluir que la distribución de los datos fue homogéneo.

Dado que, la distribución de la resistencia de las resinas a la aplicación de la fuerza estática transversal in vitro fue homogénea, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ , por lo tanto se tomó la hipótesis alterna por ello se dice que no existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la

carga estática transversal in vitro de las resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAMIVOCLARVIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015 (tabla N° 4).

A la comparación de medias se encontró una mayor resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro a la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT con un promedio de 358,9 Kg-f que la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE que alcanzó un promedio menor de 318,9 Kg-f; encontrándose una diferencia de medias de - 40,0 con un IC<sub>95%</sub> [-117,3495 a 37,3495] (tabla N° 5).

A la comparación de medias se encontró una mayor resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro a la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO con un promedio de 389,4 Kg-f que la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE que alcanzó un promedio menor de 318,9 Kg-f; encontrándose una diferencia de medias de - 70,5 con un IC<sub>95%</sub> [-173,2423 a 32,242] (tabla N° 6).

A la comparación de medias se encontró una mayor resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro a la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO con un promedio de 389,4 Kg-f que la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT que alcanzó un promedio menor de 358,9 Kg-f; encontrándose una diferencia de medias de - 30,5 con un IC<sub>95%</sub> [-129,788 a 68,788] (tabla N° 7).

Huayhua Revollo. Universidad Mayor de San Marcos Perú 2013, comparo 2 resinas nanohíbridas en la cual tuvieron una distribución normal, al comparar la resistencia compresiva no se encontró diferencia estadística significativa entre estos dos grupos, por lo cual las resinas nanohíbridas TPH<sup>3</sup> y la Z250 XT no mostraron diferencias en su valor de compresión. La resina nanohíbrida TPH<sup>3</sup> presento una media de 241.9 Mpa superior a la nanohíbrida Z250 XT con una media de 231.1 Mpa.

## CONCLUSIONES

1. Con un  $p$ -valor=0,301 podemos concluir que no existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015
2. La resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina **FILTEK Z350 XT** estuvo comprendido entre 204 Kg-f a 470 Kg-f con un promedio de 318,9 Kg-f  $\pm$  86,9; con un IC<sub>95%</sub> para la media= [264,98 – 372,81] y con un coeficiente de variación de 0,27 podemos concluir que la distribución de los datos fue homogéneo
3. La resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina **TETRIC N-CERAM** estuvo comprendido entre 220 Kg-f a 467 Kg-f con un promedio de 358,9 Kg-f  $\pm$  77,3; con un IC<sub>95%</sub> para la media= [310,9 – 406,8] y con un coeficiente de variación de 0,21 podemos concluir que la distribución de los datos fue homogéneo.
4. La resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina **AELITE AESTHETIC ENAMEL** estuvo comprendido entre 150 Kg-f a 565 Kg-f con un promedio de 389.4 Kg-f  $\pm$  127,8; con un IC<sub>95%</sub> para la media= [310,2 – 468,5] y con un coeficiente de variación de 0,32 podemos concluir que la distribución de los datos fue homogéneo.
5. Con un  $p$ -valor= 0,292 podemos concluir que no existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT.

6. Con un p-valor= 0,167 podemos concluir que no existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO.
  
7. Con un p-valor= 0,527 podemos concluir que no existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO.

## **RECOMENDACIONES**

1. Siendo que la mayor resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal fue la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO, a diferencia de las otras dos resinas en las cuales tuvieron menor grado de resistencia; por lo tanto para una mayor resistencia a la fractura es recomendable utilizar la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO sobre todo en pacientes que tienden a sufrir tensión mandibular.
2. Se recomienda realizar más investigaciones sobre las propiedades mecánicas de la nanotecnología de las resinas.
3. Se recomienda difundir la presente investigación con los profesionales de salud oral y de igual forma orientar al paciente acerca del material que se va a utilizar.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Argimon- Pallás J, Jimenez -Villa J. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. 4ta Ed. 2005. Pág. 29
2. Paula Alejandra Baldión Elorza, Deisy Andrea Vaca Hortua, César Andrés Álvarez Silva, Diego Alexander Agaton Montes. Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta, revista colombiana de investigación, 2010; Vol 1, No3.
3. Huayhua Revolledo Edison David. Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas. Tesis / bachiller, Lima Perú: Universidad Nacional Mayor De San Marcos Facultad de Odontología; 2013.
4. Gina Melisa Loyola Monterroso. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una resina de nanorelleno y una resina compuesta posterior. Tesis / bachiller, Lima Perú: Universidad Mayor De San Marcos Facultad de Odontología; 2012.
5. *Ibíd.* (Huayhua Revolledo Edison David. Pag 38, 2013).
6. Rodríguez G. Douglas R, Pereira S. Natalie A. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas, acta odontológica Venezolana, 2008 Volumen 46 N° 3.
7. Adela Hervás García, Miguel Angel Martínez Lozano, Jose Cabanes Vila, Amaya Barjau Escribano, Pablo FosGalve. Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas, revista scielo madrid, 2006, volumen 11 N°2
8. *Opcit* (Huayhua Revolledo Edison David. Pag 46. 2013)
9. *Ibíd.* (Rodríguez G. Douglas R, Pereira S. Natalie A. 2008)
10. *Ibid* (Huayhua Revolledo Edison David. Pag 46. 2013)
11. 3M espe profesionales dentales, Filtek Z350 XT, revista de literatura, 2014
12. Ivoclar Vivadent. Tetric N- Collection. revista de literatura. 2014. pag 6.
13. *Ibíd.* (Ivoclar Vivadent. pag 13. 2014)

14. pareja lecaros, Tetric N-Ceram, revista de literatura Pareja Lecaros, 2010.
15. Bisco. Instruccione de uso, Revista AELITE COMPOSITES, volumen 5/10, pag 2-5.
16. Real Academia Española, resistencia, derechos reservados, Madrid, 2015
17. Instron, resistencia a la compresión, todos los derechos reservados, España, 2015
18. Real Academia Española, fractura, derechos reservados, Madrid, 2015.
19. Definición.de, dinámica, todos los derechos reservados.
20. Real Academia Española, in vitro, derechos reservados, Madrid, 2015
21. Real Academia Española, in vitro, derechos reservados, Madrid, 2015
22. Opcit (3m espe profesionales dentales, 2014).
23. Opcit (pareja lecaros, 2010).
24. Opcit (Bisco, volumen 5/10, pág. 2-5).

# **ANEXOS**

### ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO: RESISTENCIA A LA FRACTURA A LA CARGA ESTÁTICA TRANSVERSAL IN VITRO DE LAS RESINA FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT Y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO EN EL AÑO 2015**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTO
<p style="text-align: center;"><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p><b>PG:</b> ¿Existirán diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015?</p> <p style="text-align: center;"><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p><b>PE 01:</b> ¿Cuál es la distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina FILTEK Z350 XT en el año 2015?</p> <p><b>PE 02:</b> ¿Cuál es la distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina TETRIC N-CERAM en el año 2015?</p> <p><b>PE 03:</b> ¿Cuál es la distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL en el año 2015?</p>	<p style="text-align: center;"><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p><b>OG:</b> Determinar si existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015</p> <p style="text-align: center;"><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p><b>OE 01:</b> Establecer la distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina FILTEK Z350 XT en el año 2015</p> <p><b>OE 02:</b> Establecer la distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina TETRIC N-CERAM en el año 2015</p> <p><b>OE 03:</b> Establecer la distribución de la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL en el año 2015</p>	<p style="text-align: center;"><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p><b>HG:</b> Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro de las resinas FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015</p> <p style="text-align: center;"><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b></p> <p><b>HE 01:</b> La distribución de la resistencia a la fractura es homogéneo frente a la carga estática transversal in vitro de la resina FILTEK Z350 XT en el año 2015</p> <p><b>HE 02:</b> La distribución de la resistencia a la fractura es homogéneo frente a la carga estática transversal in vitro de la resina TETRIC N-CERAM en el año 2015</p> <p><b>HE 03:</b> La distribución de la resistencia a la fractura es homogéneo frente a la carga estática transversal in vitro de la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL en el año 2015</p>	<p style="text-align: center;"><b>Variable Independiente</b></p> <p style="text-align: center;">Fuerza estática transversal</p> <p style="text-align: center;"><b>Variable dependiente:</b> Resistencia a la fractura</p>	<p>Máquina de tensión y comprensión <b>Hounfild</b></p>

PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICA	VARIABLES	INSTRUMENTO
<p><b>PE 04:</b> ¿Existirán diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT en el año 2015?</p> <p><b>PE 05:</b> ¿Existirán diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015?</p> <p><b>PE 06:</b> ¿Existirán diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015?</p>	<p><b>OE 04:</b> Establecer si existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT en el año 2015</p> <p><b>OE 05:</b> Establecer si existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015</p> <p><b>OE 06:</b> Establecer si existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015</p>	<p><b>HE 04:</b> Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT en el año 2015</p> <p><b>HE 05:</b> Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a carga estática transversal in vitro entre la resina FILTEK Z350 XT 3M-ESPE y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015</p> <p><b>HE 06:</b> Existen diferencias estadísticas significativas en la resistencia a la fractura frente a la carga estática transversal in vitro entre la resina TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT y la resina AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO en el año 2015</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Fuerza estática transversal</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Resistencia a la fractura de la resina FILTEK Z350XT, TETRIC N-CERAM Y AELITE AESTHETIC ENAMEL</p>	<p>Máquina de tensión y compresión hounfield</p>

**ANEXO N°02: INSTRUMENTO**



**FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGIA**

RESISTENCIA A LA FRACTURA A LA CARGA ESTÁTICA TRANSVERSAL IN VITRO  
DE LAS RESINA FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM  
IVOCLAR VIVADENT Y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO EN EL AÑO 2015

Material	Numero de muestra	Resistencia compresiva		
		Carga máxima soportada por el espécimen (kg/f)	Área de la sección transversal de la probeta mm <sup>2</sup>	R=resistencia compresiva Mpa
Resina compuesta Filtek Z350 XT	1	205	19.64	51.2
	2	254	19.64	63.5
	3	310	19.64	77.4
	4	424	19.64	105.9
	5	375	19.64	93.7
	6	204	19.64	51.0
	7	300	19.64	74.9
	8	470	19.64	117.4
	9	313	19.64	74.2
	10	334	19.64	83.4
Resina compuesta Tetric N-Ceram	1	373	19.64	93.2
	2	402	19.64	100.4
	3	360	19.64	89.9
	4	418	19.64	104.4
	5	220	19.64	55.0
	6	427	19.64	106.7
	7	298	19.64	74.4
	8	467	19.64	116.7
	9	360	19.64	89.9

	10	264	19.64	65.9
Resina compuesta Aelite Aesthetic Enamel	1	432	19.64	107.9
	2	427	19.64	106.7
	3	423	19.64	105.7
	4	530	19.64	132.4
	5	565	19.64	141.1
	6	360	19.64	89.9
	7	454	19.64	113.4
	8	150	19.64	37.5
	9	230	19.64	57.5
	10	323	19.64	80.7

## **ANEXO N° 03: INSTRUCCIONES DE CADA MATERIAL DE RESINA COMPUESTA**

### **RESINA FILTEK Z350 XT.**

#### **Indicaciones de uso.**

La resina Filtek TM Z350 XT está indicada para los siguientes usos:

- Restauraciones Directas en anteriores y posteriores (Clases I, II, III, IV y V).
- Odontología Mínimamente Invasiva (OMI).
- Técnica sándwich con ionomeros de vidrio.
- Cúspides.
- Restauraciones indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas.
- Restauraciones directas anteriores y posteriores (incluyendo las superficies oclusales).
- Fabricación de núcleos.
- Ferulización.
- Restauraciones indirectas (incluyendo inlays, onlays y carillas).

#### **Versatilidad**

- Universal anteriores y posteriores.
- Un sistema de colores más fácil de usar.
- Codificación de colores de acuerdo a su opacidad.
- Nuevas etiquetas más fáciles de leer.
- Un rango extendido de colores para cuerpo.
- Una manipulación semejante a la resina Supreme para todas las opacidades.
- Colores translúcidos mejorados.
- Una mejor manipulación de los colores translúcidos.
- Disponibilidad de colores translúcidos en cápsulas.
- Los colores translúcidos son radiopacos.

## **Ventaja**

### **Estética Insuperable**

- Excelente pulido y retención de pulido frente a los microrellenos.
- Fluorescencia Mejorada.

### **Fácil de usar**

- Mejor selección de tonos cuerpo.
- Jeringas codificadas según la opacidad.
- Etiquetas en negrilla más fáciles de leer.
- Manipulación Excepcional.
- Manejo mejorado de tonos translúcidos.

### **Desempeño**

- Resistencia al desgaste equivalente al Restaurador Universal Filtek Z350.
- Radiopaco.
- Fuerza excepcional para su uso en anteriores y posteriores.

### **Resistencia al Desgaste Similar al Esmalte.**

- Resistencia al desgaste igual al Restaurador Universal Filtek Z350 XT.
- En un estudio clínico a 5 años, se demostró que el restaurador Filtek Z350 XT tiene una resistencia al desgaste similar al esmalte.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup>3m espe profesionales dentales, filtek Z350 XT, revista de literatura, 2014

## **RESINA NANOHIBRIDA TETRIC N-CERAM**

### **Brillo de la superficie**

### **Indicaciones**

- Restauraciones Adhesivas directas en anteriores y posteriores.
- Todas las indicaciones, clases I a V.
- Restauraciones indirectas para cementarse con procedimiento adhesivo.

### **Ventajas**

- Excelentes propiedades físicas.
- Pulido óptimo.
- Alta radiopacidad.
- Tiempos de trabajo prolongados.
- Fluorescencia ideal.
- Fácil manipulación.
- Diferentes grados de opacidad.

### **Procedimiento o aplicación**

- Acondicionamiento de la pieza dentaria.
- Aplicar ácido fosfórico al 37% en el esmalte por 20 segundos y en dentina 5 segundos.
- Lavar para la remoción del ácido fosfórico.
- Secar la zona a restaurar cuidadosamente.
- Aplicar el adhesivo (p. ej. tetric n-bond) y eliminar excesos, luego fotocurar.

### **Aplicación del producto**

- Con instrumental adecuado aplicar capas de tetric n-bond de no más de 2 mm de grosor.
- Modelar el material para reproducir la anatomía.
- Fotopolimerizar por 20 segundos.

- Después de la última capa, finalizar con un adecuado sistema de pulido.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup>pareja lecaros, Tetric N-ceram, revista de literatura Pareja Lecaros, 2010

## RESINA NANOHIBRIDA AELITE AESTHETIC ENAMEL

### Beneficios

- Relleno reforzado que mejora la adhesión y evita las grietas.
- Soporta cargas y desgastes altos, como son posteriores gracias a su módulo de flexión.
- Fácil esculpido ya que presenta un fácil manejo.
- Consistencia pegajosa para técnicas de estética.

**Indicaciones de uso:** Principales usos para la AELITE AESTHETIC ENAMEL:

- Capa de esmalte para restauraciones clase I, II, III, IV, VI.
- Cierre de Diastemas.
- Carillas Directas.
- Reparación de compuestas y porcelana.
- Ferulización de dientes con periodontitis.

### Advertencia:

El ácido grabado fosfórico es un irritante de ojos y piel. Se pueden producir lesiones si al reactivo de ataque se le permite permanecer en la piel. Si salpica accidentalmente en los ojos, lave con abundante agua y busque atención médica de inmediato. En caso de contacto con otros tejidos, lávelos inmediatamente con abundante agua durante varios minutos.

Al utilizar adhesivos dentales, evite la contaminación con líquidos o saliva, ya que se pone en riesgo la adhesión del adhesivo con la dentina.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup>Bisco. Instruccione de uso, Revista AELITE COMPOSITES, volumen 5/10, pag 2-5.

## ANEXO N° 04: PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTO

El grupo experimental estuvo conformado por 3 tipos de resina compuesta (Filtek Z350 XT 3m-espe, Tetric N-Ceram Ivoclar Vivadent y Aelite Aesthetic Enamel Bisco), de las cuales se elaboraron 30 muestras, estas fueron divididas en tres grupos 10 de cada resina con una medida de 5 mm de diámetro y 8 mm de altura. Para el proceso de aleatorización se recurrió al programa para análisis epidemiológico de datos "EPIDAT". Para esto se confecciono 30 cubos de cilindro, de la jeringa tuberculina teniendo de diámetro los 5 mm y tomando la medida de 8 mm de altura. Estas fueron elaboradas de acuerdo a las indicaciones de cada fabricante, es decir la resina Filtek Z350 XT 3m-espe se realizó el relleno cada 2 mm de espesor y se fotocuro con 20 segundos, así sucesivamente hasta rellenar el cubo cilíndrico; la resina Tetric N-Ceram Ivoclar Vivadent de la misma forma se realizó el relleno de 2 mm y se fotocuro 20 segundos, el mismo procedimiento hasta rellenar el cubo cilíndrico; la resina Aelite Aesthetic Enamel Bisco de igual modo se iso el relleno de 2 mm de espesor y se fotocuro en 20 segundos de igual modo hasta rellenar el cubo cilíndrico y obtener el cubo de resina con la medida predeterminada, al finalizar la preparación se procedió a realizar el corte del cubo cilíndrico que se confecciono. Una vez hecho el corte se pasó a quitar el exceso de resina que se presentó en los bordes del cubo de resina y se procedio a pulir la superficie con una piedra alcanza, luego se sometio a una temperatura de  $37\pm 1^{\circ}\text{C}$  y una humedad al 100% en agua destilada durante 24 horas antes de someter a prueba. El investigador asigno a cada muestra un número los mismos que conocerá a qué grupo de experimento corresponden. Antes de aplicar la carga transversal, una persona ajena al estudio asigno aleatoriamente las letras A, B y C a cada grupo de estudio con sus respectivos números a cada muestra, así mismo la persona encargada de aplicar la fuerza con la maquina desconocerá que técnica de preparación biomecánica estaba colocado en cada grupo experimental para conseguir que la prueba sea doble ciego.

Para las mediciones de la resistencia de la fractura se utilizó la máquina de tensión y comprensión Houfield sometiendo a resistencia a la fractura a la carga estática transversal in vitro de las resina Filtek Z350 XT 3m-espe, Tetric N-Ceram Ivoclar Vivadent y Aelite Aesthetic Enamel bisco. Para garantizar la calidad de los datos, se superviso el diligenciamiento de la ficha de recolección de datos. Se revisaron las distribuciones de las tablas para cada uno de las variables a fin de indentificar códigos errados e información inconsistente. La información recolectada se ingresó en una base de datos de IBM SPSS Statics versión 22, para la creación de grafico se recurrió a Microsoft office Exel. Se importaron datos del visor de resultado del SPSS al programa Microsoft Word para la construcción de las tablas bajo los principios exigidos por la redacción científica estilo Vancouver. Siendo el objetivo estadístico comparar; en primera instancia se utilizó la prueba no paramétrica análisis de un factor “ANOVA” y una prueba de Post Hoc HSD Tukey; previamente se demostró que las variables numéricas tuvieran distribución normal para lo cual se utilizó la prueba Kolmogorov Smirnoff con un nivel de significancia de 0,05 y un intervalo de confianza del 95,0%.

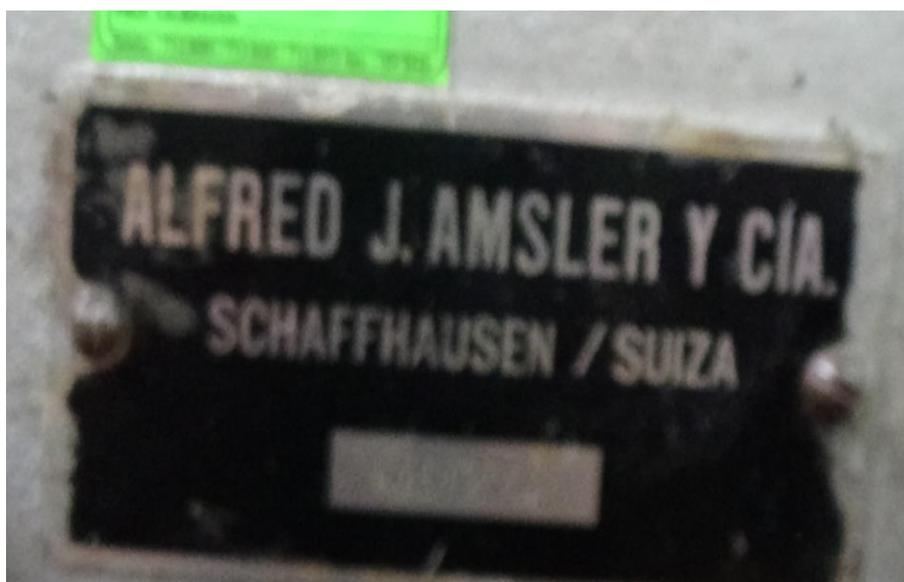
### ANEXO 05: BASE DE DATOS

**TITULO:** RESISTENCIA A LA FRACTURA A LA CARGA ESTÁTICA TRANSVERSAL IN VITRO DE LAS RESINA FILTEK Z350 XT 3M-ESPE, TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT Y AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO EN EL AÑO 2015

ID	Tipo de resina	Resistencia a la aplicación de la fuerza estática transversal
1	<b>FILTEK Z350 XT 3M-ESPE</b>	205.0
2		254.0
3		310.0
4		424.0
5		375.0
6		204.0
7		300.0
8		470.0
9		313.0
10		334.0
11	<b>TETRIC N-CERAM IVOCLAR VIVADENT</b>	373.0
12		402.0
13		360.0
14		418.0
15		220.0
16		427.0
17		298.0
18		467.0
19		360.0
20		264.0
21	<b>AELITE AESTHETIC ENAMEL BISCO</b>	432.0
22		427.0
23		423.0
24		530.0
25		565.0
26		360.0
27		454.0
28		150.0
29		230.0
30		323.0

## ANEXO 06: CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO

Máquina de tensión y compresión Hounfield calibrado a fecha de 13 de junio del 2014.



## ANEXO 07: TRÁMITES ADMINISTRATIVOS

 **UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**  
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

Ica, 03 de marzo 2015

**CARTA DE PRESENTACIÓN**

Sr. Dr. PEDRO LEGUA LEYDA  
DIRECTOR DE LA BIBLIOTECA GENERAL  
UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA



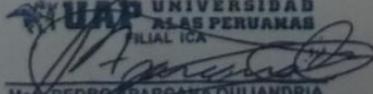
**PRESENTE:**

Mediante la presente, le saludo cordialmente y hago mención de lo siguiente:  
El que suscribe Director de la Escuela Académico Profesional de Estomatología hace constar que la Srta: ISASI SANDOVAL, EDITH MAGALY con código de matrícula N° 2010172697, es estudiante del X Ciclo de la mencionada Escuela, para la cual solicito se le permita el acceso a la biblioteca general de la Universidad Peruana Cayetano Heredia con fines de poder obtener información requerida para su investigación.

Se le expide la presente, para los fines que estime conveniente.

Agradeciéndole por la atención, me reitero de usted.

**ATENTAMENTE**

  
**M. PEDRO PARGANA QUIJANDRIA**  
DIRECTOR  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

**ANEXO 08:  
BOLETA DE INGRESO A LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE  
SAN MARCOS**

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
 Universidad del Perú, DECANATO DE AMÉRICA  
 FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
 OFICINA DE ECONOMÍA  
 Calle Germán Amezaga N° 375  
 Lima - Lima - Lima - Ciudad Universitaria

R.U.C. 20148092282  
**BOLETA DE VENTA**  
 014- N° 260548

Sres. Asasi Sandra Edith  
 Dirección \_\_\_\_\_

Cant.	DESCRIPCIÓN	Importe
	N° de Contrato <b>DOCUMENTARIO</b>	
	Otros	
	Clinica	
	<u>1 libro de medicina</u>	
Son:	<u>tres y 00/100</u>	



Exonerado de todo impuesto

TOTAL 3.

Tecnología Offset E.I.R.L.  
 Telf.: 425-0799  
 R.U.C. N° 20465384981  
 Serie 014 del 250001 al 262000  
 N° Aut. 0375472021 F.L. 19/05/2014

Lima, de 30 de 01 del 15 USUARIO

**ANEXO 09:  
OFICIO PARA LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE INGENIERIA**



## ANEXO 10: FOTOGRAFÍAS

Materiales utilizados para la elaboración de las muestras de resinas

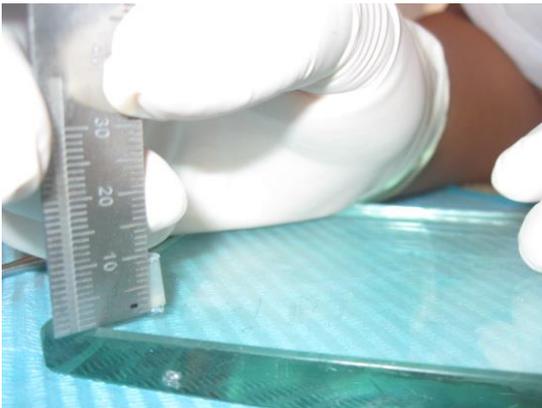
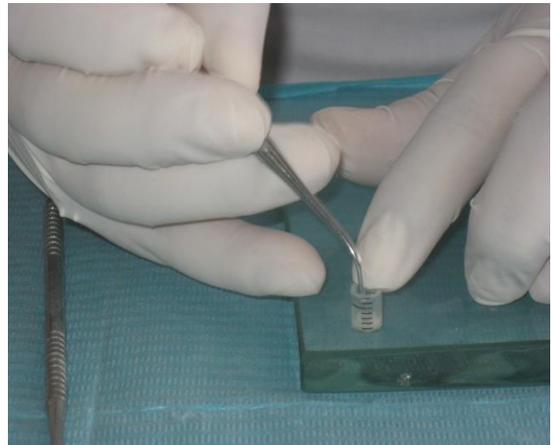


Elaboracion de los cubos de acuerdo a la medida prescritas

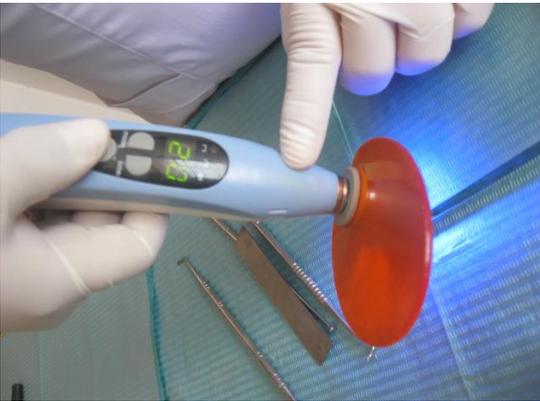
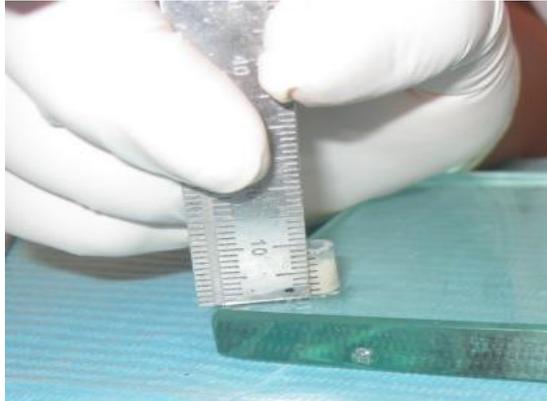
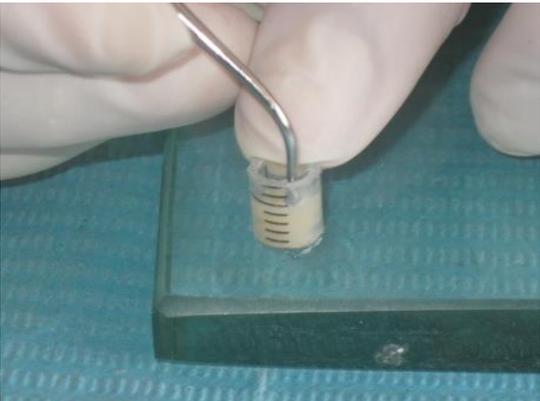




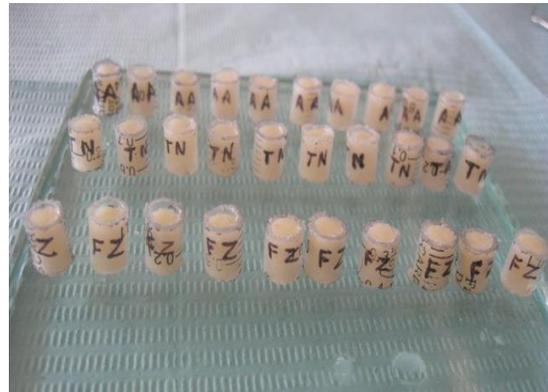
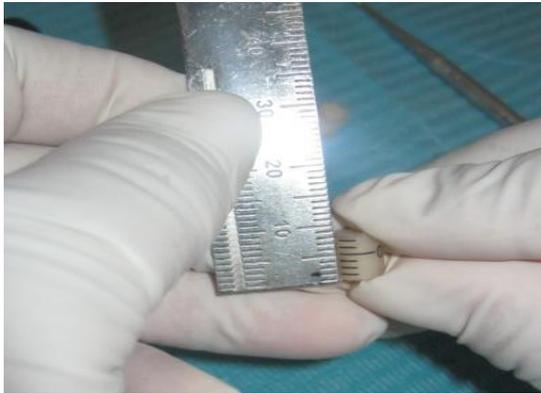
Elaboracion de las muestras de los tres tipos de resina  
Se coloco el molde sobre una platina luego se coloco los incrementos de cada 2 mm  
de espesor fotocurando 20"



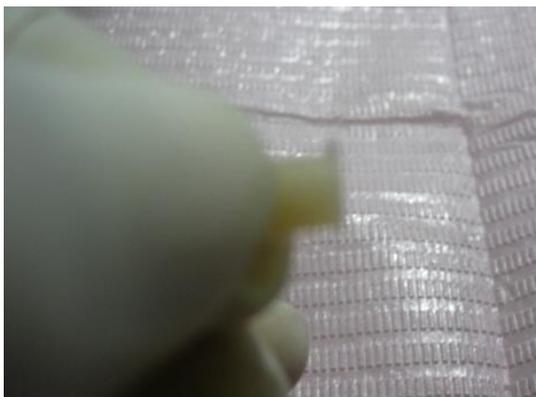
Segundo, tercer y cuarto incremento de 2 mm y su respectivo fotocurado de 20".



Muestra final de resina 5mm de diametro y 8 mm de altura. 30 muestras de resina compuesta ( 10 muestras de cada resina)



Se realizó el corte del molde cilíndrico y el pulido de las superficies de la resina para quitar el exceso.



Se sometió a temperatura de  $37 \pm 1^\circ\text{C}$



Almacenamiento de las muestras en agua destilada por 24 horas



Maquina universal de ensayo con la muestra colocada, en la cual se esta ejerciendo fuerzas compresivas en la muestra en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingenieria de Mecanica de la Universidad Nacional de Ingenieria.



las dos manesillas empiezan a las 12 horas, en la parte mas alta de la esfera. (la manesilla roja se queda estatico donde se produce la fractura en Kg-f).



Máquina de tensión y compresión Hounfield

