



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Odontología**

**Escuela Profesional de Odontología**

**Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la flexión de espigos de fibra de cuarzo y espigos de fibra de vidrio**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

**AUTOR**

Marco Antonio PEÑA JANAMPA

**ASESOR**

Felipe Enrique LOZANO CASTRO

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Peña M. Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la flexión de espigos de fibra de cuarzo y espigos de fibra de vidrio [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología; 2017.

---

873



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
 (Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
**FACULTAD DE ODONTOLOGIA**  
 VICE DECANATO ACADÉMICO  
 UNIDAD DE ASESORÍA Y ORIENTACIÓN DEL ESTUDIANTE



# ACTA

86

Los Docentes que suscriben, reunidos el diez de julio del 2017 por encargo de la Sra. Decana de la Facultad, con el objeto de constituir el Jurado de Sustentación para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista del Bachiller:

**PEÑA JANAMPA, Marco Antonio** ✓

### CERTIFICAN :

Que, luego de la Sustentación de la Tesis « **ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE ESPIGOS DE FIBRA DE CUARZO Y ESPIGOS DE FIBRA DE VIDRIO** » y habiendo absuelto las preguntas formuladas, demuestra un grado de aprovechamiento: Sobresaliente, siendo calificado con un promedio de: Dieciocho ..... 18.....  
 (en letras) (en números)

En tal virtud, firmamos en la Ciudad Universitaria, a los diez días del mes de julio del dos mil diecisiete.

**PRESIDENTE DEL JURADO**

**Mg. C.D. Carlos Alberto Arroyo Pérez**

**MIEMBRO**

**C.D. Abel Anglas Machacuay**

**MIEMBRO (ASESOR)**

  
**Mg. C.D. Felipe Enrique Lozano Castro**

Escala de calificación: Grado de Aprovechamiento:  
 Sobresaliente (18-20), Bueno (15-17), Regular (12-14), Desaprobado (11 ó menos)  
 Criterios : Originalidad, Exposición, Dominio del Tema, Respuestas.

A Dios, por permitirme cumplir esta meta, por darme las fuerzas para seguir adelante y afrontar las dificultades del camino, enseñándome a aprender de las adversidades y a no desfallecer en el intento.

A mis Padres, Marceliano y Primitiva, que lo son todo para mí, por siempre brindarme su apoyo y confianza en cada paso que doy, por su motivación en cada momento de duda, por sus enseñanzas, valores y su eterna paciencia que me ha permitido ser una persona de bien, por inspirarme a seguir mis sueños y por el amor incondicional que me brindan cada día.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Mg. Esp. Felipe Lozano Castro, por su interés, dedicación, sus sabios consejos, orientación y apoyo continuo para la realización de esta tesis, así como también por toda su paciencia, enseñanzas y experiencias compartidas.

Al CD. Abel Anglas Machacuay, por el especial interés puesto en la revisión de este trabajo.

Al Mg. Esp. Arroyo Pérez Alberto, por sus recomendaciones para la realización de este trabajo.

A los miembros del Laboratorio de Materiales N°4 de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNI, por la ayuda y el tiempo prestado para la obtención de resultados en el ensayo de flexión requeridos en este trabajo.

Expreso mi sincero reconocimiento a la UNMSM y especial gratitud a todos mis maestros de la Facultad de Odontología, por su amistad y por orientar mis pasos durante mi formación profesional. Así también un agradecimiento especial a cada persona que de uno u otro modo contribuyeron y me brindaron su apoyo incondicional, sugerencias y ánimos para culminar este trabajo.

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la diferencia en la resistencia a la flexión entre espigos de fibra de cuarzo y espigo de fibra de vidrio.

**Materiales y Método:** 30 espigos de fibra se seleccionaron y se dividieron en 2 grupos de 15. Grupo A: D.T. Light-Post® Illusion™ X-RO (RTD); Grupo B: Exacto 0.5 (Angelus). Se realizó el ensayo de flexión en tres puntos según norma ISO 14125 para todas las muestras; Las cuales se observaron hasta que se produzca la fractura de los espigos.

**Resultados:** Los resultados mecánicos se sometieron a la prueba estadística t-Student. Donde los espigos de fibra de vidrio (Grupo B) presentaron los valores más altos para resistencia a la flexión ( $2682,6 \pm 444,1$ ), mientras que los espigos de fibra de cuarzo (Grupo A) presentaron valores menores ( $1865,4 \pm 153,6$ )

**Conclusiones:** Se encontró que los espigos de fibra de vidrio presentaron mayor resistencia a la flexión (Mpa) que los espigos de fibra de cuarzo; se determinó que hubo diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ )

**Palabras claves:** Postes de fibra de vidrio- Postes de fibra de cuarzo- Resistencia a la flexión-prueba de flexión en tres puntos

## SUMMARY

The aim of this study was to determine differences in flexural strength in fiberglass post and fiber quartz post.

**Materials and Methods:** 30 fiber spikes were selected and divided into 2 groups of 15. Group A: D.T. Light-Post® Illusion™ X-RO (RTD); Group B: Exact 0.5 (Angelus). The bending test was performed in three points according to ISO 14125 for all samples; These were observed until the fracture of the spindles occurs.

**Results:** The mechanical results were subjected to the t-Student statistical test. Where the fiberglass spikes (Group B) had the highest values for flexural strength ( $2682.6 \pm 444.1$ ), while the quartz fiber spikes (Group A) presented lower values ( $1865.4 \pm 153.6$ ).

**Conclusions:** It was found that fiber glass post had higher flexural strength (Mpa) than quartz fiber post; It was determined that there was statistically significant difference ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** fiberglass posts- quartz posts- Flexural strength- three-point bending test.



## INDICE

I.	INTRODUCCION .....	13
II.	PROBLEMA DE LA INVESTIGACION .....	14
2.1	Área problema .....	14
2.2	Delimitación.....	14
2.3	Formulación del problema.....	15
2.4	Objetivos.....	15
2.4.1	Objetivo General .....	15
2.4.2	Objetivos Específicos .....	15
2.5	Justificación .....	15
2.6	Limitaciones .....	16
III.	MARCO TEORICO.....	17
3.1	Antecedentes .....	17
3.2	Bases teóricas.....	24
3.2.1	Fuerza .....	24
3.2.2	Resistencia.....	24
3.2.3	Flexión .....	25
3.2.4	Resistencia a la flexión o módulo de rotura.....	26
3.2.5	Módulo de elasticidad.....	27
3.2.6	Generalidades de los espigos de fibra.....	28
3.2.7	Espigo de fibra de vidrio .....	41
3.2.8	Espigo de fibra de cuarzo.....	42
3.3	Hipótesis.....	44
3.4	Operacionalización de variables.....	45
IV.	METODOLOGÍA .....	46
4.1.	Tipo de investigación.....	46
4.2.	Población y Muestra .....	46

4.2.1.	Muestra .....	46
4.2.2.	Tipo de Muestreo .....	47
4.3.	Método, procedimientos e instrumento de recolección de datos .....	47
4.3.1.	Método:.....	47
4.3.2.	Instrumento .....	47
4.3.3.	Procedimiento .....	48
4.4.	Procesamiento de datos.....	51
4.5.	Análisis de resultados. ....	51
V.	RESULTADO .....	52
VI.	DISCUSIÓN.....	55
VII.	CONCLUSIONES.....	57
VIII.	RECOMENDACIONES.....	58
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
X.	ANEXOS.....	65

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estudio de una rebanada deformada de una viga a flexión .....	26
Figura 2. Los tipos de reconstrucción poste, cemento, dentina y material restaurador .	29
Figura 3. En un MEB un poste con densidad de fibras elevadas .....	33
Figura 4. En un MEB un poste con densidad de fibras bajas.....	33
Figura 5. Comportamiento anisótropo del poste <sup>20</sup> .....	38
Figura 6 Núcleo central de poste de fibra de carbono rodeadas por fibras de cuarzo	20
.....	43
Figura 7 Espigo de fibra de cuarzo. D.T. Light-Post® Illusion™ X-RO® # 0.5 .....	49
Figura 8. Espigo de fibra de vidrio. Exacto 0.5 Angelus® .....	49
Figura 9. Aditamento en acero inoxidable .....	49
Figura 10. Medición de los espigos y montaje en la máquina de ensayo universal.....	50
Figura 11. Anotación de resultados de las pruebas en el laboratorio N°4 de la facultad de ingeniería mecánica de la UNI.....	50

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Módulo de elasticidad según el material. ....	30
Tabla 2. Prueba de T-Student para espigos de fibra de cuarzo.....	52
Tabla 3: Prueba de T-Student para espigos de fibra de vidrio .....	53
Tabla 4: Comparación de la resistencia a la flexión (media) de espigos de fibra de cuarzo(A) y espigos de fibra de vidrio(B).....	53

## INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 Comparación de la resistencia a la flexión (media) de espigos de fibra de cuarzo y espigos de fibra de vidrio. ....	54
GRÁFICO 2 Comparación de la resistencia a la flexión (media) de espigos de fibra de cuarzo y espigos de fibra de vidrio. ....	54

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de recolección de datos .....	65
Anexo 2. Informe técnico de la UNI .....	67
Anexo 3 Máquina de ensayo universal Alfred J. AMSLER Y CIA Schaffhausen/suiza.	70
Anexo 4. Instalaciones de la UNI y la facultad de Ingeniería Mecánica .....	71
Anexo 5. Ficha técnica de los espigos de fibra de cuarzo D.T. Light-Post® Illusion™ X-RO® .....	72
Anexo 6. Ficha técnica de los espigos de fibra de vidrio Angelus® .....	74

## **I. INTRODUCCION**

Desde 1987 se lanza al mercado en Francia los primeros postes de fibra con el nombre de Composipost los postes de fibra de carbono, a partir de estos postes, durante los siguientes años se propusieron diferentes materiales como posibles postes.

Con el desarrollo de nuevos materiales, y el avance de la Odontología y nuevas tecnologías, los espigos no podían dejar de ser parte de este cambio, y es así que en su evolución se fue incorporando fibra en una matriz resinosa, para mejorar sus características, tener mayores ventajas y propiedades, lo que hizo que estos nuevos espigos posean propiedades similares a las piezas dentarias.

La selección adecuada de un espigo es una decisión importante en una serie de pasos que determinan el éxito a largo plazo de las restauraciones fijas. Las propiedades de flexión, compresión y fatiga de estos materiales afectan directamente este criterio de selección.

Dos de los principales requisitos clínicos de los postes radiculares es que deben ser de buena resistencia a la flexión y poseer un módulo de elasticidad similar a la de la dentina. Cuando un espigo de fibra posee menor resistencia a la flexión, la fuerza aplicada en la interfaz entre el espigo, resina y la dentina puede conducir a la fractura de la restauración.

El objetivo del presente estudio fue comparar la resistencia a la flexión de los espigos de fibra de vidrio y espigos de fibra de cuarzo.

## **II. PROBLEMA DE LA INVESTIGACION**

### **2.1 Área problema**

Los espigos son unos aditamentos que se instalan dentro del conducto de un diente desvitalizado. Reciben diversas denominaciones tales como: perno, anclaje intraradicular, tornillo, poste o espigo.

En la práctica clínica los espigos son utilizados en dientes endodónticamente tratados (DET) que tienen una pérdida coronaria parcial. Una manera eficaz para devolverle forma y función a la pieza dentaria, es el empleo de coronas ancladas con espigos, estos espigos deben poseer características y propiedades similares a la estructura dentaria (ópticas, físico mecánicas, biológicas).

Las principales causas del fracaso de los espigos son la pérdida de la retención de espigos o coronas, caries secundaria, y fractura de la raíz; menos frecuentes al fracaso son la distorsión del espigo y fractura de los espigos.<sup>4</sup>

Otra causa del fracaso es la falla en la adhesión en el complejo poste-material de cementación-cemento radicular o poste-material de cementación- material de reconstrucción del muñón.

### **2.2 Delimitación**

Debido a la rápida evolución, varios tipos de postes de fibra están disponibles en la actualidad, las propiedades mecánicas se deben tener en cuenta a la hora de hacer una decisión clínica. Dos de los principales requisitos clínicos de los postes radiculares es que debe ser de buena resistencia a la flexión y un módulo de elasticidad similar a la de la dentina. Cuando un espigo de fibra posee menor resistencia a la flexión, la fuerza aplicada en la interfaz entre el espigo, resina y la dentina puede conducir a la fractura de la prótesis.<sup>13</sup>



Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la resistencia a la flexión de dos tipos de postes de fibra, por medio de la prueba de flexión de tres puntos de carga.

### **2.3 Formulación del problema**

¿Existirá diferencia en la resistencia a la flexión entre los espigos de fibra de vidrio y de fibra de cuarzo?

### **2.4 Objetivos**

#### **2.4.1 Objetivo General**

- Determinar la resistencia a la flexión de los espigos de fibra de vidrio y espigos de fibra de cuarzo

#### **2.4.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la resistencia a la flexión de los espigos de fibra de vidrio.
- Determinar la resistencia a la flexión de los espigos de fibra de cuarzo.
- Comparar la resistencia a la flexión de los espigos de fibra de vidrio y espigos de fibra de cuarzo.

### **2.5 Justificación**

Hoy en día es importante que los profesionales de la odontología estén a la vanguardia en cuanto al conocimiento de los materiales que se utilizan en el quehacer de esta profesión, pero aún más importante es identificar las propiedades, entender su manipulación y sobre todo, aplicar estos conocimientos al momento de utilizarlos en un paciente.

En el caso de los espigos la elección por parte del profesional depende de las propiedades que estos posean.

En la actualidad, existen diferentes sistemas de espigos la literatura afirma que en algunos casos, poseen similares características a las piezas dentarias. Por otra parte, el uso de espigos fibra se han ido incrementando porque poseen módulos de elasticidad similar al de la dentina, buena radiopacidad y propiedades ópticas aceptables.

## **2.6 Limitaciones**

El instrumento de medición con el que se cuenta en el medio posee cierto grado de precisión, no como un aparato digital de última generación pero suficiente para medir la resistencia a la fuerza de flexión de los postes de fibra de vidrio y postes de cuarzo.

El tamaño de la muestra a evaluar en relación de costos.

La facultad de Odontología de la UNMSM no cuenta con un laboratorio equipado para el ensayo de materiales dentales.

### III. MARCO TEORICO

#### 3.1 Antecedentes

**Delgado D. et al. Ecuador (2015)**<sup>1</sup>. Realizo un estudio In vitro para determinar la resistencia a la fractura frente a cargas estáticas transversales de 30 piezas dentarias tratadas endodónticamente, restauradas con postes de fibra de vidrio transparentes(FVT) y opacos(FVO) marca Exacto (Angelus®) y postes de fibra de cuarzo (FC) Macro-Lock Illusion (RTD) ,se reconstruyó el muñón con resina Nano híbrida (Brillant NG, Coltene). Colocó las muestras en la máquina de ensayo universal y fueron sometidas a carga estática transversal con un embolo de aprox. 2 cm de diámetro a una velocidad de 1.36 mm/min aplicado sobre una esquina del muñón, con una inclinación de 45 grados con respecto al plano horizontal, hasta conseguir la falla máxima del poste. Los postes FVT soportaron en promedio 541,4 N  $\pm$  93.774 N; los de FVO tuvieron 464,6 N  $\pm$  75,420 N, los de FC presentaron menor valor promedio de carga, 450,2 N  $\pm$  104,823 N. Llego a la conclusión de que no existen diferencias significativas en la fuerza o carga máxima soportada por los tres tipos de postes ensayados, dado que ( $p = 0,08$ ), y basados en la resistencia a carga transversal los postes de fibra de vidrio y fibra de cuarzo refuerzan al diente de una manera ideal.

**Borges R et al. Brasil (2014)**<sup>2</sup>. Evaluaron el efecto de adición de fibra en las propiedades de flexión en una matriz con 30% en peso de sílice llena de resina BisGMA (FR) o sin carga Bis- GMA (UR). Se fabricaron probetas y las sometieron a la prueba de flexión de tres puntos con una distancia de 8 mm, a 0,5 mm / min y una aplicación de la carga central hasta que se produjo la fractura. Concluyeron que la inclusión de fibras de vidrio en una matriz resinosa Bis-GMA (orgánica) aumenta la resistencia a la flexión y el módulo de flexión del material; la ausencia de material de carga inorgánico promueve una mejor interacción / homogeneidad con las fibras lo que conduce a un mayor aumento en las propiedades analizadas.

**Rama S. et al. India (2014)<sup>3</sup>.** Determinaron la fuerza flexural de postes de fibra de carbono, cuarzo y vidrio con el objetivo de comparar las medias mediante el ensayo de flexión en tres puntos. Utilizaron tres grupos: grupo I postes de fibra de carbono (C-Post), grupo II postes de fibra de cuarzo (Aestheti Plus), grupo III postes de fibra de vidrio (Para Post White). 10 postes de 1.5 mm de diámetro de cada grupo fueron colocados en la máquina de ensayo universal con una velocidad de la cruceta de 1mm/min para el ensayo de flexión. Obtuvieron que si hubo diferencia significativa en la fuerza flexural en los postes de fibra de cuarzo (666 Mpa), los de fibra de carbono (614 Mpa) los postes de fibra de vidrio (575 Mpa). Concluyeron que los postes de fibra de cuarzo presentaron un fuerza flexural alta en comparación con los otros postes de fibra reforzada

**Chieruzzi M et al. Italia. (2012)<sup>4</sup>.** Realizaron un estudio in vitro donde evaluaron el comportamiento en compresión y flexión en postes de fibra: vidrio (Evolution fibrepost-Anatomical post- Relyx fiber post), cuarzo (Light post), carbono (Millenium), de diferente diámetro y lo compararon con postes de metal convencional (Dentatus). Fueron sometidos a un fuerza de compresión a temperatura ambiente (25.8°C) con una carga de 30 kN donde los postes de fibra de cuarzo mostraron mayor fuerza de compresión (552.74 Mpa) y la menor fuerza fueron los postes de fibra de carbono (173.15 Mpa); para el ensayo de flexión utilizaron prueba de flexión en tres puntos, donde encontraron que la mayor fuerza fue para postes de fibra de carbono Millenium ( 2078 Mpa) y la menor para postes de fibra de vidrio Evolution fibrepost (455 Mpa) mientras que los postes de fibra de cuarzo-Light post (1121 Mpa). Llegaron a la conclusión de que las Propiedades de compresión son más bajas que las propiedades de flexión, la presencia de espacios en la estructura de algunos de los postes de fibra de vidrio puede ser el responsable de las propiedades mecánicas más bajas.

**Martins B. et al. Brasil (2012)<sup>5</sup>.** Evaluaron la resistencia a la flexión y resistencia a la fractura de postes de fibra. Utilizaron catorce premolares uniradiculares y con ápices completamente formados a los cuales les realizaron tratamiento endodóntico. Las muestras se dividieron en dos grupos relacionado con el sistema de poste: Grupo A – troncocónica- postes reforzado con fibra de vidrio (White post DC, FGM), y el grupo B – cónica-poste reforzado con fibra de vidrio (EXACTO, Angelus). La resistencia a la fractura fue evaluada con la prueba de flexión en dos puntos. Concluyeron que los valores obtenidos no tuvieron diferencias significativas en la fuerza para la resistencia a la fractura y la prueba de flexión de dos puntos fueron, respectivamente, 399,29 N y 109,5 N para el grupo A, y 386,25 N y 119,5 N para el grupo B.

**Hatta M. et al. Japón (2011)<sup>6</sup>.** Evaluaron las cargas de fractura en 45° con la corona restaurada mediante el uso de un volumen menor y mayor de postes de fibra de vidrio everStick POST 1.5 mm con diferentes longitudes y condiciones de polimerización. Utilizaron setenta y dos (n = 8 / grupo) dientes bovinos que fueron cortados y para formar una longitud de 15,0 mm en la raíz. Se dividieron en 3 grupos principales (Grupo A, B, C). A: fibra de vidrio fue fotocurado antes de la cementación, B: los postes de fibra se seleccionan de tal manera que ocupan la totalidad del diámetro de la preparación del conducto radicular y fotocurado antes de la cementación, C: un puesto de fibra de vidrio no polimerizado fue insertado en el canal de la raíz lleno de cemento de fijación (Paracem) y fotocurado; a su vez, los especímenes de cada grupo se dividieron en 3 subgrupos según la longitud del poste: subgrupo 1: 10 mm; subgrupo 2: 7,5 mm; subgrupo 3: 5,0 mm. Después de la cementación, se construye el núcleo, y luego hizo la corona de resina compuesta (Filtek Z250). Concluyeron que el poste formado individualmente grupo B mostró una mayor resistencia a la fractura (433 N) frente al grupo A (284 N) y grupo C (418 N); La polimerización del cemento y la fibra en forma simultánea, aumentó la carga de fractura del diente restaurado.

**Malathi D. et al . India (2010)**<sup>7</sup>. Evaluaron la resistencia a la fractura de postes óxido de circonio fabricado con tecnología CAD-CAM en comparación con postes prefabricados de fibra de vidrio. Utilizaron postes de fibra de vidrio de dimensiones específicas (Longitud 19 mm, anchura 1,2 mm y 0,8 mm coronal apical) los que fueron colocados en moldes y duplicados con cera para construir postes de óxido de circonio. Las muestras de ambos grupos fueron montadas en bloques de acrílico en un ángulo de 45 grados y aplicaron una carga en la parte coronal de los postes utilizando una Máquina de ensayo universal a una velocidad de cruceta constante de 1 mm por minuto hasta la fractura. Llegaron a la conclusión de que los postes de circonio soportaron una carga media de 627 Newton y los postes de fibra de vidrio una carga media de 74 Newton; a su vez el error en la fabricación con CAD CAM fue 3.59 % en comparación a la longitud de los postes prefabricados de fibra de vidrio

**Cheleux N. et al .Francia (2009)**<sup>8</sup>. Realizaron un estudio comparativo de la propiedades mecánicas de tres tipos de postes de fibra: cuarzo (Aestheti-plus RTD, Light-post RTD), zirconio (Snowpost Carbotech, Snowlight Carbotech), vidrio (FRC Postec Ivoclar-Vivadent) en grupos de 10 y fueron sometidos a ensayos de flexión de tres puntos con el fin de comparar resultados de fatiga, resistencia a la flexión y módulo flexural. Los resultados mostraron que los postes de fibra de cuarzo presentaron mayor resistencia a la flexión (1889.6 Mpa) y el menor valor fueron los postes de fibra de zirconio(936.3 Mpa) mientras que los postes de fibra de vidrio 1294.8 Mpa; asimismo los postes fibra de vidrio presentaron mayor flexibilidad (45 GPa) ;los postes de zirconio se fracturaron antes de cumplir el ciclo de fatiga mientras que los demás alcanzaron su ciclo sin fractura; concluyeron que la resistencia a la flexión está en relación inversa al diámetro de las fibras y que la densidad de la fibras aportan solo una parte del rendimiento mecánico.

**Vano M. et al. Italia (2009)<sup>9</sup>.** Compararon la influencia del tiempo y las condiciones de almacenamiento respecto a la resistencia a la fractura de tres tipos de postes de fibra (DT Light post, GC post, FRC Postect Plus) lo dividieron en diferentes grupos (n = 12) de acuerdo con la condición de almacenamiento (seco a 37 °C, agua salina a 37 °C; aceite mineral a 37 °C y el almacenamiento dentro de las raíces de los dientes humanos extraídos que se sumergieron en agua salina a 37 °C) y la duración (6, 12 meses). Aplicaron carga en la máquina de ensayo universal con un ángulo de 90° para la prueba de flexión de tres puntos. La prueba se llevó a cabo hasta la fractura del poste. Dos de los postes de cada grupo se observaron antes y después del almacenamiento mediante un microscopio electrónico de barrido. Llegaron a la conclusión de que las condiciones de almacenamiento y el tipo de poste tuvieron un efecto significativo sobre la resistencia a la fractura; el almacenamiento en agua disminuyó significativamente la resistencia a la fractura, independientemente del tipo de poste y el tiempo de almacenamiento. El almacenamiento en el interior raíces, en aceite, y en condiciones secas no afectó significativamente la resistencia a la fractura.

**Novais V. et al. India (2009)<sup>10</sup>.** Compararon el módulo de flexión, resistencia a la flexión, y la rigidez de cinco sistemas de postes de fibra (n = 5): RFX (Reforpost fibra de vidrio RX con refuerzo metálico; Ángelus, Londrina, PR, Brasil); RG (Reforpost fibra de vidrio, Angelus); RC (Reforpost Carbon Fibra, Angelus); FP (Fibrekor mensaje; Jeneric Pentron Inc., Wallingford, CT, EE.UU.); y CP (C-Post; Bisco productos dentales, Schaumburg, IL, EE.UU.). Los postes eran cargados en la prueba de flexión en tres puntos utilizando en una máquina de ensayo universal. Concluyeron que el refuerzo metálico en postes de fibra de vidrio (RFX) no disminuye los valores de las propiedades mecánicas; los postes reforzados con fibras de carbono tienen una resistencia a la flexión superior RC (680 Mpa) a los postes de fibra de vidrio RG (562 Mpa), a pesar de todos los postes mostraron similares valores de propiedades mecánicas con la dentina.

**Vichi A. et al. Italia (2008)**<sup>11</sup>. Evaluaron el efecto del tiempo y las diferentes condiciones de almacenamiento en la resistencia a la fractura de Tres tipos de postes de fibra se dividieron en diferentes grupos (n = 14) de acuerdo con la duración de almacenamiento (1, 6, 12 meses), y las condiciones de almacenamiento (en seco a 37°C, el agua salina a 37°C; aceite mineral a 37°C y el almacenamiento dentro de las raíces de los dientes humanos extraídos sumergieron en solución salina de agua a 37 °C). Los especímenes fueron cargados en una máquina de ensayo universal con una compresión carga hasta la fractura. Se observaron dos postes de cada grupo antes y después del almacenamiento mediante un microscopio electrónico de barrido. Encontraron que el almacenamiento en agua disminuyó significativamente la resistencia a la fractura, independientemente del tipo de poste y el tiempo de almacenamiento mientras que el almacenamiento en el interior de raíces, aceite, y en condiciones secas no afectaron significativamente resistencia a la fractura en los postes.

**Grandini S. et al. Italia (2008)**<sup>12</sup>. Evaluaron seis tipos de postes de fibra: GC Fiber Post (grupo 1), ParaPost Fiber White (grupo 2), FibreKor (grupo 4), DT Light Post radiopaque (grupo5) y Luscent Anchors (grupo 6), donde se analizaba su resistencia a la fatiga y su estructura microscópica, los resultados mostraron que en los grupos 1, 4 y 5 mostraron mayor resistencia cíclica, el grupo 1 y 4 resistieron hasta los 2 millones de ciclos y solo el grupo 5 no resistió, los demás grupos (3, 6 y 2) sus niveles de resistencia a la fatiga, fueron significativamente más bajos que los otros grupos

**Galhano G. et al. Brasil (2005)**<sup>13</sup>. Evaluaron la resistencia a la flexión de postes a base de fibra de carbono (c-post, Bisco), fibra de carbono /cuarzo (Estheti-post, Bisco), fibra de cuarzo radiopaco (Estheti-plus, Bisco); fibra de cuarzo translúcido (Light-post, Bisco); fibra de cuarzo translúcido (D.T. light-post, Bisco); fibra de vidrio (Parapost white, Coltene); fibra de vidrio (Fiberkor, Pentron); fibra de vidrio (Reforpost, Angelus). Las muestras fueron colocadas en la máquina de ensayo de materiales y realizaron la prueba de flexión en tres puntos .Los resultados mostraron que los valores más altos en



resistencia a la flexión fueron los que contenían fibra de carbono/cuarzo (Aestheti-post) con 677.4 Mpa y los valores más bajos fueron los postes de fibra de vidrio (Reforpost) con 433.8 Mpa, mientras que los postes de fibra de cuarzo D. T. light-post fue 608.7 Mpa

**Grandini S et al. Italia (2005)**<sup>14</sup>. Evaluaron la resistencia a la fatiga y la resistencia a la flexión de ocho tipos de postes de fibra: Easypost, Para Post Fiber White, FibreKor, Ghimas White, DT Light-Post radiopaco , FRC Postec, Luscent Anchors, Snowpost ; para observar su estructura a través de microscopía electrónica de barrido (SEM) antes y después de someterse a la prueba de flexión en tres puntos; utilizaron una frecuencia de 3Hz para el ensayo de fatiga; se seleccionaron grupos de 10 para el ensayo y 5 fueron procesados por SEM. Encontraron que los postes DT Light-Post radiopaco y FRC Postec se comportaron mejor que todos los otros grupos mientras que los demás se fracturaron antes del final de la prueba; en el análisis SEM encontraron que DT Light-Post radiopaco, FRC Postec y, Ghimas White no tenían ningún defecto estructural visible mientras que los demás presentaron burbujas o vacíos entre las fibras y la matriz de resina.

**Mannocci F. et al. U.S.A. (2001)**<sup>15</sup>. Compararon cinco tipos diferentes de postes de fibra (fibra de carbono radio-opaco Composipost, fibra de cuarzo Aestheti-plus, Carbotech fibra de carbono, fibra de vidrio Light post, y la fibra de sílice Snowpost) fueron sometidos a un ensayo de flexión de tres puntos después de haber sido almacenado durante 1 año en tres condiciones diferentes: el almacenamiento en seco a la temperatura ambiente, almacenamiento en agua a 37 ° C, y almacenamiento en dientes bovinos que fueron endodónticamente tratados y restaurados con resina compuesta. Donde encontraron que todos postes del grupo que se almacenó en agua mostraron valores de resistencia a la flexión inferior a los postes que se almacenaron en seco mientras que los postes que estaban almacenados en dientes bovinos mostraron valores de resistencia a la flexión similares a los postes que se almacenaron en seco.

## **3.2 Bases teóricas**

### **3.2.1 Fuerza**

Es un tipo de acción que un cuerpo ejerce sobre otro. Es decir, para que haya una fuerza, indiscutiblemente debe tener dos cuerpos. La fuerza es un vector que tiene asociado una dirección en el espacio. Al ser aplicada en un cuerpo produce en el movimiento o deformación. Si la fuerza actúa sobre un cuerpo en reposo, causa movimiento del cuerpo, a su vez dicho movimiento puede ser aumentado o disminuido o cambiando de dirección la magnitud y dirección de la fuerza. Por el contrario si la fuerza se aplica en un cuerpo fijo, produce en el cuerpo deformación. <sup>16</sup>

### **3.2.2 Resistencia**

Es un término general para describir la capacidad de un cuerpo de resistir o soportar una carga sin romperse. Está relacionada con la máxima capacidad de deformación del cuerpo. Se puede conocer la resistencia específica del material, dependiendo de la carga aplicada (compresión, tensión o corte). <sup>17</sup>

- Resistencia a la compresión: es el máximo esfuerzo compresivo que soporta un cuerpo o material sin fracturarse.
- Resistencia a la tensión: es el esfuerzo máximo en tensión que soporta un cuerpo antes de fracturarse.
- Resistencia al corte o cizallamiento: es el esfuerzo máximo en cizallamiento que soporta un cuerpo antes de fracturarse.

### 3.2.3 Flexión

En los siglos XVI-XVII, Galileo Galilei estudio la resistencia a flexión de las vigas en voladizo. Aunque partió de algunas hipótesis erróneas, sus ideas, plasmadas en el libro “Due Nuove Scienze, Meccanica i Movimenti Locali” (1638), pueden considerarse como la base de la elasticidad y resistencia de materiales.

Posteriormente, el francés Mariotte (1620-1684), aplicó la Ley de Hooke el estudio de las vigas en voladizo, y relaciono fuerzas aplicadas y desplazamiento producidos. Mariotte supuso que la mitad de las fibras longitudinales sufren un alargamiento y la otra mitad un acortamiento. En realidad, fue el francés Parent (1666-1716) quien obtuvo la distribución de tensiones en una sección sometida a un momento flector.<sup>39</sup>

Sin embargo, uno de los ingenieros franceses que más contribuyó a la resistencia de materiales fue Navier, con su libro publicado en 1826. En él, Navier trabaja en el límite en las estructuras se comportan de forma perfectamente elástica. Tanta repercusión tuvo su libro que la mayoría de los temas tratados en él fueron incorporados a la disciplina de la resistencia de materiales, incluso hoy en día reciben su nombre.<sup>39</sup>

La ley de Navier es uno de los resultados más importantes obtenido en la historia de la resistencia de materiales ya que permite relacionar los esfuerzos de un problema de flexión genérico con las tensiones normales a las que se ve sometido el sólido. Es decir, constituye la ecuación de compatibilidad del problema de flexión. Se deberá, sin embargo, aceptar dos hipótesis iniciales: la linealidad en la relación tensión deformación (Ley de Hooke) y la hipótesis de Euler- Bernouilli o hipótesis cinemática básica.<sup>39</sup>

Jacob Bernoulli dedujo la forma del eje formado de una viga afirmando que el momento flector es proporcional al cuadrado de la curvatura de la barra deformada. Pero fue el suizo Leonhard Euler quien, utilizando los trabajos de Bernoulli dedujo, en 1744, la ecuación diferencial de la línea elástica de un problema de flexión. Navier la utilizó como hipótesis básica en su estudio de análisis de las vigas.<sup>39</sup>

Esta última hipótesis se puede resumir como sigue: "si se considera un elemento viga prismático que posea una sección con un eje de simetría como muestra la figura 1, y se somete a dos momentos iguales y de valor opuesto en los extremos del elemento, entonces se produce un estado de flexión pura y simétrica

. Se puede estudiar en particular una rebanada diferencial, es decir, el sólido comprendido entre dos planos perpendiculares al eje de la viga:

Elemento "a-f-e-d-c-h-g-b" <sup>39</sup>

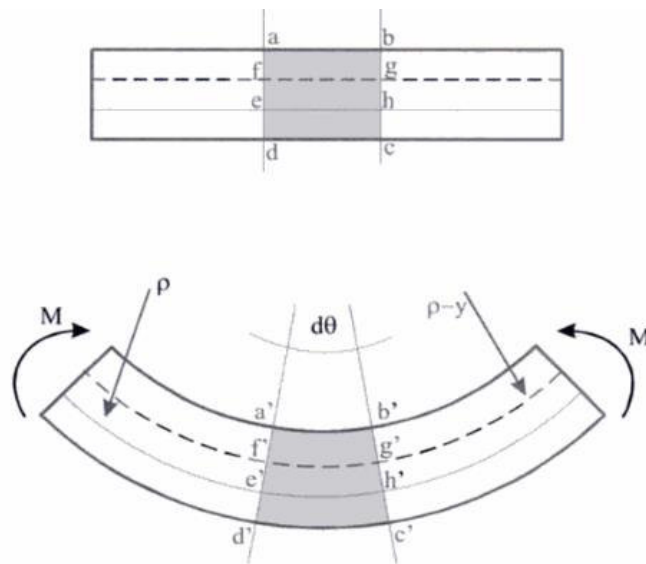


Figura 1. Estudio de una rebanada deformada de una viga a flexión

### 3.2.4 Resistencia a la flexión o módulo de rotura

Esfuerzo máximo de la fibra, desarrollado en una probeta justo antes de que se agriete o se rompa en un ensayo de flexión. Se presenta la resistencia de fluencia de la flexión en lugar de la resistencia a la flexión para aquellos materiales que no se rompen en el ensayo de flexión. <sup>40</sup>

Casi todas las estructuras mecánicas, desde las vigas hasta los troncos de los árboles o extremidades de los seres humanos, están sometidas a diversos tipos de esfuerzos. Cuando el esfuerzo es una simple compresión o tracción, la forma del objeto es irrelevante, puesto que la deformación solo depende del área de la sección transversal. Sin embargo, la resistencia de un objeto a doblarse o su capacidad de doblarse sin romperse depende no solo de la composición, sino también de la forma del objeto. <sup>40</sup>

### 3.2.5 Módulo de elasticidad

También llamado módulo de Young en honor al físico inglés Thomas Young.

Es la propiedad que tienen los cuerpos para soportar tensión, sin presentar una deformación permanente, mientras exista un equilibrio entre la tensión y la deformación generada, al momento que se retire la tensión el cuerpo vuelve a su estado original. <sup>41</sup>

Corresponde a la pendiente del diagrama esfuerzo – deformación en el segmento linealmente elástico. Se expresa en las mismas unidades de esfuerzo, es decir en Mpa, Gpa, Psi o Kpsi ya que la deformación es adimensional. Además, esta medida representa la rigidez de un material. En términos generales, cuando un material presenta un módulo de elasticidad alto se dice que es muy rígido, como es el caso de los materiales metálicos, pero cuando el módulo es pequeño, el material se considera flexible, como es el caso de los polímeros. <sup>17</sup>

En términos matemáticos, el módulo elástico se define mediante la ecuación

#### **Ecuación: Módulo de elasticidad**

$$\text{Módulo Elástico (E)} = \frac{\text{Esfuerzo}(\sigma)}{\text{Deformación}(\epsilon)} \dots\dots\dots (1)$$

### **3.2.6 Generalidades de los espigos de fibra.**

#### **3.2.6.1 Origen**

En 1728 Pierre Fauchard, considerado el padre de la odontología, empleaba postes de madera para que las coronas se sostuvieran sobre ellas, pero terminaron fracasando por la falta de resistencia y aumento de volumen por absorción de humedad del medio bucal, lo que ocasionaba fractura de la raíz, reemplazándolo después por hilos de plata u oro; en 1740 Claude Honton publica su diseño de corona con su poste de oro. Durante este periodo se desarrolló también la corona Richmond, una corona retenida por un poste con un frente de porcelana que funcionaba como retenedor de puente.<sup>18,19</sup> Posteriormente en 1987 se lanza al mercado en Francia con el nombre de Composipost los postes de fibra de carbono, a partir de estos postes, durante los siguientes años se propusieron diferentes materiales como posibles “postes” pero estos no eran precisamente para la rehabilitación de una pieza con tratamiento endodóntico, a mediados de los años 90 fueron lanzados al mercado americano los postes de fibra de carbono con el nombre de Cpost, proponiendo así una idea innovadora, debido a que la restauración ideal debería tener una forma idéntica a la del canal radicular, las mismas propiedades mecánicas de la dentina y una adhesión efectiva al diente,<sup>18,20</sup> los postes de carbono fueron calificados como endodónticos para responder mejor a la exigencia clínica restauradora ligados a la morfología de los instrumentos endodónticos y al conducto preparado, estos aparecieron con la finalidad de acercarse más a las características físico-mecánicas del tejido dentario sustituido; disminuyendo su rigidez, y distribuir homogéneamente el esfuerzo masticatorio, pero estos postes no eran estéticamente aceptable.<sup>21, 20</sup>

Los postes reforzados con fibras han propuesto un nuevo concepto o sistema restaurador, y han sido introducidos en la odontología restauradora como una alternativa a los postes metálicos disminuyendo notablemente el uso de estos. Los diferentes tipos de reconstrucción (poste, cemento, dentina y material restructor) constituyen un

complejo estructural y mecánicamente homogéneo, y a la vez tienen la capacidad de flexionarse en el momento que la dentina se flexiona, por eso la dentina de la raíz en conjunto con el poste trabajan en las mismas condiciones sin que el poste pueda causar tensiones internas y fracturas radiculares. (Fig. 2).<sup>20, 22, 23, 25.</sup>

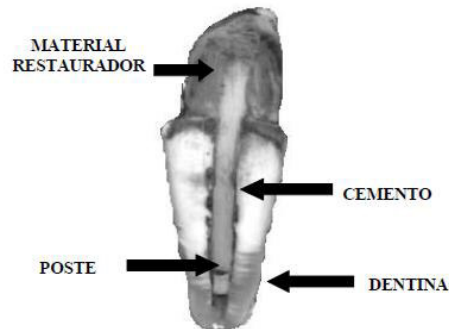


Figura 2. Los tipos de reconstrucción poste, cemento, dentina y material restaurador

Modificado de: P. J. RODRIGUEZ P, SANCHO J, BARJAU A, FORNER L, PEREZ A, SANCHEZ F. Influence of prefabricated post dimensions on restored maxillary central incisors. *Journal of Oral Rehabilitation* 2007; 34: 141-52.

Después surgieron los postes cerámicos compuestos por cristales de zirconio tetragonal, que brindaban propiedades óptimas sumamente estéticas, pero presentaba una gran desventaja, el alto módulo de elasticidad, más parecido al metal que al de la dentina, también la complicación que se daba en caso de retratamiento, debido a la firme adhesión que se daba con los cementos resinosos, por lo que solamente se recomiendan postes que presenten biocompatibilidad mecánica con la dentina, apareciendo así los postes de fibra de vidrio que fueron presentados casi a finales de los años 90, siendo los postes blancos, para luego pasar a postes translúcidos para permitir la transmisión de la luz a través de estos <sup>23, 20, 21</sup> En la actualidad los postes metálicos ya no son recomendables por su alto módulo de elasticidad (concentran tensión dentro del conducto), la corrosión del material metálico, preparación más invasiva en la dentina radicular y mayor tiempo clínico <sup>21,24,25.</sup>

Tabla 1. Módulo de elasticidad según el material.

<b>MODULO DE ELASTICIDAD SEGÚN EL MATERIAL</b>	
Dentina <sup>24</sup>	18 Gpa
Fibra de cuarzo <sup>4</sup>	8 Gpa
Fibra de carbono <sup>24</sup>	21 Gpa
Fibra de vidrio <sup>4</sup>	30Gpa
Postes de titanio <sup>24</sup>	110Gpa
Postes de acero inoxidable <sup>24</sup>	193Gpa
Postes de zirconio <sup>24</sup>	220Gpa

### 3.2.6.2 Composición.

La estructura de los postes de fibra se basa en<sup>10</sup>:

- Matriz de la resina
- Tipo de fibras
- Diámetro de las fibras
- Calidad de la adhesión entre las fibras
- Calidad en la superficie externa del poste
- Densidad

Para fabricar el poste de fibra, el primer paso es producir barriles cilíndricos, luego estos barriles son trabajados en diversas formas y diámetros (pultrusión), que es con



frecuencia un proceso continuo y semi automatizado. Las ventajas de este proceso son incrementar la fuerza y rigidez del producto final.<sup>20</sup>

La manera en cómo se fabrica los postes puede influir sobre las propiedades mecánicas y también sobre las prestaciones clínicas, porque se pueden poner en inmersión a las fibras en una matriz de resina o sino se inyecta resina a presión para rellenar los espacios entre las fibras.<sup>26</sup>

### **Matriz**

Los postes de fibra están constituidos por una matriz resinosa (representa el 36% del peso del poste) donde se encuentran englobados varios tipos de fibras de reforzamiento. Esta matriz resinosa está constituida en su mayor parte por una resina epoxi o por sus derivados y en algunos casos por radiopacadores.<sup>27</sup>

La resina epoxi mantiene unida a la matriz y a las fibras, esta unión es mediante radicales libres comunes a la resina BIS GMA (componente predominante de los sistemas cementantes adhesivos brindando una óptima adhesión en su interfase), se ha observado burbujas y espacios entre las fibras y la matriz, a simple vista se puede observar estas macroporosidades o con algún microscopio electrónico de barrido (MEB) se detectarían estas microburbujas o espacios que están dentro de la matriz, reduciendo la resistencia de los productos, estas imperfecciones se relacionan mayormente con la matriz produciendo que la estructura sea menos compacta y uniforme (más débil y menos resistente a las tensiones de carga).<sup>20</sup>

Desde la fabricación de los primeros postes, la matriz de resina compuesta está formada por un poliepóxido conseguido mediante la policondensación de una resina diepoxi diglicetilica del bisfenol A (DGEBA) y un endurecedor diamino difenilmetano (DDM).<sup>20</sup>

La policondensación es ingresando el material al horno por un periodo de 3 horas a 90°C y otras 3 horas a 170°C a presión constante seguido luego por un enfriamiento lento.

### **Diámetro de las fibras**

En la odontología se han empleado diferentes tipos de fibras sintéticas para mejorar las propiedades mecánicas de las resinas para bases protésicas, para restauraciones provisionales o fijas. Las fibras probadas fueron: fibras de vidrio, fibras aramídicas, fibras de polietileno de elevado módulo y fibras de carbono.<sup>20</sup>

Las fibras de vidrio han representado el sistema más común de refuerzo de las matrices poliméricas, para las bases protésicas, se encontraban disponibles en diferentes composiciones químicas y sus fibras comunes son sílice (50 -60% SiO<sub>2</sub>) y contienen otros óxidos como boro, calcio, sodio, aluminio, hierro, etc.<sup>20, 21</sup>

Las fibras de vidrio y de polietileno son bien estéticas pero también pueden resultar afectadas por el debilitamiento hidrolítico en un ambiente húmedo y su resistencia y tenacidad son menores. Las fibras aramídicas, sólo se aceptan en las prótesis parciales fijas porque poseían un color amarillento, y por tener una resistencia a la tensión baja y alto módulo de elasticidad, por eso no son adecuadas para el refuerzo de matrices, porque podría producirse una fractura y las fibras de carbono son antiestéticas.<sup>20</sup>

Las fibras con su alto módulo de elasticidad, se oponen a las fuerzas que podrían deformar a la resina de la matriz, cuando la dirección de las fibras se aleje del eje longitudinal del poste producirá una transferencia de cargas a la matriz; en teoría se cree que los postes de fibras paralelas tienen una resistencia a la fuerza transversal mucho menor comparado con la fuerza compresiva y aplicada en el eje de las fibras, por eso que deberían ser mejores que los de fibras oblicuas. Como el poste está conformado por fibras rígidas y de resina menos rígida en el seno de esta última resultan tensiones no homogéneas.<sup>20,27</sup>

Las tensiones elevadas en la interfase fibra/resina son responsables de un comportamiento anelástico progresivo, que surge por separaciones en la interfase deformaciones plásticas de la matriz y microgrietas en la resina. Es quizás por eso que un poste con una elevada densidad de fibras es más resistente a diferencia de los que poseen menos fibras. (Fig. 3. y Fig. 4) <sup>20,25</sup>

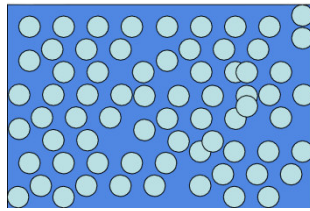


Figura 3. En un MEB un poste con densidad de fibras elevadas

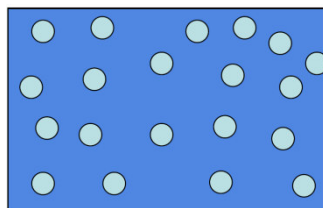


Figura 4. En un MEB un poste con densidad de fibras bajas.

### **Adhesión entre las fibras**

La adición del silano durante el proceso de pultrusión, brinda más estabilidad al sistema, y es el factor dominante para el éxito en la fabricación. La adición de la fibra de vidrio silano-revestida a la resina de BIS-GMA aumenta generalmente el módulo de elasticidad, las fuerzas compresivas y las de tracción en comparación con las fibras no tratadas.<sup>25</sup> Durante la fabricación se inyecta entre las fibras el agente de acoplamiento tipo silanos es un compuesto híbrido, con moléculas de doble polaridad, es decir, bifuncionales, porque pueden reaccionar mediante enlaces de tipo covalente con la superficie orgánica y por enlaces iónicos a la superficie inorgánica, de esta manera este órgano-silano, actúa como material intermedio y es capaz de formar un enlace químico estable entre los grupos reactivos (grupos OH), sirviendo de unión entre la matriz y la

superficie de las fibras, estas en algunos casos presentan una superficie rugosa, el agente de acoplamiento ayuda a mejorar la superficie de las fibras o partículas utilizadas como refuerzo en una matriz resinosa, por eso no solo es necesario para lograr mejores propiedades mecánicas.<sup>20, 25,28</sup>

El agente de acoplamiento brinda una estabilidad hidrolítica, ya que previene la penetración de agua en la interfase matriz-fibras. Los avances en la tecnología de silanización se preocupan más que nada en obtener un recubrimiento uniforme de las fibras lo cual provee mejores propiedades a los postes de fibra.<sup>29</sup>

La resistencia de esta unión no es elevada, siendo suficiente para impedir el deshilachado de los postes (separación entre fibras y matriz), cabe resaltar que por el tipo de unión, la eliminación de ellos sobre el lecho endodóntico es más fácil por la separación de las fibras de la matriz.<sup>20</sup>

### **Superficie externa del poste**

A simple vista parece que la superficie del poste fuera lisa pero en los postes de fibra de carbono, las fibras corren longitudinalmente y aparecen seccionadas en la zona de transición entre la parte coronal y apical del poste y de diámetros horizontales diferentes, haciendo que el adhesivo se una a estas microretenciones mecánicas.<sup>20,25</sup>

Se han propuesto diferentes tratamientos de la superficie de los postes de fibra con la finalidad de aumentar la retención de los materiales de restauración resinosos, porque se desea eliminar la matriz resinosa epóxica superficial, exponer el mayor número de fibras que puedan reaccionar con el material. Además la formación de rugosidades superficiales, debida a los varios tratamientos, debería favorecer la retención micro-mecánica del material. Existen tres clases de procedimientos: químicos (aplicación de agentes de acoplamiento silano o sistemas adhesivos), mecánicos (arenado o grabación ácida) y químico-mecánicos (uso combinado de tratamiento anteriores).

Tratamientos químicos, uso de silano como agente intermedio para optimizar la adhesión, la mejoría en la fuerza de adhesión como consecuencia de un aumento de la humedad de la superficie, el silano ejerce una función de mediador entre material y superficie. La fuerza lograda en la interfase cemento/poste, no es igual que aquella lograda entre silano y dentina, y esto se supone que es debido a una incompatibilidad química entre los grupos metacrilatos de los cementos resinosos y la matriz resinosa de los postes, que en la mayoría de los casos es de tipo epóxica. El silano puede ser eficaz sólo cuando la interacción ocurre entre cemento y fibras, los tratamientos combinados silano y ácido o precalentamiento de la solución pueden llegar a alcanzar el objetivo final. Para aumentar el mecanismo de adhesión química y favorecer la unión, se propuso la combinación de silano y agentes adhesivos y otros presentan soluciones en dos etapas con un silano/primer seguido de la aplicación del adhesivo (la eficacia de este tipo de tratamiento esta relacionad con el tipo de adhesivo).<sup>29</sup>

El tratamiento químico combinado con la retención mecánica debería de ayudar a esta unión. El hecho de grabar sustratos adhesivos ha sido inicialmente, con la intención de crear sitios adicionales en las superficies favoreciendo así la retención micro-mecánica. Se ha comprobado la eficacia del tratamiento con ácido fluorhídrico depende del tiempo de la aplicación, pero este tratamiento es muy agresivo, porque podría darse una corrosión de las fibras de vidrio, por eso no se aconseja como tratamiento superficial.<sup>20</sup>

En los tratamientos mecánicos, como el arenado, el tiempo de aplicación del chorro y el tamaño de las partículas pueden dañar la estructura del poste. El uso combinado entre el arenado para aportar rugosidad superficial y el agente silano para facilitar la interacción química, ha dado como resultado valores elevados de adhesión. Estos tratamientos han sido ventajosos para mejorar la adhesión a los materiales resinosos de restauración y cementado y por lo tanto pueden ser válidos para mejorar la retención de postes cementados con cementos auto-adhesivos.<sup>25</sup>

### **3.2.6.3 Clasificación**

Los postes intraradiculares pueden clasificarse didácticamente, según diferentes criterios: <sup>30, 37</sup>

#### **Módulo de elasticidad en:**

- Rígidos.- Presentan un módulo de elasticidad alto como los metálicos, cerámicos de óxido de zirconio o bióxido de zirconio.
- Flexibles.- Depende del diámetro y también del módulo de elasticidad del material que sea similar a la dentina; como los postes de fibra de carbono, postes de fibra de vidrio o fibra de cuarzo.

#### **Técnica de Uso clínico en:**

- Indirectos.- se confeccionan en 2 sesiones; pueden ser metálicos, cerámicos y con un estilo más anatómico ya que reproducen la morfología del conducto radicular.
- Semidirectos.- están confeccionados en fibra de vidrio en una sesión clínica, tomando una previa impresión del conducto radicular con el poste aumentado con resina.
- Directos.- Son postes prefabricados, pueden ser metálicos, de fibra de vidrio, carbono o cuarzo.

#### **Modo de confección:**

- Anatómicos.- Los de mejor adaptación del conducto, ya que tienen una etapa de impresión como la directa indirecta o semidirecta.
- Prefabricados.- Disponibles en diversos tamaños, formatos y materiales, siendo comunes los metálicos, cerámicos, fibra de vidrio, cuarzo o carbono.

**Según su formato:**

- Cilíndricos.
- Cónicos.
- Doble conicidad.
- Accesorios.

**Según su composición:**

- Metálicos.- Hechos en aleaciones de acero inoxidable, titanio, metales nobles, siendo directos o indirectos.
- Cerámicos.- Elaborados a base de cerámica fundidas o prensadas, pueden ser directos o indirectos.
- Fibra de carbono.- Construidos un 64% de fibras de carbono y un 36% de resina epóxica. Son directos.
- Fibra de vidrio.- Construidos un 42% de fibras longitudinales, un 29% de resina epóxica y el 29% de partículas inorgánicas, siendo los más versátiles cómo directos, indirectos o semidirectos.
- Fibra de cuarzo.- Constituidos en un 60% de fibras de cuarzo, y un 40 % de una matriz de resina epóxica <sup>4, 8, 9,11</sup>.

### 3.2.6.4 Propiedades.

Los postes de fibra son de color blanco o translúcido, más favorable para las condiciones con altas exigencias estéticas. Además, las fibras tienen elasticidad, resistencia a la tracción, baja conductividad eléctrica, resistencia a la solubilidad, y la resistencia a la degradación bioquímica. Estas demandas de calidad altamente defendidos para el cambio severo para la aceptación de los postes de fibra; además, de ser necesario, se pueden remover con facilidad; cuenta con un tiempo de vida útil aproximado entre 4 a 6 años.<sup>31,32</sup>

Su translucidez permite la transmisión de la luz para la correcta polimerización de los cementos con que se adhieren al diente. Los postes metálicos presentan una radiopacidad superior, pero los postes de fibra de vidrio y cuarzo también, a diferencia de los postes de zirconio.<sup>30</sup>

Los postes de fibra tienen un comportamiento mecánico que se define como anisótropo (dependiente de la dirección), en propiedades físicas son diferentes cuando es sometido a cargas de direcciones distintas, gracias a esta característica el módulo de elasticidad es variable, dicho módulo a lo largo del eje de las fibras es de 90GPa con una incidencia de 30° con el eje longitudinal de las fibras, el módulo de elasticidad resulta de 34GPa y cuando las cargas son perpendiculares a las fibras es de 8GPa (Fig.5)

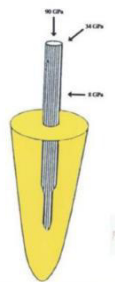


Figura 5. Comportamiento anisótropo del poste<sup>20</sup>

La presencia de un módulo de elasticidad bajo en los postes de fibra, no significa fragilidad ya que de todas formas se asocia a una característica mecánica. El módulo



elástico en un poste con menor diámetro hace que este se flexione siempre con cargas menores, como consecuencia menos resistencia a las fuerzas aplicadas, a diferencia de un poste con mayor diámetro.<sup>19</sup>

Las fibras con un elevado módulo de elasticidad son eficaces porque se oponen a la fuerza que podría deformar la resina de la matriz. Las fibras de cuarzo, boro y de carbono presentan un adecuado módulo de elasticidad y resistencia a la tensión y los postes de fibra de vidrio son menos resistentes y su módulo de elasticidad es menor. El módulo de elasticidad de los postes con aleación de titanio es de 120Gpa la de acero inoxidable es de 200 Gpa a diferencia de los postes de fibra de carbono estos tienen un módulo de elasticidad (rigidez) de 21GPa, siendo próximo a la dentina radicular 18GPa y resistencia a la compresión de 297MPa y los de fibra de vidrio un módulo de elasticidad de 25 GPa y resistencia a la compresión de 340 MPa, entonces hay menos posibilidad de fractura debido a que la distribución de tensiones es mucho más homogénea (las fuerzas se disipan), en donde la estructura interna de los sistemas, absorbe las fuerzas aplicadas al diente restaurado, llevando así al éxito clínico y demostrando mayor distribución de tensiones que los postes metálicos siendo indicados para dientes con tratamiento endodóntico, eliminando así el riesgo de fractura.<sup>1</sup> Sabiendo que un diente con tratamiento endodóntico y con conductos delgados que posee son para el uso de postes con diámetro pequeño teniendo repercusiones en su resistencia y deformación:

20, 21,27

### **3.2.6.5 Ventajas** <sup>23,36</sup>

- Módulo de elasticidad similar al de la dentina.
- Ahorro de tiempo.
- Diversos tamaños.
- Reducción en la incidencia de fractura radicular.

- Transmisión de la luz hasta el ápice, lo que favorecería el uso de una resina dual.
- Los postes de fibra de vidrio conducen mayormente a fracturas de carácter reparable, debido posiblemente a la similitud de comportamiento con la estructura dental remanente, mientras que los dientes restaurados con postes metálicos conllevan fracturas de gran envergadura, casi siempre insalvables.
- Fácil de manipular, cortar y remover.
- Biocompatible
- En el caso de los postes de fibra de carbono son más resistentes a la fractura que los metálicos o postes colados.
- Los postes de fibra de vidrio son más estéticos que los de carbono ya que transmiten la luz por lo mismo son más radiopacos.
- Los postes de cuarzo tiene mejor módulo de elasticidad que los anteriores, son más estéticos, ya que son translucidos dándole una apariencia más natural a la restauración.
- Los postes Paralelos, tienen una preparación del conducto extensa sobre todo en la zona apical, buena retención.

Los postes Híbridos son la Combinación de la forma paralela en las 2/3 partes coronales de la longitud del poste y cónico en el 1/3 apical. Buena retención sin la extensa preparación apical.

### **3.2.6.6 Desventajas** <sup>18, 33, 34, 35</sup>

- Su aplicación es difícil cuanto mayor es la pérdida dental.<sup>27</sup>
- Los postes de fibra de carbono no son estéticos.
- Los postes cónicos necesitan de una preparación del conducto muy conservadora por
- la forma natural del canal, poca retención.
- Los postes pasivos tienen una retención básicamente por el cemento o la adhesión del poste a la dentina.
- Los postes Lisos son poco retentivos.

### **3.2.7 Espigo de fibra de vidrio**

Hizo su aparición como una alternativa al uso del espigo de fibra de carbono, por un criterio estético, cuando se usan coronas totalmente cerámicas. Se comercializa en diámetros de 1,0; 1,25 y 1,5 mm. Posee un módulo de elasticidad muy similar al de la dentina y están formados por una matriz de resina que contiene fibras de vidrio de diferentes composiciones químicas: fibras de sílice y otros óxidos tales como calcio, boro, sodio, entre otros. La matriz de resina está constituida por una resina epoxi, cuya característica es la de unirse mediante radicales libres comunes a la resina BIS-GMA; esta última predomina en los sistemas de cementado adhesivo. Este adhesivo dentinario. El diente puede reconstruirse entonces con un material composite de polimerización química. Esta opción se recomienda para aquellos casos en los que estén aún conservados al menos un tercio de la corona natural y las partes restantes del muñón que estén reforzadas por el perno translúcido puedan ser restauradas solo con composite. La ventaja de esta opción es que la reconstrucción del perno y el muñón se podrán llevar a cabo en una sola cita sin procedimientos de laboratorio adicionales sin gastos añadidos

### **3.2.7.1 Indicaciones** <sup>18,27</sup>

Altura igual o mayor a 2mm, sobre todo el milímetro más cervical de la corona clínica, porque proveen el efecto zuncho o abrazadera.

Conductos radiculares de acceso dificultoso, por el menor riesgo que presenta al usar postes de menor diámetro.

Conductos radiculares cortos y curvos por la retención que ofrecen.

### **3.2.7.2 Contraindicaciones** <sup>18,27, 28,</sup>

Dentina residual insuficiente, ya que son más propensos a fracturarse bajo impactos horizontales.

No deben existir rajaduras horizontales en la porción coronal del diente. La restauración dentaria planeada no debería ser expuesta a estrés oclusal excesivo como elevamiento de canino, guía incisal pesada.

Pacientes bruxomanos por el esfuerzo al que son sometidas las piezas dentarias.

Piezas con fractura de bisel y llegan a pasar el nivel óseo alveolar.

Dientes con mal posición o marcada inclinación.

Piezas que requieren desgaste excesivo para lograr paralelismo entre pilares.

Conductos anchos, porque van a necesitar una preparación de conducto excesivo que debilitaría las paredes de la raíz y por ende una fractura radicular.

### **3.2.8 Espigo de fibra de cuarzo**

En 1998 Rovatti, Mason, Dallari, propusieron postes a base de fibras aún más estéticas que el carbono original, siendo las fibras de carbono recubiertas por fibras estéticas (cuarzo) dispuestas sobre el eje longitudinal del poste. Otra opción era un poste totalmente compuesto de cuarzo en matriz resinosa, pero la inclusión de cuarzo, confirió al poste mayor rigidez (Fig. 6). <sup>20, 22.</sup>

Este tipo de postes va a presentar cuarzo en su forma sílica cristalizada. Es un material inerte con un coeficiente de expansión térmica bajo y va a representar el 62% de fibra por volumen, pre tensado en una matriz epóxica para poder lograr propiedades mecánicas excelentes. Estos postes de fibra de cuarzo tiene una resistencia a la tracción de aproximadamente 2200 Mpa, que es superior a los postes metálicos del mismo diámetro, y un módulo de elasticidad igual a la dentina de 18 Gpa. Este bajo módulo de elasticidad permite disipar y absorber estrés, en lugar de transferirlo al diente, a diferencia de los postes metálicos.<sup>42</sup>

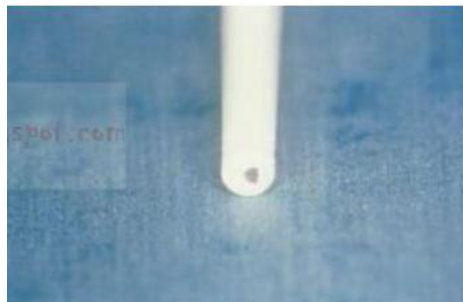


Figura 6 Núcleo central de poste de fibra de carbono rodeadas por fibras de cuarzo<sup>20</sup>

### **3.2.8.1 Composición** <sup>4, 8, 9,11</sup> .

Constituidos aproximadamente en un 60% de fibras de cuarzo, y un 40 % de una matriz de resina epóxica

### **3.2.8.2 Propiedades** <sup>3, 4, 5, 8, 9</sup>

Distribuye el estrés de forma uniforme, a lo largo de la raíz, y trasladar la superficie de soporte a zonas de contacto con el hueso.

Radiopacidad.

Translucidez.

### **3.2.8.3 Ventajas<sup>42</sup>**

Permiten la transmisión de luz a través del poste, lo cual es beneficioso para los cementos resinosos fotopolimerizables.

Módulo de elasticidad similar al de la dentina, esto permite flexibilidad en el diente, permitiendo que no hayan fracturas. Es removible en minutos si se requiere, sin riesgo o trauma en el diente

### **3.2.8.4 Desventajas**

El uso del curado dual para cementar postes es sugerido aun cuando el poste permita una buena difusión de la luz.

Si la estructura corneal del diente es menor de 1.5 mm

Cortar el poste con instrumentos de presión puede causar un fallo en las propiedades mecánicas.

## **3.3 Hipótesis**

Los espigos de fibra de cuarzo tienen mayor resistencia a la flexión que los espigos de fibra de vidrio.

### 3.4 Operacionalización de variables

VARIABLES	CONCEPTUALIZACION	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	VALOR
Espigos prefabricados	Los espigos son unos aditamentos que se instalan en el conducto radicular de un diente desvitalizado	Espigo de fibra de cuarzo. D.T. Light-Post® Illusion™ X-RO® # 0.5  Espigo de fibra de vidrio. Exacto 0.5 Angelus®	Nombre comercial, marca y composición.	Nominal	SI  NO
Resistencia a la flexión	Magnitud obtenida al dividir la fuerza de rotura por el cuadrado del grosor mínimo en la sección de rotura	Según norma ISO 14125	Resistencia a la flexión  Máquina de Ensayo universal Amsler(anexo N°3)	Razón	433,8 ±46,4 Mpa -  1889,6± 32,4 Mpa <sup>*8,13</sup>

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1 Tipo de investigación**

- Según la intervención es un estudio Observacional.
- Porque se evaluó una vez en el tiempo es un estudio de tipo Transversal.
- Según el tiempo de ocurrencia de los hechos es un estudio de tipo Prospectivo.
- Según el análisis y alcance de los resultados es un estudio de tipo Descriptivo- Analítico.
- Ya que la investigación se basa el empleo sistemático de la experiencia para verificar la hipótesis es experimental.
- Llegamos a la conclusión de que este tipo de estudio es: Observacional, transversal, prospectivo, analítico-descriptivo y experimental.

### **4.2 Población y Muestra**

#### **4.2.1 Muestra**

El estudio se realizó con 30 espigos de fibra:

- 15 espigos de fibra de cuarzo D.T. Light-Post® Illusion™ X-RO® # 0.5(A).
- 15 espigos de fibra de vidrio. Exacto 0.5 Angelus® (B)



#### **4.2.2 Tipo de Muestreo**

El tamaño de la muestra se determinó por el tipo de muestreo no probabilístico y por conveniencia, determinando la cantidad de espigos necesarios para el estudio en las investigaciones revisadas en los antecedentes.

##### **Criterios de inclusión**

- Espigos con forma cónica.
- Translucidos.

##### **Criterios de exclusión**

- Espigos alterados en su morfología

#### **4.3 Método, procedimientos e instrumento de recolección de datos**

##### **4.3.1 Método:**

- Observación

##### **4.3.2 Instrumento**

- Ficha de recolección de datos (anexo # 01)
- Máquina de ensayos Universal Amsler(anexo # 03)

Las máquinas empleadas para la realización de ensayos de tracción de barras son del tipo denominado “universal” por adaptarse a experiencias de compresión, flexión, corte e inclusive torsión en algunos de sus modelos. La máquina vertical de la casa “Amsler” de 50t.<sup>43</sup>

### 4.3.3 Procedimiento

Quince muestras de cada tipo de espigo se pusieron a prueba en flexión utilizando una máquina de ensayo de materiales (Máquina de ensayos Universal Amsler) a temperatura ambiente (21 °C) y humedad relativa de 84%.

Los espigos se sometieron a ensayos de flexión en tres puntos. La prueba de flexión de tres puntos se realizó de acuerdo con la norma ISO 14125 (SPAN 8 mm,

Velocidad de la cruceta de 1 mm / min, diámetro de sección transversal de carga de la punta 2 mm, con un ángulo de carga de 90 °)<sup>8,38</sup>. Se midió el diámetro de cada

Muestra con un calibrador digital (Mitutoyo, Tokio, Japón) antes de la prueba con 0,01 mm de precisión. La máquina de pruebas de materiales utilizó una célula de carga de 50 kN. Resistencia a la flexión ( $\sigma_f$ ), de los especímenes se calcularan con la ecuación siguiente:<sup>3, 4, 8, 9, 10,13,14, 15.</sup>

$$\sigma_f = \frac{8F_{\max}L}{\pi d^3} \dots\dots\dots (2)$$

Donde F Max es la carga aplicada en el máximo de carga - curva de deflexión (N), L es la longitud del tramo (mm), d es el diámetro de la muestra (mm).



Figura 7 Espigo de fibra de cuarzo. D.T. Light-Post® Illusion™ X-RO® # 0.5



Figura 8. Espigo de fibra de vidro. Exacto 0.5 Angelus®



Figura 9. Aditamento en acero inoxidable



Figura 10. Medición de los espigos y montaje en la máquina de ensayo universal



Figura 11. Anotación de resultados de las pruebas en el laboratorio N°4 de la facultad de ingeniería mecánica de la UNI

#### **4.4 Procesamiento de datos.**

Los datos fueron recolectados por medio de una ficha para cada grupo. En esta ficha se anotaron los datos obtenidos de las fuerzas utilizadas hasta la fractura de los postes, también se calculó la resistencia a la flexión mediante la fórmula y se anotó el valor final de la resistencia a la flexión de cada poste. (Anexo N° 1)

#### **4.5 Análisis de resultados.**

Los datos recolectados se procesaron mediante el paquete estadístico SPSS 22.0 para Windows, donde se realizó una estadística descriptiva: medidas de tendencia central (mínimo, máximo, media y desviación estándar).

Se utilizó la prueba de T-Student para Muestras Independientes, para determinar si hay diferencia estadísticamente significativa entre la fuerza de flexión necesaria para producir la fractura de espigos de fibra de vidrio y espigo de fibra de cuarzo.

La prueba fue trabajada a un nivel de confianza de 95%.

## V. RESULTADO

Una vez obtenidos los datos y vaciados a la malla estadística del paquete SPSS 22.0 para Windows, se realizó la prueba T-Student al ser un estudio trasversal con variable fija con dos grupos para muestras independientes y la variable aleatoria es numérica, donde se encontró la media de la resistencia a la flexión de los espigos de fibra de cuarzo es 1865,4 Mpa con intervalo de confianza al 95%, el 50% del total de casos presentaron resistencia de flexión menor o igual 1925,8 Mpa, con un valor mínimo es 1586,0 Mpa y el valor máximo es 2152,4 Mpa. Se muestran en la tabla 2

	Tipo de espigo	Mínimo Mpa	Máximo Mpa	Media Mpa	D.S. Mpa	P*
Resistencia a la flexión	A	1586,0	2152,4	1865,4	153,6	0,000

**\*p: Prueba T-Student para Muestras Independientes;  $p < 0,05$ .**

Tabla 2. Prueba de T-Student para espigos de fibra de cuarzo

La media de la resistencia a la flexión del grupo de espigos de fibra de vidrio (B) es 2682,6Mps al 95% de confianza, el 50% del total de casos presentan resistencia de flexión menor o igual 2832,1 Mpa, el valor mínimo es 2039,1Mpa y el valor máximo es 3398,6 Mpa como se muestra en la tabla 3

	Tipo de espigo	Mínimo Mpa	Máximo Mpa	Media Mpa	D.S. Mpa	P*
Resistencia a la flexión	B	2039,1	3398,6	2682,6	444,1	0,000

**\*p: Prueba T-Student para Muestras Independientes; p < 0,05.**

Tabla 3: Prueba de T-Student para espigos de fibra de vidrio En la tabla 4 se observa que la resistencia a la flexión de los espigos de fibra de cuarzo (1865,4 Mpa) fue menor que los espigos de fibra de vidrio (2682,6 Mpa). Se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa según t de Student ( $p < 0,05$ )

TIPO	N	Media	Desviación estándar	T	P*
Espigo de fibra de cuarzo	15	1865,4	153,6	6,73	0,000
Espigo de fibra de vidrio	15	2682,6	444,1		

**\*p: Prueba T-Student para Muestras Independientes; p < 0,05.**

Tabla 4: Comparación de la resistencia a la flexión (media) de espigos de fibra de cuarzo(A) y espigos de fibra de vidrio(B).

En la gráfico n°1 se observa la existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,000$ ) entre ambos espigos. En este grafico se puede observar que los espigos de fibra de cuarzo tiene una menor resistencia a la flexión ( $1865,4 \pm 153,6$ ) que los espigos de fibra de vidrio ( $2682,6 \pm 444,1$ ).

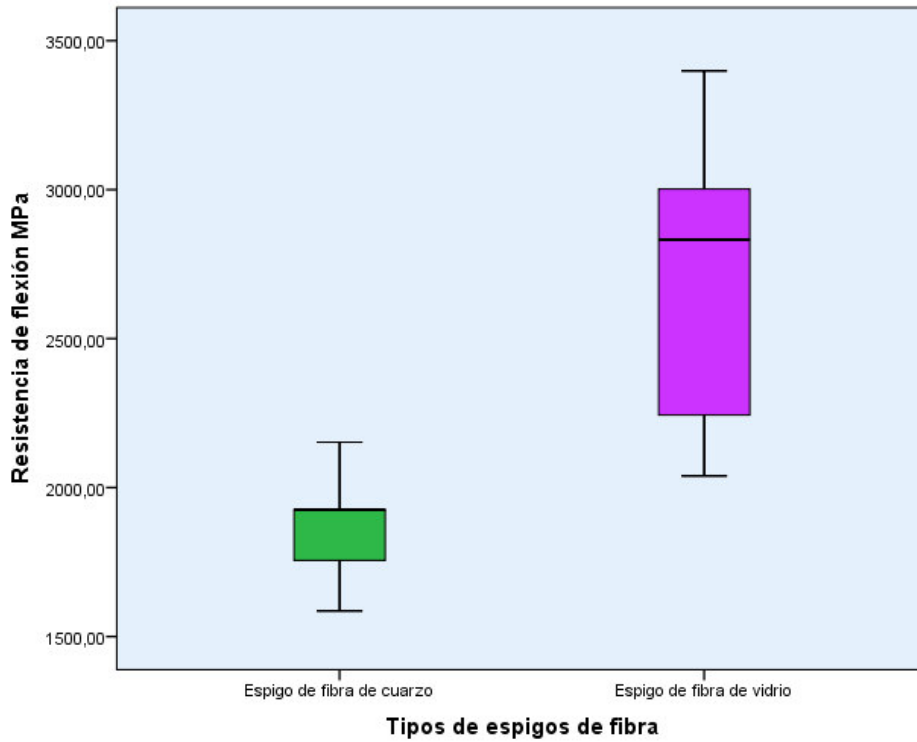


GRÁFICO 1 Comparación de la resistencia a la flexión (media) de espigos de fibra de cuarzo y espigos de fibra de vidrio.

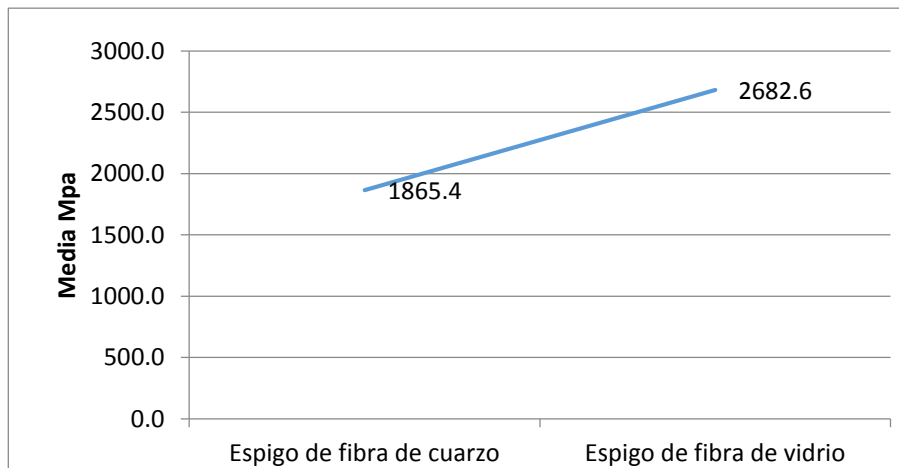


GRÁFICO 2 Comparación de la resistencia a la flexión (media) de espigos de fibra de cuarzo y espigos de fibra de vidrio.



## VI. DISCUSIÓN

En la presente investigación se evaluó las propiedades de resistencia a la flexión de espigos de fibra de cuarzo y espigos de fibra de vidrio, siguiendo la metodología especificada por la ISO 14125. Muchos autores han confirmado la importancia de estudiar esta propiedad en estos materiales (Borges et al.<sup>2</sup>, Rama et al.<sup>3</sup>, Chieruzzi et al.<sup>4</sup>, Cheleux et al.<sup>8</sup>). Ya que es importante conocer las propiedades mecánicas, y su variación en cuanto a calidad y por ende el tiempo de sobrevivencia de nuestros tratamientos. (Vichi A. et al.<sup>11</sup>, Mannocci et al.<sup>15</sup>)

Vichi A. et al.<sup>11</sup> y Mannocci et al.<sup>15</sup> llegaron a la conclusión de que si se almacena los espigos en seco o en dientes bovinos no existe diferencia en cuanto a sus propiedades mecánicas. Por lo tanto en un escenario clínico, si el espigo de fibra está protegido del contacto con el agua por la obturación del conducto radicular y por la resina, su resistencia a la flexión permanecerá intacta.

Los resultados de la presente investigación, ponen en manifiesto las diferencias entre estos dos tipos de espigos para la resistencia a la flexión. Los trabajos de investigación publicados que evalúen la resistencia a la flexión entre estos dos tipos de espigos son pocos, lo que hace difícil tratar de comparar nuestros resultados con los estudios existentes debido a las diferencias en los materiales evaluados y la metodología utilizada.

Los resultados de esta investigación muestran que en cuanto a resistencia a la flexión, los espigos de fibra de vidrio obtuvieron los más altos valores ( $2682,6 \pm 444,1$ ) contrario a esto, Rama et al.<sup>3</sup>, Cheleux et al.<sup>8</sup> y Galhano et al.<sup>13</sup>, encontraron que la resistencia a la flexión era mayor en los espigos de fibra de cuarzo y menor en los espigos de fibra de vidrio.

En cuanto a los valores obtenidos para la resistencia a la flexión en espigos de fibra de cuarzo ( $1865,4 \pm 153,6$ ) son similares a los obtenidos por Chieruzzi et al.<sup>4</sup> y Cheleux et al.<sup>8</sup>.

Según Chieruzzi et al.<sup>4</sup> Una explicación a estos resultados es que el proceso de fabricación posee un papel principal en el desempeño mecánico de los espigos. De hecho en el proceso de pultrusión (Utilizado para la fabricación de postes de fibra) la introducción de imperfecciones en el interior del material compuesto (resina) y la alineación imperfecta de fibras puede reducir la resistencia a la flexión

Según Grandini et al.<sup>12</sup> otro factor importante es que si la fibra se silanizan antes de su incorporación en la matriz de resina; esto puede afectar tanto a la resistencia así como la integridad estructural; una buena unión en la interfaz garantiza una transferencia de carga desde la matriz a las fibras, y es un requisito fundamental para el uso eficaz de las fibras de refuerzo. Los fabricantes de los espigos de fibra de cuarzo (DT-Light post) mencionan que las fibras son silanizadas antes de agregarles la matriz de resina epóxica sin embargo los fabricantes de los espigos de fibra de vidrio (Exacto) no especifican su modo de fabricación debido a que es secreto industrial sin embargo señalan que están compuestos con fibra de vidrio tipo E (80%) y resina epoxi pigmentada (20%). Mientras que los espigos DT-Light señalan que están compuestos con fibra de cuarzo (60%) y resina epoxi (40%).

Otro factor importante es que ninguno de los fabricantes declara los módulos de elasticidad de las matrices de resina utilizadas en cada uno de los postes de fibra.

## VII. CONCLUSIONES

- La resistencia a la flexión de los espigos de fibra de vidrio presentaron valores diferentes a los espigos de fibra de cuarzo.
- La resistencia a la flexión de los espigos de fibra de vidrio fue  $2682,6 \pm 444,1$  MPa (media).
- La resistencia a la flexión de los espigos de fibra de cuarzo fue  $1865,4 \pm 153,6$  MPa (media).
- Los espigos de fibra de vidrio Exacto de Angelus presentaron mayor resistencia a la flexión que los espigos de fibra de cuarzo D.T. Light Post de RTD; los cuales fueron estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ).

## **VIII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar este estudio simulando las condiciones de la cavidad oral.
- Se recomienda la utilización de los espigos que se acerquen a las propiedades mecánicas de las piezas dentarias.
- Se recomienda ejecutar el experimento aplicando carga cíclica para evaluar la fatiga de estos espigos de fibra.
- Se recomienda realizar este estudio para comprobar los valores de módulo de elasticidad del fabricante.
- Se recomienda evaluar otras propiedades de los espigos tales como fuerza de adhesión, resistencia a la compresión.
- Se recomienda realizar estudios in vitro con la misma metodología, y con una gama mayor de tipos de espigos de fibra.

## **IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Delgado D, García I. Resistencia a la fractura con carga estática transversal de diferentes postes utilizados en la rehabilitación de piezas dentarias uniradiculares tratadas endodónticamente. *Dental tribune hispanic & latin america*.2015; 12(1):14-6.
2. Fonseca, RB, Marques, AS, Bernades, K. de O., Carlo, HL, y Naves, LZ (2014). Effect of Glass Fiber Incorporation on Flexural Properties of Experimental Composites. *BioMed Research Internacional* , 2014 , 542678. <http://doi.org/10.1155/2014/542678>
3. Rama S, Rao K, Krishnamurthy K, Naik B, Shetty K, Sarvepalli S. Evaluation of the flexural strength of carbon, quartz, and glass fiber-based posts. *Saudi Endodontic Journal*. 2014; 4(3):109-114.
4. Chieruzzi M, Pagano E, Pennacchi M, Lombardo G, D'Errico P, Kenny J. Compressive and flexural behaviour of fibre reinforced endodontic posts. *Journal of dentistry*, 2012; 40(1): 968 – 978.
5. Martins B, Paladini F, Moreira K, Carvalho M, Nunes A. Fracture resistance, two point bending strength and morphological characteristics of pulpless teeth restored with fiber-reinforced composite posts. *RSBO*. 2012; 9(3): 272-9.
6. Hatta M, Shinya A, Vallittu P, Shinya A, Lassila L. High volume individual fibre post versus low volume fibre post: The fracture load of the restored tooth. *journal of dentistry* 2011;39(1):65-71 .
7. Dayalan M. Jairaj A, Nagaraj K Ravindra C. Savadi R. An Evaluation of Fracture Strength of Zirconium Oxide Posts Fabricated Using CAD-CAM

- Technology Compared. *Journal Indian Prosthodont Soc.* 2011; 10(4):213–218.
8. Cheleux NA, Sharrock PJ, Mechanical properties of glass fiber-reinforced endodontic posts. *Acta Biomaterialia.*2009; 5(8): 3224–3230.
  9. Vano M, Carvalho Carlos, Sedda M, Gabriele M, García-Godoy, Ferrari M. The influence of storage condition and duration on the resistance to fracture of different fiber post systems. *American Journal of Dentistry*, 2009; 22(6): 366-370.
  10. Novais V, Quagliatto P, Delia D, Correr-Sobrinho L, Soares C. Flexural modulus, flexural strength, and stiffness of fiber-reinforced posts. *Indian Journal Dent Res*, 2009; 20(3): 277-281.
  11. Vichi A, Vano M, Ferrari M. The effect of different storage conditions and duration on the fracture strength of three types of translucent fiber posts. *dental materials.* 2008; 24(6): 832–838.
  12. Grandini S, Chieffi N, Cagidiaco M, Goracci C and Ferrari M. Fatigue resistance and structural integrity of different types of fiber posts. *Dent Mater Journal* 2008;27(5): 687–694
  13. Galhano GA, Valandro LF, Marques de Melo R, Sotti R,Bottino MA. Evaluation of the flexural strength of carbon fibre-, quartz fibre-, and glass fibre-based posts. *Journal of Endodontics.*2005; 31(3): 209-211.
  14. Grandini S, Goraccia G, Monticellia F. Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: three-point bending test and SEM evaluation. *Dental Materials.*2005; 21(2):75-82..

15. Mannocci F, Sherriff M, Watson T. Three-Point Bending Test of Fiber Posts. *Journal of endodontics*.2001; 27(12): 758-761.
16. Tambutti R, Muñoz H. Introducción a la física y a la química. 4ta ed. México: Limusa Noriega.; 1999.
17. Gere J, Goodno B. Mecánica de Materiales. 7ma ed. México: Cengage learning; 2009.
18. Kobayashi A, Quintana M. Espigos: Pasado, presente y futuro. *Carta Odontol*. 2000; 5(15):21-7.
19. Chavez – Valdivia Herrera N. Resistencia a la fractura de piezas dentales restauradas con anclajes de fibra de carbono y colados – Estudio in Vitro. [Tesis para optar el título profesional de Cirujano-Dentista]. Lima: Facultad de odontología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2002.
20. Scotti R, Ferrari M. Pernos de fibra: Bases teóricas y aplicaciones clínicas. Barcelona: Masson; 2004.
21. Correa AM, Westphalen GH, Ccahuana VZ. Sistemas de postes estéticos reforzados. *Rev. Estomatol. Hered*. 2007; 17(2):99-103.
22. Grandini S. Basic and clinical aspects of election and application of fiber posts [Tesis doctoral]. Siena: , School of Dental Medicine, University of Siena; 2004.
23. Rodriguez P, Sancho J, Barjau A, Forner L, Perez A, Sanchez F. Influence of prefabricated post dimensions on restored maxillary central incisors. *Journal of Oral Rehabilitation* 2007; 34(2): 141-52.
24. Kogan E. Postes flexibles de fibra de vidrio (técnica directa) para restauración de dientes tratados endodónticamente. *Rev ADM*. 2001; 58(1): 05-9.

25. Ortiz Naranjo L. Postes de fibra. [Tesis para obtener el título de Cirujano Dentista]. Lima: Facultad de estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2010.
26. Zegarra Tafur L. Evolución y usos de los postes en relación a la resistencia a la fractura dentaria. [Tesis obtener el título de Cirujano Dentista]. Lima: Facultad de estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2008.
27. Quintana del Solar, Martín, Castilla M y Matta C. Resistencia a la fractura frente a carga estática transversal en piezas dentarias restauradas con espigo-muñón colado, postes de fibra de carbono y de aleación de titanio. Rev. Estomatol. Herediana.2005;15(1): 24-9.
28. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Retention and failure morphology of prefabricated posts. Int J Prosthodont. 2004; 17(3): 307-12.
29. Rodríguez M, Rubio J, Rubio F, Liso M, Oteo J. Reacción del aminopropiltrietoxisilano con partículas de pizarra. Boletín de la Sociedad española de Cerámica y vidrio [online] 2001 marzo-abril. [acceso 23 de Octubre de 2016]. Disponible en la World Wide Web: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2895293>.
30. Bermeo Santamaria, Ronald Xavier, Técnica de remoción de postes de fibra de vidrio fracturado. [online]. [acceso 23 de octubre 2016]. Disponible en la World Wide Web:
31. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3339/1/682%20Ronald%20Xavier%20Bermeo%20Santamaria.pdf>
32. Lamichhane A, C Xu, Zhang F. Dental fiber-post resin base material: a review. The Journal of advanced prosthodontics. 2014; 6 (1): 60-5.



33. Marchan S, Coldero L, Whiting R, Barclay S. In Vitro evaluation of the retention of zirconia- based ceramic posts luted with glass ionomer and resin cements. *Braz Dent J.* 2005; 16(3): 213-17.
34. Schwartz, DDS, Robbins J. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: A literature review. *Journal of endodontic*; Mayo 2004; 5(5): 289-301.
35. Christensen J, DDS, JADA. Post concepts are changing. 2004; 135(9):1308-1310.
36. Ley A, Vera J, Dibkanan A, Henry S .Uso y abuso de los postes: Una revisión de la literatura. *ADM* .2002; 59(4): 134-136.
37. Araujo E , Feuser L, Caldeira M; Pinos de fibra –Escolha corretamente. *Arquivos en odontología ,Belo horizonte* .2005; 41(3): 255-262.
38. W FARAH, John. M POWERS, John. “Non metal posts” . *The Dental Advisor*. 2003; 20(5): 523-525.
39. International Standard ISO 14125: Fibre-reinforced plastic composites -- Determination of flexural properties First edition; 1998 (E).
40. Romero G, Museros P, Martinez M, Poy A, *Resistencia de Materiales.. España: Universat Jaume; 2002.*
41. Kane J, Sternheim M, Casas J, Mirabent D. *Fisica. España: Reverté; 2007.*
42. Bertoldi, A. *Rehabilitación Posendodóntica: Base Racional y Consideraciones Estéticas. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2012.*

43. Fitzcarrald Barba F. Postes y muñones: tipos, indicaciones y contraindicaciones. [Tesis para obtener el título de Cirujano-Dentista]. Lima: Facultad de estomatología, Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2008.
44. Sosa Luis. Ensayo de tracción. UNI. Laboratorio de ciencia de los materiales; 2009. [fecha de acceso 21/05/2017]. URL disponible en: <http://docslide.net/documents/informe-2-ensayos-de-traccion.html>.

**X. ANEXOS**

Anexo 1.Ficha de recolección de datos

**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE ESPIGOS DE FIBRA DE CUARZO Y ESPIGOS DE FIBRA DE VIDRIO.**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad: Ingeniería mecánica

Laboratorio: N° 04

Ensayo de fuerza realizado con una máquina de ensayo universal, marca Amsler.

El ensayo consiste en medir la resistencia a la flexión en MPa, según la fórmula (2), de espigos de fibra de cuarzo y espigos de fibra de vidrio, hasta que se produzca la fractura.

<b>Espigo de fibra de cuarzo</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Carga hasta la fractura (Kg)</b>	<b>Fuerza (N)</b>	<b>Resistencia a la flexión(Mpa)</b> $\sigma_f = \frac{8F_{max}L}{\pi d^3}$

<b>Espigo de fibra de Ç vidrio</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Carga hasta la fractura Ç (Kg)</b>	<b>Fuerza (N)</b>	<b>Resistencia a la flexión(Mpa)</b> $\sigma_f = \frac{8F_{\max}L}{\pi d^3}$



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica**  
**Laboratorio de Mecánica N° 4**

INFORME TECNICO  
 Lb4-0883-2017

**ENSAYO DE FLEXIÓN EN ESPIGOS DE FIBRA**

SOLICITANTE : **MARCO ANTONIO PEÑA JANAMPA**  
 REFERENCIA : Orden de Laboratorio N° 103561  
 FECHA : Lima, 08 de Mayo de 2017

1.	ANTECEDENTES	Se recibió treinta (30) muestras de espigos de fibra, con la finalidad de realizarles ensayos de flexión.
2.	DE LAS MUESTRAS	Se identificó según el Cliente, como: Treinta (30) muestras de espigos de fibra, según los grupos: Grupo 1: Quince (15) espigos de fibra de cuarzo D. T. Lightpost® Illusion™ X-RO® # 0.5 Grupo 2: Quince (15) espigos de fibra de vidrio Exacto 0.5 Angelus®  TESIS : "ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE ESPIGOS DE FIBRA DE CUARZO Y ESPIGOS DE FIBRA DE VIDRIO"
3.	EQUIPOS UTILIZADOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina Universal de Ensayos mecánicos, marca AMSLER, capacidad 5 000 Kg.</li> <li>• Vernier digital, marca MITUTOYO, aproximación 0,01 mm.</li> </ul>
4.	CONDICIONES DE ENSAYO	T. : 21 °C H.R. : 84 %
5.	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	Norma ISO 14125





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Mecánica

Laboratorio de Mecánica N° 4

Lb4-0883-2017

## RESULTADOS

### 6.1 Ensayo de flexión en probetas del grupo 1

MUESTRA	DIÁMETRO (mm)	CARGA DE ROTURA (Kg f)	FUERZA (N)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Mpa)
1	1,025	7	68,64655	1585,99
2	1,025	8	78,4532	1812,56
3	1,025	8	7845,32	1812,56
4	1,025	7,5	73,549875	1699,27
5	1,025	9	88,25985	2039,13
6	1,025	8,5	83,356525	1925,84
7	1,025	9	88,25985	2039,13
8	1,025	8,5	83,356525	1925,84
9	1,025	8	78,4532	1812,56
10	1,025	7,5	73,549875	1699,27
11	1,025	7,5	73,549875	1699,27
12	1,025	9,5	93,163175	2152,41
13	1,025	8,5	83,356525	1925,84
14	1,025	8,5	83,356525	1925,84
15	1,025	8,5	83,356525	1925,84

6.

### 6.2 Ensayo de flexión en probetas del grupo 2

MUESTRA	DIÁMETRO (mm)	CARGA DE ROTURA (Kg f)	FUERZA (N)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Mpa)
1	1,025	13	127,48645	2945,41
2	1,025	12,5	122,583125	2832,13
3	1,025	12,5	122,583125	2832,13
4	1,025	10	98,0665	2265,70
5	1,025	12,5	122,583125	2832,13
6	1,025	9,5	93,163175	2152,41
7	1,025	10	98,0665	2265,70





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica**  
**Laboratorio de Mecánica N° 4**

Lb4-0883-2017

8	1,025	9,8	96,10517	2220,39
9	1,025	9	88,25985	2039,13
10	1,025	9,8	96,10517	2220,39
11	1,025	12,5	122,583125	2832,13
12	1,025	14	137,2931	3171,98
13	1,025	13,5	132,389775	3058,70
14	1,025	14	137,2931	3170,98
15	1,025	15	174,04975	3398,55

\* Código de autenticación : NCDIXJT DDNCMIXYTIJ NAEP TUTT

  
ING. SEBASTIAN LAZO OCHOA  
CIP. 74236  
Jefe del Laboratorio de Mecánica

Anexo 3 Máquina de ensayo universal Alfred J. AMSLER Y CIA  
Schaffhausen/suiza

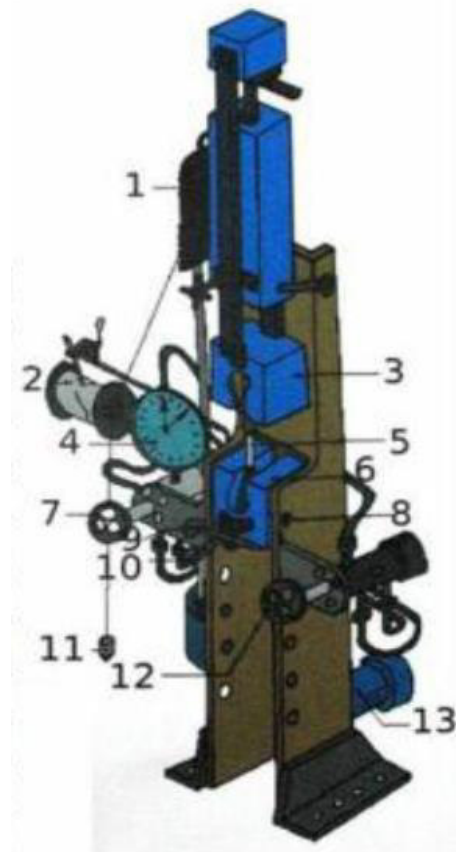
**EQUIPO AMSLER**

- Marca: Alfred J. Amsler y CIA. Schaffhausen, Suiza (46/224)
- Ensayo de tracción, compresión y flexión simple con maquina Universal de Amsler de capacidad hasta 50 tn.
- Motorizada.
- Mide las tensiones de rotura. <sup>43</sup>

1	Resorte de 5000kg
2	Carrete que afecta el grafico fuerza(carga) versus alargamiento
3	Mordaza superior
4	Carátulas con las agujas negras y rojas
5	muestra
6	Mordaza inferior
7	Válvula de descarga
8	Pin de la mordaza
9	Palanca de ajuste de la muestra de la mordaza inferior
10	Palanca para ajustar el pin y desplazar la mordaza inferior
11	Plomada que hace girar el carrete
12	Válvula de carga
13	motor



Equipo Amsler del Laboratorio N°4 de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNI





Anexo 4. Instalaciones de la UNI y la facultad de Ingeniería Mecánica




Facultad de Ingeniería Mecánica



# Anexo 5. Ficha técnica de los espigos de fibra de cuarzo D.T. Light-Post® Illusion™ X-RO®

**1968 - 2008 40<sup>th</sup> Anniversary**



**A pioneer in endodontic rehabilitation**

Established in 1968 by Dr. Marc Reynaud, RTD developed and commercialized the fibre post and is the worldwide leader in this field. RTD is certified ISO 13485, employs engineers, technicians and chemists, and is also protected by numerous patents.

From our facilities in the "high-tech corridor" of Grenoble, France, over 95% of RTD's production is exported to over 70 countries, and enjoys market leadership in most of those countries. Our products meet ISO, China, Japan, USA standards.


RTD posts have been independently tested and described in the dental literature over 75 times, and are used and taught in dental schools on every continent.

**Patents:**  
EP 1 116 548  
EP 4 652 801  
US 6 819 883  
US 6 520 472  
US 6 888 844

**Main registration certificates:**  
Europe CE  
USA FDA  
Japan PMA  
China CFDA  
Russia GOST

**Patent pending:**  
PCT/FR 2008/061 638

**Secure, pharmaceutical style packaging protects post from debris & contamination**



**Removable in minutes with reusable MDT Carbide**

**For a first use**

- 1 3-D Light-Post Illusion X-RO
- 1 Compressdek
- 1 Spring Sealing Etching
- 20 Coils 4mm USA ISO ALUMA
- 1 Springs Int Connection
- 10 Blowing cannula
- 10 Base end tip
- 20 CONSTRUCTION 4 mm

**For a first use**

**Intro kit with 20 posts + drill**

**For retail**

**Blow pack of 18 or 30 posts of same size**

**RTD**

**3 rue Louis Néel, Technoparc Espace Gavarnière  
38 120 ST EGBREVE - FRANCE  
Tel. +33 (0)4 78 68 68 68 Fax +33 (0)4 78 68 11 77  
E-mail: rtd@rtd.fr / www.rtd.fr**

**D.T. LIGHT-POST® X-RO™  
ILLUSION™**

Translucent quartz fiber

**COLOR ON DEMAND FIBER POST**


The smartest post you could envision


22°C      37°C

**X-RO**

- ◆ 50 % more radiopaque
- ◆ 20 % stronger
- ◆ 30 % more retentive

- **RADIOPAQUE +**
- **ANATOMICAL**
- **RELIABLE**
- **AESTHETIC**
- **EASY TO USE**





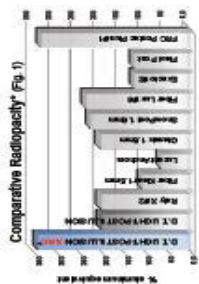
## A SUCCESSFUL PRODUCT WITH A REAL INNOVATION

RTD, the world leader in fiber post technology, announces the next evolutionary step in fiber post composition and performance: D.T. Light-Post Illusion X-RO. The original D.T. Light-Post received the prestigious REALITY'S CHOICE S-STAR AWARD four years in a row. X-RO involves a new, patented fiber (developed exclusively for density by RTD) which is enhanced with unique radiopacifiers. The in vitro and clinical benefits are profound and persuasive.

## RADIOPACITY



D.T. LIGHT-POST X-RO Radiopacity



Radiopacity of the X-RO is 50% greater than previous generations of D.T. Light-Posts (Fig. 1), to reach 340% of Aluminum equivalent (ISO Standard #4049). The radiopacity of the post itself varies from 360% (D.T. size 0.5) to 730% (D.T. size 3).

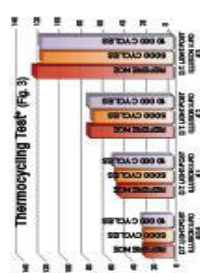
## STRENGTH



Flexural strength test

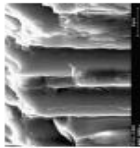


X-RO fibers also utilize a proprietary stane coupling agent that increases the bond between the fiber and the epoxy matrix. The new fiber improves Flexural Strength (Fig. 2) by at least 200MPa, and maintains high fatigue resistance\* (10 000 000 Cycles).

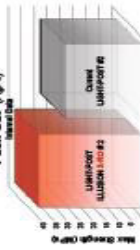


Optimization of the proven epoxy resin matrix, polymerized to 95%+, resists water uptake even in extreme thermo-cycling tests 5°C - 55°C (Fig. 3).

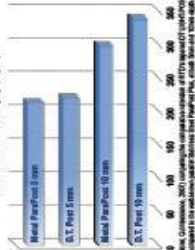
- Flexural strength : 1800 - 2000 MPa
- Intrinsic shear strength : 65 - 70 MPa
- Elastic modulus (30°) : 15 GPa



Push Out (Fig. 4)



Improved surface roughness, increases push-out (bond) strength to the post by nearly 30% (Fig. 4). This eliminates any need for chair-side stane coatings.



Retention is equal to or better than metal posts (Fig. 5) and other fiber posts\*\*.

## ILLUSION PATENTED TECHNOLOGY

- Color-coding for easy identification. Posts match the drills.
- With patented ILLUSION technology, intrinsic color-coding disappears when sealed, re-appears on demand. If removal ever becomes necessary.



Courtesy of Dr. Chelak, University of Toronto

## OTHER BENEFITS

- As always, an Elastic Modulus close to dentin produces virtually no clinical root fractures.
- Translucency provides esthetics and expedites the dual-cure cementation procedure.
- Corrosion-free and biocompatible. X-RO has passed the common test of cytotoxicity, but also intradental reactivity, systemic toxicity, genotoxicity and hypersensitivity. In order to ensure complete biocompatibility and safety.

\* Internal data available upon request. \*\* Data from manufacturer. \*\*\* Complete studies available at www.rtd.com

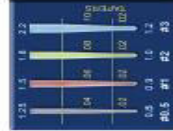
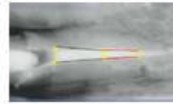
## Fatigue Resistance:

- 10 000 000 cycles with a load of 100 Newtons without breaking



## PROVEN, ANATOMICAL DESIGN

- Ideal double-layer design means optimal adaptation, conservative preparation\*\*\*
- D.T. Light-Post performance is proven in published clinical trials\*\*\*\*
- atraumatically removable in minutes\*\*\*\*



Developed at University of Montreal, this is the first post to adapt to the treated canal, rather than the reverse. These layers and diameters are derived from thousands of measurements of hundreds of endodontically treated teeth.

## CLINICAL CASE (courtesy Dr. B. Duret)



Light cure, IR (DENTAL) material, Resin COMPOSITE material, Light cure, Thin film varnish, Upliftone

PERFIL TÉCNICO CIENTÍFICO

# Pinos de fibra

Pino tem que ter fibra



 angelus®

## INTRODUÇÃO

Ao longo das duas últimas décadas os compósitos reforçados com fibras, especialmente os pinos em fibra, ganharam um destaque especial no mercado odontológico mundial.

A utilização de pinos em dentes tratados endodonticamente que servirão de apoio para próteses fixas tem sido um grande desafio para a Odontologia devido, principalmente, à condição de menor resistência mecânica desses dentes quando comparados aos dentes vitais.

O pino deve servir de suporte para a futura prótese ou restauração, sem causar stress e, conseqüentemente, sem causar fratura na raiz. Portanto, é evidente a importância do uso de pinos com propriedades mecânicas similares às estruturas dentais.

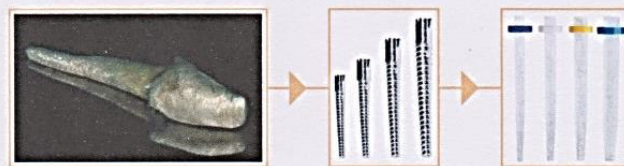
As boas propriedades mecânicas das fibras, associadas à facilidade de uso e estética das fibras de vidro, fizeram que os pinos em fibra fossem, dia a pós dia, tomando o espaço dos pinos metálicos fundidos.

Com o advento da cimentação adesiva, esses pinos ganharam um destaque ainda maior, pois sua composição favorece esse tipo de cimentação, já que a estrutura fibro-resinosa, ao contrário dos pinos metálicos, possui adesão à estrutura dental e materiais restauradores.

Dentre todos os benefícios dos pinos de fibra, o seu módulo de elasticidade, que é bem próximo ao da dentina, e a diminuição da incidência de fraturas catastróficas em dentes tratados endodonticamente, é o que mais chamou a atenção da comunidade científica e clínica.

Na época de sua entrada no mercado, era muito comum ouvir que quando se usava um pino de fibra, o dentista estaria colocando dentina no lugar de dentina.

### Evolução dos pinos



## HISTÓRICO DE PINOS

A primeira reconstituição corono-radicular descrita seria metálica e de origem japonesa na Idade Média. Iniciava-se a era dos dentes a pivot.

Um enorme período seguiu-se desde então, onde diversas tentativas foram feitas para reter os dentes.

Pierre Fauchard, em 1728, utilizou uma espécie de pino de madeira, a fim de reter as coroas.

Em 1880, outro artefato criado foi a coroa de Richmond, que era um tubo rosqueado dentro do canal, que permitia a colocação de uma coroa por meio de um dispositivo de parafuso.

O primeiro autor a abordar a retenção de pinos foi Burgorem, em 1917.

O metal foi utilizado para este fim por um longo período, apesar de trazer alguns inconvenientes como: corrosão, interface pino/dente perceptíveis, descontinuidade da junção dento/protética, não adesão aos materiais de reconstrução, dificuldades de reintervenção endodôntica, custo, etc.

Os materiais não metálicos surgiram da necessidade de sanar estas falhas, assim como de obter características estéticas importantes e necessárias para a confecção de próteses livres de metal.

As resinas compostas, com seu baixo módulo de elasticidade, marcaram uma alteração determinante dentro da concepção de reconstituições coronoradiculares.

Era necessário encontrar um material que se aproximasse das características do tecido sobre o qual fosse colocado. Surgiu então a ideia de se colocar fibras dentro de uma matriz orgânica apresentada por Woo, em 1974.

Em 1984 a noção de se utilizar materiais de características físico-mecânicas próximas daqueles da estrutura dental, tornou-se uma necessidade.

Em 1987, a Escola Lyon, preocupada com a corrosão endobucal se propôs a realizar prótese fixas em resina com a inclusão de fibras de carbono, para aumentar os valores mecânicos.

Com isso iniciou-se uma nova era dentro da Odontologia com pesquisas que desenvolveram os atuais pinos intra-radulares pré-fabricados não metálicos.

Esses pinos além de todas as características previstas para seu uso com relação às propriedades mecânicas, proporcionam uma melhor distribuição de cargas, solicitando o mínimo possível das estruturas dentais, apresentando um menor índice de fraturas radiculares. Isso também é obtido por que tais pinos exigem menor desgaste da estrutura dental, já que o modo de abertura é bem racionalizado não destruindo a qualidade dos tecidos remanescentes.

Nos pinos intra-radulares não metálicos com reforço de fibras, o reforço é de fibras contínuas, unidirecionais, e a matriz é uma resina epóxi, que sustenta o reforço.

As características dos pinos à base de fibra de vidro são: boa translucidez, o que lhe permite melhores qualidades estéticas, alta resistência à fadiga e flexão e módulo de elasticidade próximo ao da dentina. A reintervenção endodôntica é um fator que devemos considerar. A estrutura do núcleo (fibras longitudinais ao seu eixo) permite todas as reintervenções sem a menor dificuldade. Basta utilizar uma broca de diâmetro menor dentro do eixo do núcleo.

A orientação e a disposição das fibras guiam a broca, e o núcleo será destruído em alguns minutos, sem que atinja a dentina pericanalicular

## Conheça um pouco mais sobre fibras

### 1. Quando surgiram as fibras de vidro?

A história das fibras de vidro começou em 1836, quando foi patenteado, na Europa, um método de tecer vidro maleável. A partir de 1940, o desenvolvimento das resinas sintéticas promoveu uma ampla utilização para esse tipo de fibra e suas aplicações abriram uma grande variedade de mercados.

### 2. Quais são as vantagens da fibra de vidro?

Quando comparada com outros produtos similares, possui excelente resistência e rigidez para sua densidade; é fácil de utilizar; é um material muito leve, e fácil de reparar; tem boa resistência à corrosão e grande resistência à abrasão.

### 3. Em que áreas se utilizam as fibras de vidro?

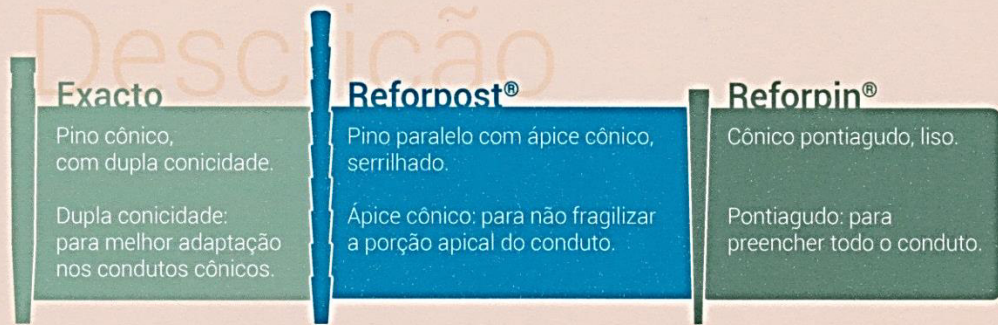
São utilizadas na indústria aeroespacial, para fabricação de estruturas resistentes aos mais diferentes níveis de pressão e temperatura; na indústria náutica, para construção de barcos com estruturas que não oxidam em contato com água; na indústria automobilística, para construção de estruturas que absorvem impactos em caso de acidentes, e na indústria esportiva, na produção de materiais leves e com elasticidade para resistir a fraturas.

### 4. Uso das Fibras de Vidro na Odontologia

Como citado, as fibras possuem características importantes que também as tornam ideais na obtenção de materiais para a Odontologia. São utilizadas na confecção de pinos intra-radulares, estruturas de próteses fixas e contenções periodontais.

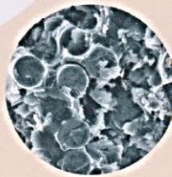
Propiciam materiais resistentes ao impacto das forças mastigatórias, leves para não causar desconforto ao paciente e que não sofre oxidação como os metais, causando gosto metálico. São elásticas, permitindo grandes flexões sem se quebrar, evitando, desse modo, fratura de raízes, comumente observadas com o uso de materiais mais rígidos na confecção de pinos, como o metal.

# Por dentro dos pinos

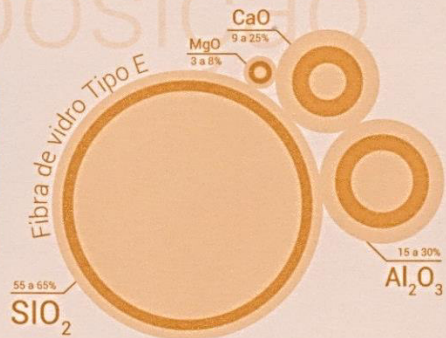


- Exacto**  
Fibra de Vidro Tipo E (80%), Resina Epóxi pigmentada (20%)
- Reforpost®  
Fibra de Vidro**  
Fibra de Vidro Tipo E (80%), Resina Epóxi Pigmentada (19%) e Filamento de Aço inoxidável (1%)
- Reforpost®  
Fibra de Carbono**  
Fibra de Carbono (72%), Resina Epóxi pigmentada (22%) e Filamento de aço inoxidável (6%)
- Reforpin**  
Fibra de Vidro Tipo E (80%), Resina Epóxi pigmentada (20%)

\*exceto para Reforpost® Fibra de Carbono



Visão microscópica do Pino em Fibra



## Tratamento do pino

- Limpar o pino com álcool
- Aplicar Silano\* Angelus® e aguardar 1 minuto
- Aplicar o adesivo químico (Fusion-Duralink\* Catalisador)

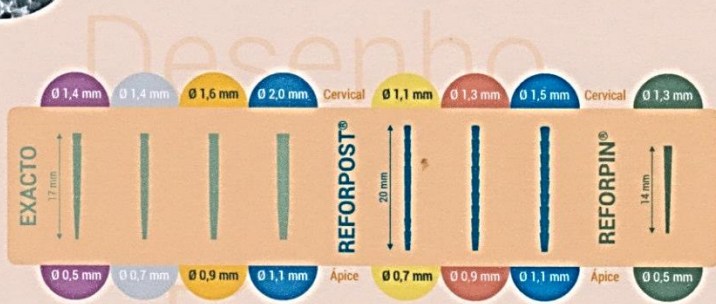
## Tratamento do conduto

- Condicionar com Ácido Fosfórico 37% Angelus®
- Lavar com água e secar com cones de papel absorvente
- Aplicar o Primer (Fusion-Duralink® Primer)
- Aplicar o adesivo químico (Fusion-Duralink® Catalisador)

## Cimentação

- Cimentar com cimento resinoso químico ou dual

\*apenas para cimentação de pinos em fibra de vidro



## Exacto

- 9087 Trial Kit 0.5 - 5 pinos e 1 broca nº 0.5
- 9117 Trial Kit 1 - 5 pinos e 1 broca nº 1
- 9127 Trial Kit 2 - 5 pinos e 1 broca nº 2
- 9137 Trial Kit 3 - 5 pinos e 1 broca nº 3
- 9147 Kit - 15 pinos (5 nº 1, 5 nº 2 e 5 nº 3) e 3 brocas (1 nº 1, 1 nº 2 e 1 nº 3)
- 9097 Reposição 0.5 - 5 pinos
- 9157 Reposição 1 - 5 pinos
- 9167 Reposição 2 - 5 pinos
- 9177 Reposição 3 - 5 pinos

## Reforpin®

- 796 Tamanho universal - 5 unidades
- 797 Tamanho universal - 10 unidades

## Reforpost®

- 711 Fibra de Carbono Reposição nº 1 - 5 pinos
- 712 Fibra de Carbono Reposição nº 2 - 5 pinos
- 713 Fibra de Carbono Reposição nº 3 - 5 pinos
- 720 Fibra de Vidro Kit - 30 pinos (10 nº1, 10 nº2 e 10 nº3), 3 brocas de Largo (1 nº3, 1 nº4 e 1 nº5) e 1 gabarito
- 721 Fibra de Vidro Reposição nº 1 - 5 pinos
- 722 Fibra de Vidro Reposição nº 2 - 5 pinos
- 723 Fibra de Vidro Reposição nº 3 - 5 pinos
- 724 Fibra de Vidro Mini kit - 15 pinos (5 nº 1, 5 nº 2 e 5 nº 3) e 1 gabarito
- 726 Fibra de Vidro Reposição nº 1 - 10 pinos
- 727 Fibra de Vidro Reposição nº 2 - 10 pinos
- 728 Fibra de Vidro Reposição nº 3 - 10 pinos



# Exacto

# Reforpost®

Fibra de vidro ou carbono\*



Também em canais mais atrésicos.



## O pino certo no dente certo

Os pinos em fibra de vidro são indicados para o suporte da reconstrução coronária em dentes tratados endodonticamente.

Veja na arcada a sugestão e **indicação** mais frequente de cada pino, embora a situação radiográfica e arquitetônica do dente, bem como a necessidade de retenção é que vão orientar a indicação correta.



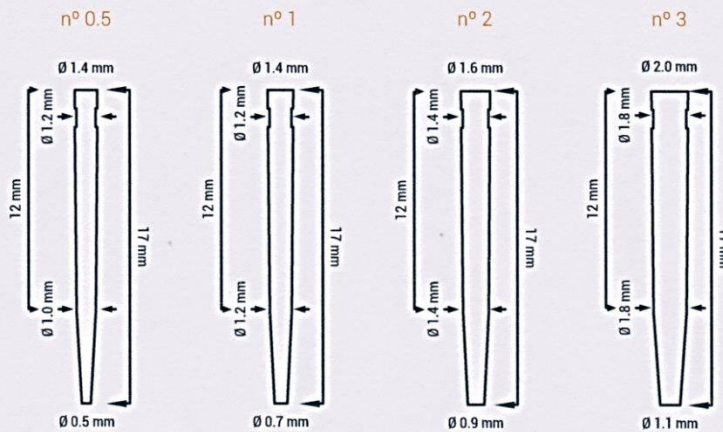
# Reforpin®

São indicados para preencher os condutos amplos e realizar uma retenção maior do pino ao conduto, bem como para aumentar a resistência em raízes fragilizadas. Também podem ser utilizados em canais atrésicos.

\*Em dentes onde a estética possa ser comprometida pela cor do pino, recomenda-se a aplicação de uma resina opacificadora (OPAK da Angelus®)

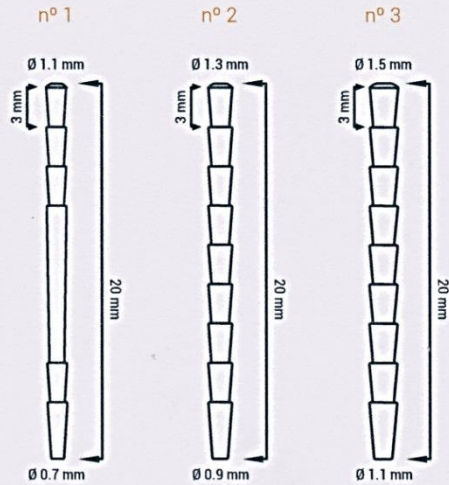
Medidas (Escala 3:1)

Exacto



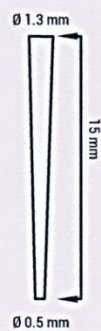
		Exacto n° 0.5	Exacto n° 1	Exacto n° 2	Exacto n° 3
Diâmetro cervical		1,4 mm	1,4 mm	1,6 mm	2,0 mm
Diâmetro apical		0,5 mm	0,7 mm	0,9 mm	1,1 mm
Conicidade	Taper 1	0.03	0.03	0.03	0.05
	Taper 2	0.10	0.10	0.10	0.10
Comprimento total		17 mm	17 mm	17 mm	17 mm

Reforpost® Fibra de Vidro ou Carbono



	Reforpost® nº 1	Reforpost® nº 2	Reforpost® nº 3
Diâmetro cervical	1,1 mm	1,3 mm	1,5 mm
Diâmetro apical	0,7 mm	0,9 mm	1,1 mm
Comprimento total	20 mm	20 mm	20 mm

Reforpin®



	Tamanho universal
Diâmetro cervical	1,1 mm
Diâmetro apical	0,5 mm
Comprimento total	14 mm

BROCA DE LARGO

(Escala 2:1)



Para Reforpost®  
Fibra de Vidro  
ou Carbono  
nº 1

Utilize  
Broca de Largo  
nº 3



Para Reforpost®  
Fibra de Vidro  
ou Carbono  
nº 2

Utilize  
Broca de Largo  
nº 4



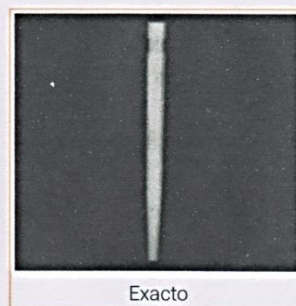
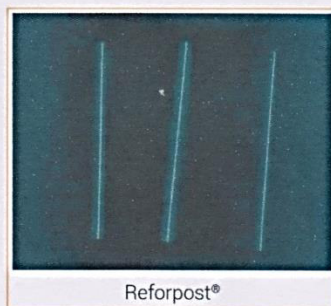
Para Reforpost®  
Fibra de Vidro  
ou Carbono  
nº 3

Utilize  
Broca de Largo  
nº 5

### Radiopacidade

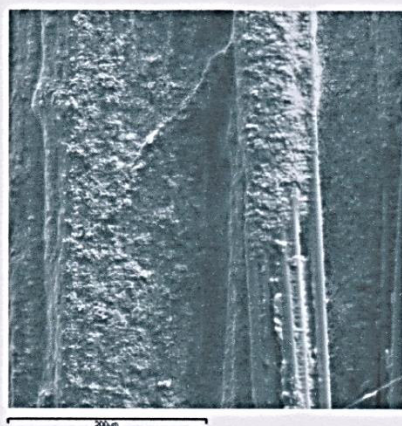
Os pinos em fibra apresentam radiopacidade mais baixa que o metal. No entanto, os pinos Reforpost® possuem um filamento de aço inoxidável em seu interior que permite a visualização radiográfica.

Já os pinos Exacto possuem radiopacidade devido à incorporação de radiopacificador em sua matriz resinosa.



### Disposição das fibras

As fibras encontram-se dentro de uma matriz resinosa dispostas longitudinalmente, o que garante a sua alta resistência à fratura em condições fisiológicas normais.

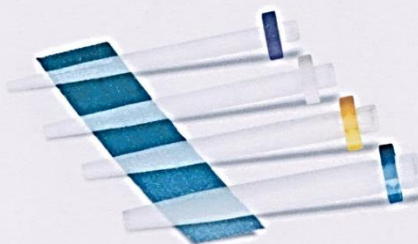


Micrografia: Fibras dentro da matriz resinosa dispostas longitudinalmente

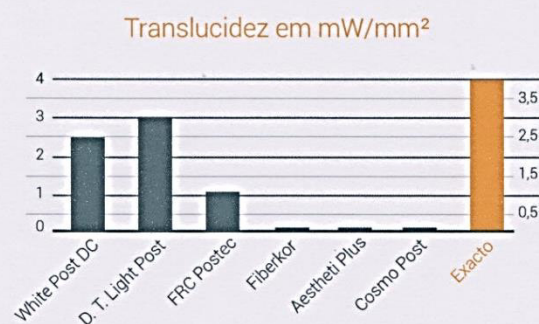
## Translucidez

A translucidez de pinos de fibra é uma questão muito controversa dentro da literatura. Vários trabalhos nos evidenciam que o uso de pinos de fibra de vidro translúcidos é oportuno para a melhor qualidade estética da restauração.

Os estudos científicos nos mostram que a ideia de que o pino translucido ajuda na conversão de cimentos resinosos, auxiliando assim a sua cimentação não é correta. As fibras de vidro, apesar de serem condutoras de luz, não conseguem fazer com que a energia luminosa seja suficiente para a completa conversão dos cimentos resinosos nas partes médias e apicais dos condutos, o que pode levar ao insucesso da cimentação.



Os pinos Exacto possuem translucidez necessária à reprodução estética favorável das restaurações. O uso de fibras inovadoras associadas a uma matriz polimérica apropriada, confere translucidez ao pino e propriedades altamente estéticas à restauração final.



(MORGAN, L.F.S.A.; PEIXOTO, R.T.R.C.; ALBUQUERQUE, R.C.; CORREA, M.F.S.C.; POLETO, L.T.A.; PINOTTI, M.B.; Light Transmission through a Translucent Fiber Post. Volume 34, Issue 3, Pages 299-302, March 2008.)

## PROPRIEDADES MECÂNICAS

### *Coefficiente de Poisson*

Coefficiente de Poisson, mede a rigidez do material na direção perpendicular à aplicação da carga de tração uniaxial aplicada. É um número adimensional, geralmente os valores variam entre 0,25 e 0,35 para metais, adotando-se na grande maioria dos casos 0,33.

Para os pinos em fibra de vidro o coeficiente de Poisson é 0,22.

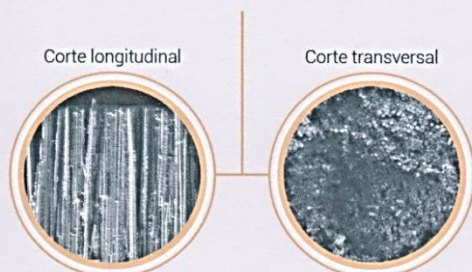
### *Resistência Flexural*

A resistência flexural representa a resistência máxima ao dobramento de um material antes que ocorra fratura.

Essa propriedade é importante clinicamente, sobretudo no ato da mastigação, quando ocorrem diferentes esforços mastigatórios, que induzem variadas tensões, tanto no dente quanto na restauração.

A resistência à fratura, ou a resistência flexural dos pinos em fibra é aumentada devido à disposição longitudinal das fibras, e é medida de acordo com a Norma ISO 10477 pelo ensaio de flexão de 3 pontos.

### Disposição das fibras em diferentes cortes



### Ensaio de flexão de 3 pontos



### Módulo de Elasticidade ou Módulo de Young

É o valor de deformação do material sob determinada tensão.

O módulo de elasticidade do material deve ser o mais próximo possível do da dentina para que não ocorram fraturas radiculares.

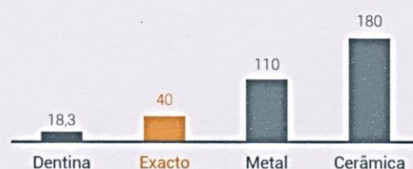
Módulo de elasticidade da dentina: 18,3 GPa

Dentre os materiais utilizados o módulo de elasticidade dos pinos de fibra de vidro é o que mais se assemelha ao módulo de elasticidade da dentina, dando resistência e longevidade à restauração dos dentes tratados endodonticamente.

### Módulo de Elasticidade de Materiais de Uso Odontológico comparados à dentina

Material	Módulo de Elasticidade (GPa)
Resina Composta	15
Fibra de Vidro	40
Titânio	90-100
Metal (NMF)	150-180
Cerâmica	170
Dentina	18,3

### Módulo de elasticidade (GPa)

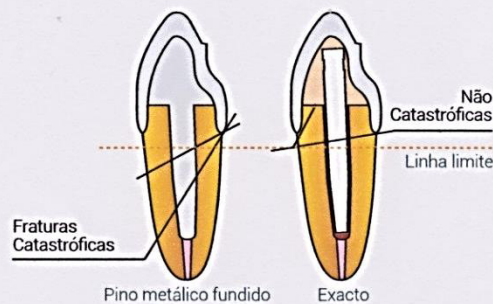


### Absorção de Forças

Uma das grandes vantagens dos pinos em fibra é o fato de, quando submetidos a uma força, eles são capazes de absorver o impacto sem levar esse stress para a estrutura dental.

Esse é o motivo pelo qual as fraturas são menos frequentes com o uso desses pinos e, quando ocorrem, não são consideradas catastróficas.

### Tipo de Fraturas



Comparação de tipo de fraturas radiculares com pinos metálicos fundidos e Exacto. As fraturas com pinos metálicos fundidos são consideradas catastróficas (abaixo da linha limite).

(SILVA, N R.; Efeito da altura do remanescente coronário, do tipo de reconstrução interna e do tipo de coroa restauradora na deformação e resistência à fratura de dentes anteriores tratados endodonticamente, Dissertação de Mestrado- UFU 2008.)

### Quadro Comparativo entre Pinos Angelus

	Reforpost® Fibra de Vidro	Reforpost® Fibra de Carbono	Exacto	Reforpin®
Forma	 Paralelo com ápice cônico, serrilhado	 Paralelo com ápice cônico, serrilhado	 Dupla conicidade, liso	 Cônico, liso
Broca utilizada	Largo/Peso	Largo/Peso	Broca Exacto	Não usa broca especial
Cor	Branco	Negro	Translúcido	Branco
Tamanhos	1, 2 e 3	1, 2 e 3	0,5, 1, 2 e 3	Universal
Módulo de Elasticidade* (MPa)	35-45	85-100	30-40	35-45
Resistência Flexural* (GPa)	1000-1200	1100-1450	1000-1200	1000-1200

\*ENSAIOS REALIZADOS DE ACORDO COM A NORMA ISO 10477. Variáveis de valores devido aos diferentes diâmetros dos pinos.