



UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela Académico Profesional de Odontología

“RESISTENCIA A LA FATIGA DE LOS POSTES DE FIBRA DE VIDRIO EXACTO
- ANGELUS, WHITE POST, REFORPOST DE ÁNGELUS, ESTUDIO IN VITRO –
LIMA 2020.”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
CIRUJANO DENTISTA

Autor

DILAS TERAN, SANTOS

Asesora

Dra. CD. CHANAMÉ MARÍN, ANN ROSEMARY

Código Orcid 0000-0002-5038-4116

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mi familia que me apoyo constantemente
y en especial a mi hija Ruth que siempre me
brindo su aliento para seguir adelante.

Agradecimiento

Primero dar gracias a Dios por todo lo que me ha dado en la vida y por iluminarme en este trayecto.

A la Dra. CD. Chanamé Marín, Ann Rosemary, por su constante revisión de este trabajo de investigación, por sus consejos, por su paciencia y apoyo incondicional que me ha brindado durante todo este tiempo.

Mis más sinceros agradecimientos a todos mis maestros que tuve el privilegio de conocerlos al mismo tiempo me brindaron sus enseñanzas y amistad en esta digna Universidad Norbert Wiener.

Al laboratorio especializado en ensayos mecánicos de materiales HTL HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE, por permitirme la ejecución de este estudio en sus instalaciones.

Asesora de tesis:

Dra. CD. CHanamé Marín, Ann Rosemary

Jurado:

Presidente

Dr. Esp. CD. Christian Esteban Gómez Carrión

Secretario

Mg. Esp. CD. Girano Castaños, Jorge Alberto

Vocal

Mg. Esp. CD. Llerena Meza Verónica

Índice

Dedicatoria	2
Agradecimiento.....	3
Índice de tablas	8
Índice de gráficos.....	9
Índice de Anexos	10
Resumen	11
Abstract	12
Introducción.....	13
CAPITULO I: EL PROBLEMA.....	14
1.1. Planteamiento del problema	14
1.2. Formulación del problema	16
1.2.1 Problema general.....	16
1.2.2. Problemas específicos.....	16
1.3. Objetivos de la investigación.....	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4. Justificación de la investigación	18
1.4.1 Teórica.....	18
1.4.2 Metodológica	18
1.5. Limitaciones de la investigación.....	20
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes de la investigación	22
2.2. Bases teóricas.....	26
2.2.3.Resistencia	26
2.2.4. La fatiga.....	26

2.2.6 Postes.....	27
2.2.6. Postes de Base Orgánica Reforzado con fibra.....	27
2.2.7. Generalidades de los postes fibra.....	28
2.2.8. Características estructurales y composición.....	28
2.2.9 Postes del presente estudio.....	30
2.3. Formulación de la Hipótesis.....	32
2.3.1 Hipótesis de trabajo (Hi).....	32
2.3.2 Hipótesis nula(Ho).....	32
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	33
3.1 Método de investigación.....	34
3.2 Enfoque investigativo.....	34
3.3 Tipo de investigación.....	34
3.4 Diseño de la investigación.....	35
3.5 Universo, muestra y muestreo.....	35
3.6 Variables y operacionalización.....	37
3.7 Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	38
3.7.1. Técnica.....	38
3.7.2. Descripción.....	38
3.7.3. Validación.....	39
3.7.4. Confiabilidad.....	39
3.8. Procesamiento y análisis de datos.....	39
3.9. Aspectos éticos.....	40
CAPITULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	41
4.1 Resultados.....	42
4.1.2 Prueba de hipótesis.....	53
4.1.3 Discusión de resultados.....	54
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
5.1 Conclusiones.....	57
5.2 Recomendaciones.....	58
REFERENCIA.....	59

ANEXOS	63
---------------------	-----------

Índice de tablas

Tabla N° 01: Resistencia media a la fatiga de los postes de fibra de vidrio.....	40
Tabla N° 02: Tiempo de resistencia a la fatiga.....	43
Tabla N° 03: Análisis de varianza.....	47
Tabla N° 04: Comparaciones múltiples de medias.....	48
Tabla N° 05: Comparación por tipo de poste de fibra de vidrio.....	50

Índice de gráficos

Gráfico N° 01: Resistencia media a la fatiga del poste Exacto-ángelus.....	41
Gráfico N° 02: Resistencia media a la fatiga del poste Whitepost.....	42
Gráfico N° 03: Resistencia media a la fatiga del poste Reforpost de ángelus.....	43
Gráfico N° 04: Tiempo de resistencia del poste Exacto-ángelus.....	44
Gráfico N° 05: Tiempo de resistencia del poste Whitepost.....	45
Gráfico N° 06: Tiempo de resistencia del poste Reforpost de ángelus.....	46

Índice de Anexos

Anexo 01. Matriz de consistencia	63
Anexo 02. Matriz de operacionalización de variable	64
Anexo 03. Matriz de operacionalización de variable	65
Anexo 04. Matriz de operacionalización de variable	66
Anexo 05. Fotografías de instrumentos y procedimientos de la investigación.....	68
Anexo 06. Fotografía inicial y final en el microscopio de los postes de fibra	71
Anexo 07. Certificado de calibración de la maquina fatigadora	76
Anexo 08. Ficha de recolección de datos	74
Anexo 09. Tablas estadísticas	85

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar la mejor resistencia a la fatiga de los postes de fibra de vidrio Exacto - Angelus, White Post, Reforpost de Ángelus, en un estudio en vitro. Cada poste fue valorado empleando microscopio óptico y medido en longitud y diámetro con un calibrador vernier digital de 200 mm, luego se dividieron a 60 postes de fibra de vidrios, en tres grupos, grupo 1: Exacto – Ángelus, grupo 2: White post y grupo 3: Reforpost de Ángelus, luego fueron sometidos a la maquina fatigadora de carga cíclica lineal HTL certificate – 021 con punzón de 1.6 mm de diámetro, longitud libre entre apoyos 7 mm, aplicando una carga a 90 ° y frecuencia de 5.84 HZ a 20 N. Obteniendo: el poste fibra de vidrio Exacto – Ángelus obtuvo una resistencia media a la fatiga de 38692.5 ciclos con un el tiempo medio de 110.55 minutos, para los White post se reporta una resistencia media a la fatiga de 31921.25 cuyo tiempo fue 91.225 minutos y para Reforpost de Ángelus una resistencia media a la fatiga de 25970 ciclos respectivamente, a 74.2 minutos. Se concluye que el poste Exacto – Ángelus, es el que presenta mayor tiempo de resistencia a la fatiga.

Palabras claves: fatiga, técnica de perno muñón, pines dentales. (DeCS)

Abstract

Objective: The objective of this study is to determine the type of post with the best resistance to fatigue by comparing three fiberglass posts of different commercial brands.

Methods. 60 fiberglass posts were selected divided into three groups: Exacto fiberglass posts - Angelus (group 1), Whitepost (group 2) and Reforpost (group 3).

Previously each post was evaluated in the optical microscope Inskan 50x-1000x, the length and diameter of the post was measured with a digital vernier of 200mm Mituyo, was subjected to the fatigue machine of linear cyclic load HTL certificate - 021 with punch of 1.6mm of diameter, free length between supports 7mm, the load is applied to 90° with frequency of 5.84HZ to 20N.

Results. The fiberglass Exacto - Angelus post obtained an average resistance to fatigue of 38692.5 cycles, followed by the White post and Reforpost of Angelus, with an average resistance to fatigue of 31921.25 and 25970 cycles respectively, Likewise, the mean time to fatigue resistance of the Exacto - Angelus post is 110.55 minutes, the White post is 91.225 minutes and the Angelus fiberglass refortpost post is 74.2 minutes.

Conclusions. Exact Post - Angelus is the one that obtained the highest number of resisting cycles with an average of 38692 cycles, followed by the Whitepost, and Reforpost of Angelus respectively.

Palabras claves: fatigue, dental dowel, post and core technique, dental pins. (MeSH)

Introducción

Los postes de fibra de vidrio son también conocidos como pernos, postes, espigos y anclaje interradicular, son complementos de retención incrustados en el conducto con tratamiento endodóntico.

Su característica principal de estos postes de fibra de vidrio, son de elasticidad similar al de la dentina, lo que nos ayuda a preservar la raíz dentaria, mitigando las fracturas y mejorando la función mecánica.

Las causas de fallas estructurales son múltiples, siendo la fatiga en los postes de fibra de vidrio una de las principales, incluyendo al someterlas a cargas cíclicas inferiores a la resistencia a la fractura. Investigar el tipo de falla es de importancia, ya que el Cirujano Dentista clínico debe estar actualizado con nuevas investigaciones sobre los biomateriales que puede emplear como restauraciones posts endodónticas, así mismo poder discernir entre el tipo de poste con mejores propiedades, comercializados en nuestro ámbito local, al mismo tiempo sirva de referencia para las futuras investigaciones sobre el tema.

Para ello, se empleó el método de investigación cuya naturaleza es deductiva, con un enfoque cuantitativa, diseño experimental, en 60 postes de fibra de vidrio de 03 marcas diferentes, se emplearon como instrumento la maquina fatigadora Microscopio digital Inskan 50 X – 1000 X. y un vernier digital, calibrados y validados finalmente la ficha de recolección de datos.

El objetivo de este estudio fue determinar la resistencia a la fatiga, comparando tres grupos de postes de postes de fibra de vidrio de marcas comerciales diferentes de acuerdo el tiempo de fatiga y fractura total de los mismos.

CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Los postes conocidos como pernos, espigos o anclaje interradicular, son complementos en la retención y adheridos al conducto de una pieza dentaria con tratamiento endodónticos. Su evolución ha sido muy vertiginosa desde el invento del poste de madera en la era “Tokugawa” en Japón hasta nuestra actualidad, que son postes de base orgánica reforzados con fibra. ¹

En la práctica clínica, desde los años 90 hasta nuestra actualidad, se ha suscitado gran interés en investigar con nuevas tecnologías a los postes de fibra de vidrio para mejorar el soporte a la estructura dentaria, complementar los principios biológicos, la función mecánica y su compatibilidad con el sustrato dentario. ²

Los postes de fibra de vidrio son muy utilizados porque poseen adecuadas propiedades físicas, mecánicas, estética y elasticidad muy parecida al de la dentina lo que evitara la concentraciones de tensiones y finalmente permite resistir las cargas masticatorias durante su función dentro del conducto dentario a lo largo del tiempo y no sufrir consecuencias desfavorables, en los dientes con tratamiento post endodóntico, los materiales de restauración con propiedades mecánicas excesivamente diferentes son responsables de la escasa resistencia a la fatiga. ^{3, 4, 5}

En las diversas restauraciones odontológicas las causas de fracaso son múltiples, pero uno de los fracasos más comunes de las estructuras empleados es por fatiga, estas fallas

sucedan por cargas repetitivas con fuerzas mínimas en comparación a una sola carga de resistencia a la fractura con fuerza más superior.^{3, 6, 7}

Por lo que una de las grandes preocupaciones del especialista en rehabilitación oral son las fallas en los dientes no vitales restaurados con poste intrarradiculares y corona cementadas.⁸ por ello es necesario dar estabilidad para mejorar las propiedades mecánicas y físicas dentarias, similares a la dentina.⁹

Una aproximación in vitro, nos permite aproximarnos al fracaso intraoral, por lo tanto, se emplea el test de fatiga para evaluar el comportamiento a largo plazo de las restauraciones en los dientes con o sin restauración, con diversas tensiones cíclicas, provocando estrés de fatiga.³

Por lo que es necesario una evaluación sistemática de sus propiedades y característica mecánicas y físicas, de los postes de fibra de vidrio.^{6,10}

Especialmente los que son más comercializados actualmente por las casas dentales del medio local, para contribuir con el odontólogo general, especialista en rehabilitación oral, alumno de pre grado y posgrado en su toma de decisión clínica certera en la rehabilitación protésica post endodóntica.

Por lo tanto, en este estudio se ha visto la necesidad de determinar la resistencia media a la fatiga de los postes de fibra de vidrio Exacto - Ángelus, White Post, Reforpost de Ángelus, para verificar sus propiedades y composiciones particulares comparadas entre las tres marcas.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál de los postes de fibra de vidrio Exacto - Ángelus, WhitePost, Reforpost de Ángelus, tiene mayor resistencia media a la fatiga en un estudio in vitro – Lima 2020?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la resistencia media a la fatiga del poste de fibra de vidrio Exacto – Ángelus en un estudio in vitro?
- ¿Cuál es la resistencia media a la fatiga del poste de fibra vidrio White Post en un estudio in vitro?
- ¿Cuál es la resistencia media a la fatiga del poste de fibra de vidrio Reforpost de Ángelus en un estudio in vitro?
- ¿Cuál es la resistencia media a la fatiga de los postes de fibra de vidrio: Exacto – Ángelus, White post, Reforpost de Ángelus, de acuerdo al sometimiento en diversos tiempos, en un estudio in vitro?
- ¿Cuáles son las diferencias de la resistencia media a la fatiga de los postes de fibra de vidrio: Exacto – Ángelus, White post, Reforpost de Ángelus, en un estudio in vitro?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Determinar la resistencia a la fatiga de los postes de fibra de vidrio Exacto - Ángelus, White Post, Reforpost de Ángelus, estudio en vitro – Lima 2020.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la resistencia media a la fatiga del poste de fibra de vidrio Exacto – Ángelus en un estudio en vitro – Lima 2020.
- Determinar la resistencia media a la fatiga del poste de fibra de vidrio White post en un estudio in vitro – Lima 2020.
- Determinar la resistencia media a la fatiga del poste de fibra de vidrio Reforpost de Ángelus en un estudio in vitro– Lima 2020.
- Comparar la resistencia media a la fatiga de los postes de fibra de vidrio: Exacto – Ángelus, White post, Reforpost de Ángelus, de acuerdo al sometimiento de fatiga de acuerdo el tiempo, en un estudio in vitro– Lima 2020.
- Comparar la resistencia media a la fatiga de los postes de fibra de vidrio: Exacto – Ángelus, White post, Reforpost de Ángelus, en un estudio in vitro– Lima 2020.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1 Teórica

La literatura internacional, brindan escasa información y desactualizado de los antecedentes de este estudio referente a la resistencia a la fatiga de los postes de base orgánica reforzada con fibra de vidrio, dado las mejoras a dichos materiales, este estudio incluye materiales actuales y disponibles en el mercado peruano, tales como los postes de fibra de vidrio Exacto – Ángelus, White post, Reforpost de Ángelus, proponiendo que esta investigación sea medida y fiable.

1.4.2 Metodológica

Se propuso medir la resistencia a la fatiga de los postes de fibra de vidrio, por lo que se utilizó una maquina fatigadora de carga cíclica lineal que se fabricó exclusivamente para este trabajo de investigación con el fin de aportar nuevos conocimientos de la calidad y el desempeño mecánico de estos postes de fibra de vidrio, este método de investigación fue validado en el trabajo de ensayo, que nos brinda la confiabilidad que se solicita. Dicho trabajo puede ser utilizado en futuras investigaciones empleando estos materiales en mención.

1.4.3 Práctica

La presente investigación se realiza con el objetivo de conocer el desempeño mecánico de los postes de fibra de vidrio actualmente expendido en el mercado odontológico y los resultados obtenidos sirvan de referencia para el clínico y futuras investigaciones.

1.4.4 Social

La sociedad se beneficia en gran manera cuando el clínico toma decisiones adecuadas partiendo del conocimiento científico, con referencias actuales que pretende dejar el presente estudio de investigación sobre los postes de fibra de vidrio utilizado masivamente en los tratamientos post endodónticos.

1.5. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones en este trabajo de investigación fueron diversos durante su realización tales como:

- Escasas referencias actuales sobre el tema.
- Referencias específicas sobre los postes de estudio en esta investigación no se pudo encontrar referente a resistencia a la fatiga.
- Las industrias fabricantes de estos postes no brindan información sobre la resistencia a la fatiga de los mismos.
- La máquina fatigadora no se puede comparar con otra máquina similar en su tipo y función.
- La máquina de fatiga se tuvo que fabricar exclusivamente para la presente investigación, por lo que el proceso de validez y confiabilidad derivó el tiempo y recurso económico extra.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Nováis, et al., (2016) hicieron un estudio con el objetivo: “evaluar la resistencia a la flexión y el módulo de flexión de once marcas de postes compuestos de refuerzo de fibra (FRC) y determinar la correlación entre las propiedades mecánicas y las características estructurales” (n=10) de los postes de fibra Exacto - Ángelus, DT Light SL, RelyX Fiber Post, Glassix Radiopaque, Post Fiber White, FRC Postec Plus, Poste Aestheti-Plus, Superport Cónico Estriado, Superport Ultra fine, Reforpost y White Post DC. Los postes se colocaron en una máquina de prueba de flexión de tres puntos (EMIC 2000 DL) a 0,5 mm / min. Los datos fueron analizados con ANOVA y Scott-Knot ($p < 0.05$). Se examinaron las secciones transversales de los postes por microscopía electrónica de barrido (SEM). Utilizaron las pruebas de coeficientes de correlación de Pearson a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, Se observó correlación de significancia entre fibra / matriz relación (%) y resistencia a la flexión ($r = 0,241$; $p = 0,011$), y entre número de fibras por mm² de poste y flexión módulo ($r = 0,333$; $p < 0,001$).

Se concluyó que las características estructurales afectaron significativamente las propiedades mecánicas de los postes.¹¹

Wang, et al., (2016) en su estudio desarrollaron un nuevo poste anatómico corto con fibra de vidrio (SGFR) con el objetivo de evaluar: “rendimiento mecánico en premolares artificiales bajo la prueba de fatiga” utilizando treinta y seis muestras entre los postes comerciales de fibra y SGFR anatómico en premolares artificiales tratados endodónticamente. Se fabricó un poste de fibra SGFR anatómico con forma ovalada y diseños de ranura / muesca utilizando una máquina de moldeo por inyección. Los resultados mostraron que la resistencia rotacional estática y dinámica se encontró

significativamente mayor en el poste de fibra SGFR anatómico que en el poste comercial. Las limitaciones de resistencia a 1.2×10^6 ciclos fueron 66.81 y 64.77 N para el SGFR anatómico y los postes comerciales de fibra, respectivamente. El poste de fibra anatómica SGFR presentó un valor aceptable de resistencia a la flexión y módulo, mejor adaptación al ajuste en el conducto radicular, resistencia al torque, mayor eficiencia, pero no fue un tema clave en la resistencia a la fractura lateral en un premolar tratado endodónticamente.

12

Wandscher, et al., (2015) en su estudio tuvieron como objetivo “evaluar el esfuerzo cortante en los postes de fibra de vidrio con fibra paralela (0°), con diferentes diámetros” bajo carga de fatiga, resistencia a la fractura y FEA. 160 postes de fibra de vidrio DT1.4; DT1.8W; DT1.6; DT2W; DT1.8; DT2.2W; DT2; DT2.2. Ochenta postes fueron sometidos a ciclos mecánicos; inclinación: 45° ; carga: 50N; frecuencia: 4Hz; temperatura: 37° se evaluaron la supervivencia bajo carga cíclica y otros ochenta postes fueron sometidos a fractura resistencia de prueba y cizalladura - tensión [MPa]. Los ocho tipos de poste 3D modelada (Rhinceros 4.0) y la cizalladura - tensión (MPa), fue evaluado utilizando FEA (Ansys13.0). Anova mostró una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, en relación con la resistencia a la fractura ($p < 0.001$) y valores de esfuerzo cortante ($p < 0.001$) mostró diferencias estadísticamente resistencia a la fractura (DT2.2W y DT2.2 mostraron valores más altos) y valores de esfuerzo cortante (DT1.4 mostro valor más bajo). Solo los postes de fibra DT1.4 fallaron después del ciclo mecánico. FEA mostró valores similares de esfuerzo cortante. El análisis de falla mostró que el 95% de las muestras fallaron por corte. Los postes con fibra paralela (0°) pueden sufrir fracturas cuando se aplica una carga de corte oblicua en la estructura; excepto el grupo más delgado, los diámetros coronales mayores promovieron la misma cizalla.¹³

Pereira, et al., (2014) hicieron el estudio con el objetivo de: “evaluar la resistencia, característica y probabilidad de duración de los dientes tratados endodónticamente y rehabilitados con diferentes postes interradiculares” metal, fibra de carbono y fibra de vidrio, utilizaron cuarenta caninos lo dividieron aleatoriamente en 4 grupos (n=10). Los dientes rehabilitados fueron expuestos a fatiga (250,000 ciclos) en un simulador de masticación, a un ángulo de 45 grados con respecto al eje longitudinal del diente. Se usó una máquina de prueba universal para aplicar una carga estática a una velocidad de cruceta de 0,5 mm / min hasta que falle la muestra. El valor máximo se registró en Newtons (N). Se calcularon las curvas de Weibull, fibra de carbono obtuvo mayor resistencia (755.82 N) poste de fundición (750.6 N) ($P < .05$) fibra de vidrio (461.35 N), poste prefabricado de acero inoxidable (524.78 N). el análisis unidireccional Anova indica estadísticamente que hay significancia diferente entre los grupos ($p < 0,001$). Análisis más extenso con la prueba de Tukey indicó que los grupos CP y CF mostraron significativamente mayor resistencia a la fractura que los grupos SS y GF. ¹⁴

Grandini, et al., (2008) en su estudio tuvieron como objetivo: “evaluar y estimar la resistencia a la fatiga de diferentes postes de fibra y observar sus ultraestructuras mediante SEM”. Realizaron el estudio de resistencia a la fatiga de los postes de fibra, Fiber Post (Grupo 1), Para post fiber White (Grupo 2), FibreKor (3), DT Light-Post (Grupo 4), FRC Postec (Grupo 5) y anclajes Luscentes (Grupo 6). Utilizaron la carga de flexión de tres puntos con un ángulo de 90 ° a una frecuencia de 3 Hz con carga de 20N. Diez de los quince postes de cada grupo fueron utilizados para la prueba de fatiga, y los otros cinco fueron procesados para la evaluación SEM. La prueba de fatiga reveló que los Grupos 1, 4 y 5 tuvieron un mejor desempeño que los demás. Para el análisis SEM, los grupos 1,4

y 5 también obtuvieron mejores resultados. Dados los resultados del estudio, GC Fiber post, Light-Post y FRC Postec funcionan eficientemente contra el estrés de la fatiga, no existe correlación significativa entre la resistencia a la fatiga y características estructurales de los postes la significación estadística se analizó con ANOVA , seguido de la prueba de Bonferroni para múltiples comparaciones. El nivel de significancia se fijó en $p < 0,05$.⁶

Simone. et al., (2004) en su estudio tuvieron como objetivo: “evaluar la resistencia a la fatiga de diferentes tipos de postes de fibra, y observar su ultraestructura a través de la microscopía electrónica (SEM) antes y después de someterse a la prueba de fatiga” de los postes de fibra (SEM). Easypost (Grupo 1), Para Post Fiber White (Grupo2), FibreKor (Grupo 3), Ghimas White (Grupo4), DT Light Post radiopaque (Grupo 5), FRC Postec (Grupo 6), Anclas Luscentes (Grupo 7), Snowpost (Grupo 8). Emplearon una máquina dobladora de tres puntos, con un ángulo de 90^0 y una frecuencia de 3 Hz. La evaluación SEM se realizó utilizando el método de escala de tres pasos para evaluar la relación fibra / resina y la dimensión de la fibra. La prueba de fatiga mostro significativas diferencias entre los diferentes postes, los grupos 5 y 6 tuvieron mejores resultados soportando casi todos los ciclos de carga estipulado los demás postes se fracturaron antes del final estipulado. Las observaciones SEM de la integridad de la superficie de los postes de fibra mostraron que los Grupos 4–6 obtuvieron mejores puntajes tanto para secciones longitudinales como para secciones transversales. la correlación no era significativa estadísticamente $\delta p. 0,05P$. Entre la resistencia y sus características estructurales y el nivel de significancia estadístico es $<0,05$.¹⁰

2.2. Bases teóricas

2.2.3. Resistencia

Es la capacidad que tiene un material para tolerar una determinada carga sin fracturarse, es decir, la resistencia es la oposición de la fractura. ^{15,16}

2.2.4. La fatiga.

La fatiga es el medio por el cual se produce las mayores fallas de las estructuras; teniendo hasta el 90% de fracasos, en las diferentes estructuras tanto isotrópicas como anisotrópicas. Este fenómeno se inicia con fisuras muy imperceptibles, producto de bajas tensiones de cargas cíclicas, sufriendo un deterioro gradual, con cambios microestructurales en sus propiedades elásticas, plásticas y residuales. ^{17, 18, 19}

Mecanismos de falla por fatiga

- Fase de iniciación. En esta fase comienza el periodo de la nucleación e inicio del micro grieta en el material, sucede por concentraciones de tensiones que permite la intrusión y extrusión de átomos, generando fallas microscópicas de la estructura, poros o ralladuras. ²⁰
- Fase de crecimiento: En esta zona de crecimiento de la grieta las concentraciones de tensión son grandes, por lo tanto, las fisuras se propagan más aceleradamente que al inicio. ²¹
- Propagación de la grieta y fractura final: Es una falla repentina que sucede con el esfuerzo mínimo de resistencia siempre que haya una tensión cíclica. ^{21,22}

2.2.5 Resistencia a la fatiga.

Es el rango de tensión máxima a la que cede un determinado material mediante un número inespecífico de cargas cíclicas, con fuerzas muy inferiores a la resistencia de fractura e inferior a su límite elástico, es decir dependerá de la magnitud de carga y de los ciclos repetitivo de carga cíclica de comprensión en un tiempo no determinado. ²³

2.2.6 Postes

La evidencia más antigua que se han encontrado sobre los postes, viene desde el periodo de Tokugawa (1603/1867) en Japón. Dentistas de esa época inventaron la restauración protésica con un perno de madera boj, que servía como retención para la corona. Estos tratamientos no tuvieron éxito a causa de la humedad del medio bucal.^{2,1}

En 1728 Fauchard describió el empleo de los espigos y coronas anclados en los remanentes radiculares, desde aquella época aparecieron diversos diseños de los postes por diferentes autores, el más importante apareció en 1880 descrito por Casius M. Richmond quien propuso la restauración protésica con tres elementos corona, perno y faceta cerámica.²⁴

A partir de 1950 se comenzó dar uso masivo de los postes de metal, que durante muchos años tuvo gran éxito hasta los años 80, donde aparecieron los postes de fibra que ha evoluciona vertiginosamente hasta la actualidad.^{1, 24, 25}

2.2.6. Postes de Base Orgánica Reforzado con fibra.

Son estructuras posts endodónticas que apareció en 1983, Lovell propuso el uso de poste de fibra embebido en una matriz de origen orgánico. El procedimiento fue totalmente artesanal sin una comprobación científica.^{25,26, 3}

Los postes fibra de carbono apareció por primera vez; por el año 1987 en Europa específicamente en Francia con el nombre de Composipost, luego pasado tres años recién pudieron distribuirlo y comercializarlo en el mercado americano.²⁵

Posteriormente en 1998 Fredriksson *et al*, hicieron el estudio a un plazo largo, posteriormente Ferrari y col. Hicieron estudio en 200 pacientes donde el composipost tuvo un éxito de 95% después de 4 años, el 5% de fracaso fue por incumplimiento del paciente.²⁷

2.2.7. Generalidades de los postes fibra.

- Los postes de fibra forman parte de anclaje interradicular preformado, compuesto por resina matriz, la más empleada son las epóxicas y los di metacrilatos, actualmente también se utiliza los poliésteres.
- Su comportamiento mecánico es muy favorable para la raíz dentaria, su módulo de flexibilidad se asemeja mucho con el de la dentina.
- Su flexión es conjunta con la dentina ya que estas estructuras son anisotrópicas es decir su elasticidad varía según las cargas ejercidas con diferentes direcciones.
- Son de alta estética, ya que son de base translúcida o semi translúcida.
- No son corrosibles y son de fácil remoción por desgaste en el caso se requiera un retratamiento.

Es una estructura anisotrópica cualidad que, al ejercer cargas de tensión, el módulo de elasticidad de la estructura varía, por la fuerza en diversos ángulos. La conducta flexural de esta estructura se asemeja mucho al de la dentina, lo que permite la protección más adecuada de la raíz dentaria en las cargas de flexión por lo cual es necesario que el remanente coronario tenga como mínimo 2mm de altura para no sufrir consecuencias desfavorables con la fatiga.^{28,29,3}

2.2.8. Características estructurales y composición.

Diseño:

- Postes cónicos: Posee mejor ajuste íntimo y su retención mejora de acuerdo el cemento indicado.
- Postes cilíndricos o paralelos: Son los postes que mejor distribuyen las fuerzas oclusales y son de mejor retención en el conducto dentario, con la desventaja que se tiene desgastar más el conducto dentario.

- Híbrido: En su terminación apical es cónica y en lado cervical tiene la forma cilíndrica.³⁰

Tipo de resina a manera de matriz

La matriz principal de los postes de fibra está compuesta por resina epoxi, que envuelve a sus diferentes componentes, los primeros postes de carbono estaban conformados por un 36% de matriz resinosa mediante los radicales libre teniendo como principal componente al monómero Bis GMA en su peso total, según los fabricantes en la actualidad los postes fibra tienen un promedio de 20% de matriz de resina.^{31,3} existen diversos tipos de fibras de los cuales se describen:

Fibra de carbono: Los postes de fibra de carbono están compuestos por finos filamentos de fibra, selecto embebidas en la resina epóxica 36% y 64% de fibra de carbono, fue lanzado al mercado con el nombre de cpost, son resistente a la corrosión y la fatiga con diámetros que va desde 5 a 8µm, presentan buenas propiedades mecánicas muy similares al de la dentina, su módulo de flexural es el más alto entre todos los postes de fibra, resistente a la compresión (297MPa) la desventaja que presenta es su color oscuro y su alta resistencia flexural.^{32, 29,}

Fibras de cuarzo: La misma empresa Bizco puso en el mercado nuevo pernos de fibra de carbono con cubierta de cuarzo con nombre de Aesthetic/ Post con mejor estética, pero con propiedades mecánicas que son ligeramente más rígidos que la fibra de carbono y fibra de vidrio, su módulo de elasticidad ligeramente más elevada al de la dentina, lo que produce alta resistencia a la flexión, es más resistente a la fractura y fatiga.^{32, 28, 33}

Fibras de Zirconio: Su elevada rigidez a la flexibilidad, su alta resistencia a la fractura, la solidez química en la adhesión, su biocompatibilidad son algunas características

provechosas que tiene zirconio como material restaurador odontológico. Dentro de las restauraciones pos endodónticas ha presentado algunas limitaciones desfavorables, es rígido (3,44Gpa) lo cual hace que este más propenso a causar fractura radicular y su superficie no permite una adecuada adhesión a los materiales compuestos de resina y de muy difícil eliminación de la estructura en el caso que se requiera hacer un retratamiento endodóntico.³⁴

Fibras de vidrio: La fibra de vidrio es un material compuesto de origen inorgánico (mineral) elaborados de finos filamentos lineales, ⁶ lo encontramos con diferentes composiciones los más comúnmente utilizado son de composición sílica (50-60% SiO₂) también contienen otros óxidos tales como (calcio, boro, sodio, aluminio, hierro, etc.).^{33,3} Con la finalidad de mejorar el aspecto estético y resistencia, se agregó a su composición la fibra de cuarzo, agregando incluso fibra de zirconio, para obtener mayor dureza,²⁸ estas fibras están insertada en los polímeros termoestables es decir resina epóxica endurecido con un agente catalizador.³⁵ su diámetro de cada fibra es de 12µm por mm², su módulo de elasticidad es 25GPa, resistencia a la compresión 340GPa su aspecto estético es de color blanco y también hay presentaciones translucidos, tiene diferentes diámetros de presentación 0.5mm, 1mm, 2mm y 3mm.³³

Densidad de las fibras: Cada poste de fibra tiene diferentes densidades por mm² en su composición morfológica un aproximado de 25 a 35, lo que favorece mejor desempeño mecánico en el tratamiento post endodóntico.³

2.2.9 Postes del presente estudio

Postes de fibra de vidrio exacto de ángelus.

Son postes de fibra de vidrio translucido de forma cónica doble, de alta resistencia flexural, con módulo de elasticidad similar al de la dentina, tiene alta radiopacidad, alta concentración de fibras, tiene diferentes diámetros de presentación 0.5mm, 1mm, 2mm y 3mm.³⁶

Indicación:

- Para pieza que tengan como mínimo 2mm de altura dentina coronaria a 360°
- Restauración posendodóntica

Composición:

Pinos (% en peso): fibra de vidrio	80%
Resina epóxica	20%

Postes de fibra de vidrio Reforpost de ángelus

Poste de fibra de vidrio de alta resistencia para apoyo de restauraciones post endodónticas, que tiene un filamento metálico que sirve como o pacificador para el control radiográfico.

37

En su composición, contiene 80% de fibra de vidrio, también tiene 19% de resina epoxica pigmentada y en su interior lleva un 1% de filamento de acero resistente

Poste de fibra de vidrio White post

White post son postes de fabricación brasileña elaborado con 80% de composite de fibra de vidrio y contiene 20% de resina epoxica que une al componente de esta estructura de alta resistencia mecánica, su doble conicidad apical nos sirve como mejor retención mecánica viene en dos presentaciones DC Y DCE con diferentes diámetros 0.5, 1mm, 2mm, 3mm, y 4mm.³⁸

El microscopio fue inventado por Galileo Galilei por los años 1610 según los italianos y según los holandeses fue Jansen. A partir del año 1660 hasta nuestra actualidad el microscopio ha sido esencial en el discernimiento de lo invisible a nuestros ojos.³⁹

2.3. Formulación de la Hipótesis

2.3.1 Hipótesis de trabajo (Hi)

Hi. La mejor resistencia a la fatiga de los postes de fibra de vidrio es el Exacto - Ángelus, comparado con los postes White Post, Reforpost de Ángelus, estudio en vitro – Lima 2020

2.3.2 Hipótesis nula(Ho)

Ho: No tiene mejor resistencia a la fatiga el poste de fibra de vidrio Exacto - Ángelus, comparado con los postes White Post, Reforpost de Ángelus, estudio en vitro – Lima 2020

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 Método de investigación

El método de investigación de la presente tesis es de naturaleza deductiva, que corresponde medir la resistencia a la fatiga de los postes de fibra de vidrio y determinar el poste con mayor resistencia, que tiene como objetivo obtener una información confiable, imparcial y relevante. Basándonos en puntos muy importantes: primero, se elaboró una investigación de tipo experimental con el objetivo de determinar el tipo de poste con mejor resistencia a la fatiga comparando tres grupos de postes de fibra de vidrio, en un estudio *in vitro*; finalmente actualizar los conocimientos del comportamiento mecánico de estos postes y tener como referencia los resultados obtenidos con el fin de que el profesional tome una decisión clínica adecuado en sus procedimientos clínicos de restauración post - endodónticos con nuevas referencia.

3.2 Enfoque investigativo

El enfoque cuantitativo es un conjunto de procesos secuenciales para comprobar la hipótesis basada en la medición numérica. ⁴⁰ nos permitió hacer mediciones numéricas y finalmente hacer el análisis estadístico y actualizar las referencias sobre el rendimiento mecánico de los postes de fibra de vidrio en mención bajo la prueba de resistencia a la fatiga, logrando tener un alcance comparativo.

3.3 Tipo de investigación

El estudio es de tipo aplicada, dado que la presente investigación es experimental donde se sometió a carga cíclica lineal a tres grupos de postes de fibras de vidrio de diferentes marcas comerciales y se determinó el poste con mejor resistencia a la fatiga.

3.4 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es de tipo experimental lo que nos permitió recabar información en dos etapas:

- Recolección de muestras.
- Pruebas de ensayo y medición de resistencia a la fatiga en una maquina fatigadora.

Fue un estudio de tipo transversal, debido a que la recolección de los datos se realizó en un solo tiempo.

3.5 Universo, muestra y muestreo

Universo

Postes de base orgánica reforzados con fibra de vidrio exacto – Ángelus y Reforpost fueron adquiridos en la casa dental Parejas Lecaros con boleta de venta electrónica BB10-00036032 y postes de fibra de vidrio White Post en Dental Payloc E.I.R.L con boleta de venta electrónica B001-0000055827

Muestra

Estuvo conformado por 60 muestras, divididos en 03 grupos de postes de base orgánica reforzados con fibras de vidrio:

- Grupo 01 exacto –Ángelus: 20 muestras.
- Grupo 02 White Post: 20 muestras.
- Grupo 03 Refor Post de Ángelus: 20 muestras.

Se opto trabajar con 20 postes por cada grupo porque en otros estudios trabajaron con 15 postes por grupo. ⁴¹

Muestreo

Para esta tesis se empleó el muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que se optó por elegir los tres tipos de marcas, los tres grupos son postes de fibra de vidrio, con similares compuestos químicos - estructurales, características y tamaño, todos los grupos se encuentran identificados.

Criterios de inclusión

- Postes de fibra adquirido por primera vez y procedentes de casas dentales confiables.
- Cuya fecha de caducidad no haya expirado.
- Postes de base orgánica reforzados con fibra de vidrio de las marcas: Exacto - Ángelus, White post y Refor Pos de Ángelus.

Criterios de exclusión

- Postes de fibra alterados en su morfología, longitud y/o diámetro.
- Postes de fibra que presenten una coloración atípica.
- Postes de fibra que presenten fractura visible, previo al sometimiento de la investigación
- Postes de fibra que, al ser sometido a los procedimientos, sufra un daño estructural no deseado.

3.6 Variables y operacionalización

Variables	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
Postes de fibra de vidrio (variable independiente)	Determinar el poste de fibra de vidrio con mejor resistencia a la fatiga	Poste de fibra de vidrio	Tipo de poste de fibra de vidrio a evaluar	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Exacto - Ángelus • White post. • Reforpost de Ángelus
Resistencia a la fatiga (Dependiente)	Fuerza ejercida al poste de fibra de vidrio, para medir su resistencia a la fatiga.	Resistencia a la fatiga, probado con máquina de carga cíclica lineal HTL certificate 021.	De razón	Ciclos resistidos a la fatiga
Tiempo	Control de tiempo resistido a la fatiga con cronometro.	Reloj	De razón	Tiempo de resistencia a la fatiga en minutos.

Fuente: Elaboración propia

3.7 Técnica e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica

- Experimental – in vitro.

Instrumento

- Máquina fatigadora de carga cíclica lineal HTL certificate – 021: calibrada y validada.
- Microscopio digital Inskan 50 X – 1000 X.
- Fichas de recolección de datos.

3.7.2. Descripción

En este estudio se puso a prueba la resistencia a la fatiga de 20 postes de fibra de vidrio por cada marca comercial diferente: Exacto - Ángelus, White Post y Reforpost de Ángelus, se utilizó una máquina fatigadora de carga cíclica lineal HTL certificate - 021 en un ambiente, a una temperatura de 20°C y una humedad relativa de 71%.

Previamente cada poste de fibra de vidrio se evaluó la parte superficial en un microscopio óptico Inskan 50X – 1000X, luego se procedió al medido y codificado teniendo en cuenta solo la parte recta del poste ya que son de forma cónica, seguidamente se midió el diámetro y longitud de cada poste con un vernier digital de 200 mm marca Mitutoyo luego se sometió a una máquina fatigadora de carga cíclica lineal HTL certificate - 021, con un punzón de 1.6 mm de diámetro en su parte activa, la longitud libre entre apoyos es de 7 mm, la carga se aplicó con una angulación de 90° a una frecuencia de 5.84HZ Es decir 5.84 golpes de fatiga por segundo y 350 ciclos por minuto a 20 N de carga puntual, los primeros ciclos de fatiga fueron controlados cada 10 minutos hasta completar 10 mediciones por cada poste y posteriormente se controló el tiempo hasta la fractura total del poste, todos los postes fueron sometidos a una misma condición de carga, posteriormente se evaluaron la presencia de microgrieta, grieta o fractura en un

microscopio óptico marca Inskan con magnitud de 50 X – 1000 X, los resultados fueron obtenidos teniendo en cuenta el número máximo de ciclos que resiste un poste de fibra de vidrio, así como el cálculo de tiempo hasta su fractura.

3.7.3. Validación

Se trabajó con un instrumento validado y certificado por el laboratorio INMELAB Ingeniería y metrología.

3.7.4. Confiabilidad

Se utilizó un Máquina fatigadora de carga cíclica lineal HTL certificate – 021: calibrada y validada que proporciona un nivel de confianza al 95% aproximadamente.

3.8. Procesamiento y análisis de datos

Los datos fueron recolectados en una ficha elaborada específicamente para la presente investigación (Anexo 8), en esta ficha se anotaron los datos obtenidos de la carga cíclica cada 10 minutos, hasta completar 10 mediciones por cada poste y finalmente se controló el tiempo hasta su fractura total del poste de fibra de vidrio. Para la presente tesis se empleó la estadística inferencial, se utilizaron el análisis de varianza: empleando las pruebas de: DHS de Tukey, intervalo de Bonferroni, DMS, así como la prueba de rangos múltiples de Duncan. Se utilizaron el programa Word para la respectiva redacción del proyecto de estudio y demás documentos dirigidos a distintas instituciones. Para la creación de la base de datos, tablas y gráficos se utilizaron el programa Excel. El análisis inferencial se obtuvo con ANOVA se detalla en una base de datos luego de los resultados obtenidos. La parte estadística, se realizó mediante el programa estadístico SPSS 25, para comparar la resistencia media a la fatiga de los postes de fibra de vidrio.

Con esto se logró determinar si hay diferencia estadísticamente significativa entre la resistencia a la fatiga necesaria para producir la fractura de postes de fibra de vidrio, este ensayo de resistencia a la fatiga se trabajó al 95% de confianza.

3.9. Aspectos éticos

El presente estudio se sujetó a las normas nacionales e internacionales de investigación en la directiva de diagnóstico in vitro (IVDD) 98/79/CE. Bajo los protocolos de bioseguridad. Se ha seguido los procedimientos metodológicos adaptados para el estudio, así como el uso de los instrumentos validados para la recolección de datos, para lograr los objetivos trazados.

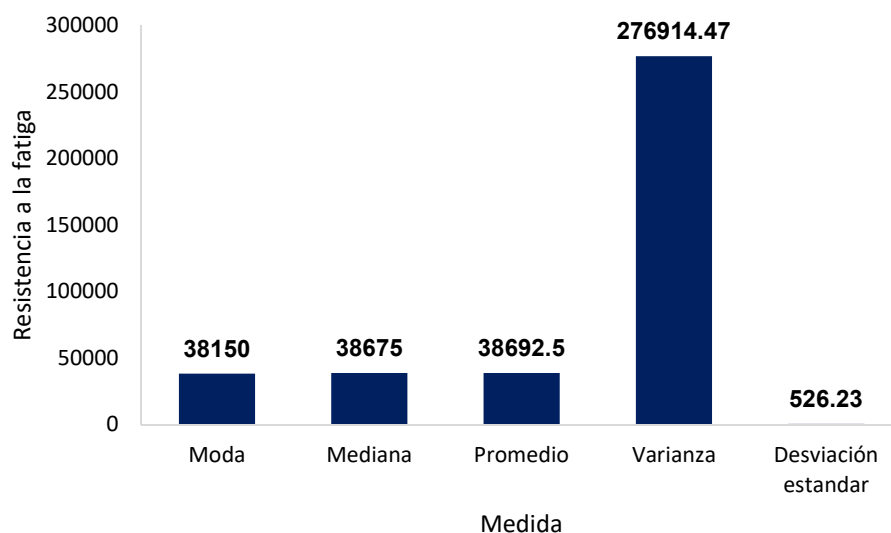
CAPITULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados

Resistencia media a la fatiga de los postes de fibra de vidrio

Medida	Exacto - Ángelus	White Post	Refortpost de Ángelus
Moda	38150	31850	25550
Mediana	38675	31850	25900
Promedio	38692.5	31921.25	25970
Varianza	276914.47	306925.99	214052.63
Desviación estándar	526.23	554.01	462.66

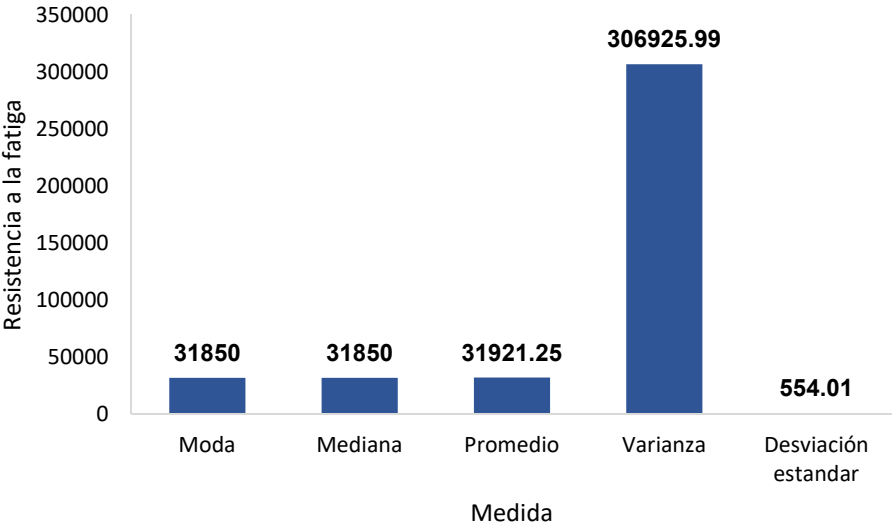
Gráfico N° 01: Imagen de la resistencia media a la fatiga del poste fibra de vidrio Exacto - Ángelus



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La distribución de la resistencia media a la fatiga del poste Exacto de ángelus tiene una mediana de 38675 ciclos, con un promedio de 38692.5 ciclos, y una moda de 38150. Asimismo, se observa que el poste exacto de ángelus genera una desviación estándar de 526 ciclos a la resistencia a la fatiga.

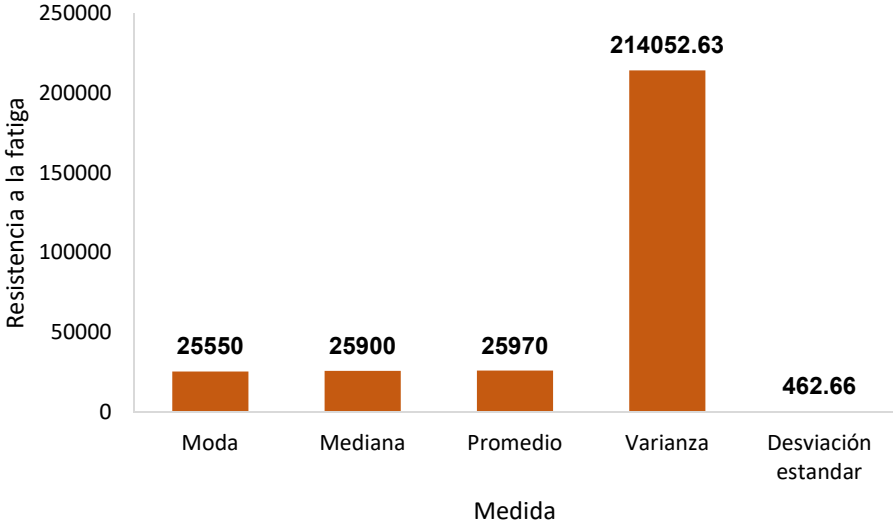
Gráfico N° 02: Imagen de la resistencia media a la fatiga del poste fibra de vidrio Whitepost



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La distribución de la resistencia media a la fatiga del poste whitepost tiene una moda 31850 ciclos, una mediana de 31850, un promedio de 31921.25. Asimismo, se observa que el poste de fibra de vidrio whitepost genera una desviación estándar de 554.01 ciclos de resistencia a la fatiga.

Gráfico N° 03: Imagen de la resistencia media a la fatiga del poste de fibra de vidrio Reforpost de ángelus



Fuente: Elaboración propia

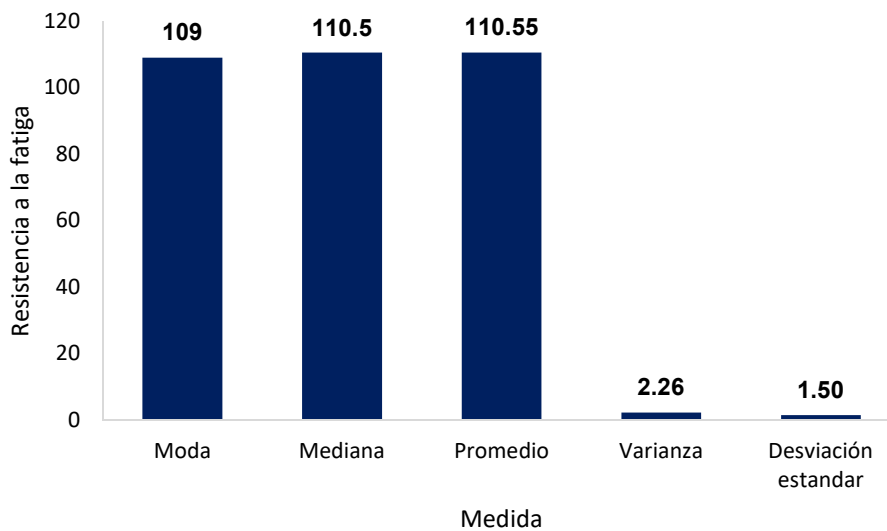
Interpretación: Se observa la distribución de la resistencia media a la fatiga del poste de fibra de vidrio reforpost de ángelus con un promedio 25970, con una mediana de 25900, una moda de 25550 además con una desviación estándar de 462.66 ciclos de resistencia a la fatiga.

Tabla N° 02: Tiempo medio de resistencia a la fatiga por tipo de poste

Tiempo de resistencia a la fatiga (min.)

Medida	Exacto - Ángelus	White Post	Refortpost de Ángelus
Moda	109	91	73
Mediana	110.5	91	74
Promedio	110.55	91.225	74.2
Varianza	2.26	2.49	1.75
Desviación estándar	1.50	1.58	1.32

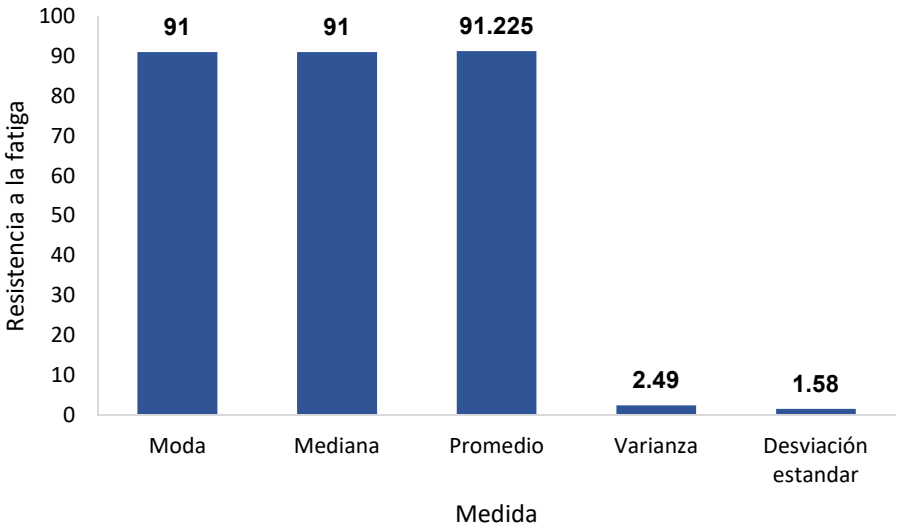
Gráfico N° 04: Imagen del tiempo medio de resistencia a la fatiga del poste de fibra de vidrio Exacto – Ángelus



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el gráfico nos muestra el tiempo moda de 109 minutos, mediana 110.5 minutos, promedio 110.55 minutos y desviación estándar de 1.50 de resistencia a la fatiga de acuerdo al tiempo del poste de fibra de vidrio Exacto – Ángelus.

Gráfico N° 05: Imagen del tiempo medio de resistencia a la fatiga del poste de fibra de vidrio whitepost

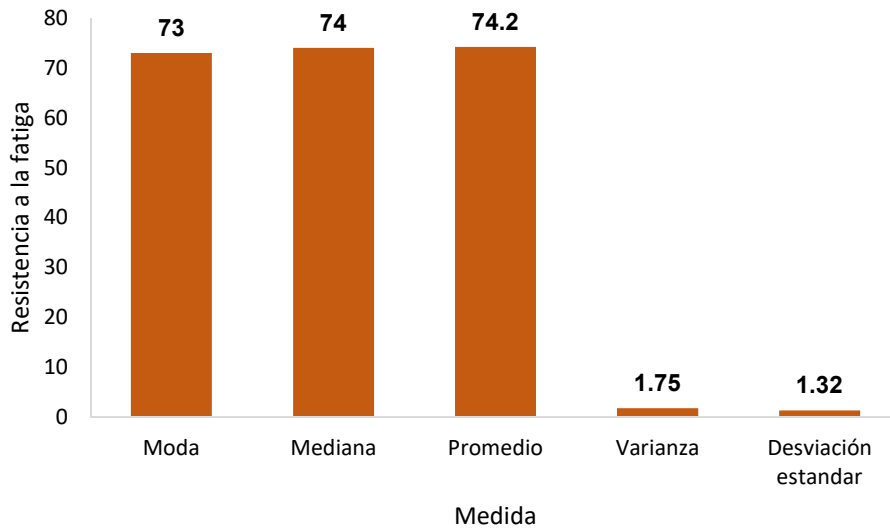


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el grafico 05 se muestra el tiempo promedio 91 minutos, mediana 91 minutos, moda 91 minutos y desviación estándar 1.58 ciclos de resistencia a la fatiga de los postes de fibra Whitepost de acuerdo el tiempo.

Gráfico 06: Imagen del tiempo medio de resistencia a la fatiga del poste de fibra de vidrio

Reforpost de Ángelus



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: en el gráfico 06 nos muestra el tiempo de moda 73 minutos, media 74 minutos, promedio 74.2 con una desviación estándar de 1.32 ciclos de resistencia a la fatiga del poste de fibra de vidrio Reforpost de Ángelus de acuerdo al tiempo.

- Hipótesis General: El poste de fibra de vidrio Exacto – Ángelus tiene mejor resistencia media a la fatiga comparado con los postes White Post, Reforpost de Ángelus, en un estudio in vitro – Lima 2020.
- Hipótesis estadística.

H₀: El poste de fibra de vidrio Exacto – Ángelus no tiene mejor o igual resistencia media a la fatiga.

H₁: El poste de fibra de vidrio Exacto – Ángelus tiene mejor resistencia media a la fatiga.

- Nivel de significancia: $\alpha = 0.05 = 5\%$ de margen máximo de error

Regla de decisión: $p \geq \alpha \rightarrow$ se acepta la hipótesis nula H₀

$p < \alpha \rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula H₀

Tabla N° 03: Pruebas de los efectos inter-sujetos – Análisis de varianza

Variable dependiente: Resistencia a la fatiga

Origen	Suma de cuadrados III	de tipo gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1620861395,833	2	810430697,917	3047,140	,000
Intersección	62189471760,417	1	62189471760,417	233826,332	,000
Tipo de _postes	1620861395,833	2	810430697,917	3047,140	,000
Error	15159968,750	57	265964,364		
Total	63825493125,000	60			
Total, corregida	1636021364,583	59			

a. R cuadrado = ,991 (R cuadrado corregida = ,990)

En el cuadro anterior se muestra el resultado del análisis de varianza, teniendo como variable dependiente la resistencia a la fatiga, asimismo los resultados nos evidencian que existe una influencia del tipo de poste, y que al menos un tipo optimiza el número de ciclos resistencia.

Tabla N° 04: Comparaciones múltiples de medias

Variable dependiente: Resistencia a la fatiga

	(I)Tipo de poste de fibra de vidrio	(J)Tipo de poste de fibra de vidrio	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
						Límite inferior	Límite superior
DHS de Tukey	Exacto - Ángelus	White post	6771,25*	163,084	,000	6378,80	7163,70
		Reforpost de Ángelus	12722,50*	163,084	,000	12330,05	13114,95
	White post	Exacto - Ángelus	-6771,25*	163,084	,000	-7163,70	-6378,80
		Reforpost de Ángelus	5951,25*	163,084	,000	5558,80	6343,70
	Reforpost de Ángelus	Exacto - Ángelus	-12722,50*	163,084	,000	-13114,95	-12330,05
		White post	-5951,25*	163,084	,000	-6343,70	-5558,80
DMS	Exacto - Ángelus	White post	6771,25*	163,084	,000	6444,68	7097,82
		Reforpost de Ángelus	12722,50*	163,084	,000	12395,93	13049,07
	White post	Exacto - Ángelus	-6771,25*	163,084	,000	-7097,82	-6444,68
		Reforpost de Ángelus	5951,25*	163,084	,000	5624,68	6277,82
	Reforpost de Ángelus	Exacto - Ángelus	-12722,50*	163,084	,000	-13049,07	-12395,93
		White post	-5951,25*	163,084	,000	-6277,82	-5624,68
Bonferroni	Exacto - Ángelus	White post	6771,25*	163,084	,000	6368,97	7173,53
		Reforpost de Ángelus	12722,50*	163,084	,000	12320,22	13124,78
	White post	Exacto - Ángelus	-6771,25*	163,084	,000	-7173,53	-6368,97
		Reforpost de Ángelus	5951,25*	163,084	,000	5548,97	6353,53
	Reforpost de Ángelus	Exacto - Ángelus	-12722,50*	163,084	,000	-13124,78	-12320,22
		White post	-5951,25*	163,084	,000	-6353,53	-5548,97

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 265964,364.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

En el cuadro N° 04, muestra los resultados obtenido de verificar si existe diferencia significativa de la resistencia a la fatiga entre los tipos de postes, los resultados fueron obtenido de estadísticos diferentes (Prueba de Tukey, DMS, Bonferroni), las cuales, al comparar la resistencia a la fatiga por cada par de tipo de poste, tuvieron un resultado significativo.

Tabla N° 05: Comparación por tipo de poste de fibra de vidrio a la resistencia media a la fatiga.

Tipo de poste de fibra de vidrio		N	Subconjunto		
			1	2	3
DHS de Tukey ^{a,b}	Reforpost de Ángelus	20	25970,00		
	White post	20		31921,25	
	Exacto - Ángelus	20			38692,50
	Sig.		1,000	1,000	1,000
Duncan ^{a,b}	Reforpost de Ángelus	20	25970,00		
	White post	20		31921,25	
	Exacto - Ángelus	20			38692,50
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 265964,364.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20,000

b. Alfa = ,05.

- Conclusión:** Luego de realizar la prueba de análisis de varianza y la identificación de qué tipo de poste de fibra de vidrio, proporciona la mayor resistencia media a la fatiga, podemos aseverar que la fibra de vidrio Exacto – Ángelus, es el que proporciona mayor resistencia a la fatiga.

4.1.2 Prueba de hipótesis

Con los resultados obtenidos se pudo comprobar que existen diferencias significativas de resistencia a la fatiga entre los tipos de postes de fibra de vidrio estudiados en esta investigación, confirmando que la hipótesis de trabajo (H_i) planteada para nuestra investigación es aceptada y la hipótesis nula (H_o) es rechazada.

4.1.3 Discusión de resultados

La presente investigación fue realizada a un total de 60 postes de fibra de vidrio, distribuidos en tres grupos Exacto – Ángelus, White Post, y Refortpost de Ángelus, a cada uno se le sometió a una fuerza de carga cíclica de 20 N; con la finalidad de realizar análisis que nos permita identificar cuál de estos tipos de poste tiene una mayor resistencia a la fatiga.

Diversos autores destacan que es muy importante estudiar esta propiedad en estos materiales (Bertoldi Hepburn A.²⁸ Grandini et al.^{10,6} Roberto Scotti.³).

Los resultados de este estudio, nos demuestran las diferencias de resistencia a la fatiga de estos tres tipos de postes de fibra de vidrio de marcas comerciales diferentes, los trabajos de investigación referente a la fatiga son pocos y con referencias muy antiguos y al mismo tiempo realizados con otras marcas de postes de fibra que no existe actualmente en Lima por lo que es muy difícil comparar nuestros resultados con los estudios existentes.

De los resultados, se puede observar que el poste Exacto – Ángelus obtuvo una resistencia media a la fatiga de 38692.5 ciclos, seguido del poste White post y Reforpost de Ángelus, con una resistencia media a la fatiga de 31921.25 y 25970 ciclos respectivamente (Ver tabla N° 01). Asimismo, el tiempo medio a la resistencia a la fatiga del poste Exacto – Ángelus es de 110.55 minutos, del White post es de 91.225 minutos y del refortpost de Ángelus es de 74.2 minutos (Ver tabla N° 02).

El análisis de varianza realizado a la resistencia a la fatiga, según el tipo de poste, se obtuvo que el tipo de poste influye en un 99.1% a la resistencia a la fatiga, el mismo análisis nos permitió evidenciar que existe una diferencia significativa del tipo de poste, a un nivel de significancia del 1%, (Ver tabla N° 03), permitiendo verificar que tipo de

poste es el que optimiza la resistencia a la fatiga, los resultados obtenidos de las pruebas de tukey, DMS y Bonferroni confirman que existe diferencia significativa en cada tipo de poste (Ver tabla N° 04), los resultados de las pruebas se realizó por cada par de tipo de poste cuyas significancias están a un nivel del 1%. Asimismo, la agrupación realizada según tukey y Duncan (Ver tabla N° 05) confirman la significancia previamente mencionada, se crearon tres grupos uno para cada tipo de poste, donde se observa que la mayor resistencia media a la fatiga es el tipo de poste Exacto – Ángelus, seguido de White post y refortpost de Ángelus.

Adicionalmente se realizó un segundo análisis de varianza teniendo como variable respuesta al tiempo de la resistencia a la fatiga, y como factores al tipo de poste, de los resultados se observa que el tipo de poste influye en un 99.1% al tiempo medio de la resistencia a la fatiga, el mismo análisis nos permitió evidenciar que existe una diferencia significativa del tipo de poste, a un nivel de significancia del 1%, (Ver tabla N° 06 en anexo), permitiendo verificar que tipo de poste es el que optimiza la resistencia a la fatiga, éstos resultados fueron obtenidos de las pruebas de tukey, DMS y Bonferroni, las mismas que confirman que existe diferencia significativa en cada tipo de poste (Ver tabla N° 04), los resultados de las pruebas se realizó por cada par de tipo de poste cuyas significancias están a un nivel del 1%. Asimismo, la agrupación realizada según tukey y Duncan (Ver tabla N° 08 en anexo) confirman la significancia previamente mencionada, se crearon tres grupos uno para cada tipo de poste, donde se observa que la mayor resistencia media a la fatiga es el tipo de poste Exacto – Ángelus, seguido de White post y refortpost de Ángelus.

Finalmente, se verifico la relación entre la resistencia a la fatiga y el tiempo de la resistencia a la fatiga, obteniendo una relación perfecta, entre las variables previamente

mencionada, la misma que tiene una significancia aproximada de 0%, es decir que ambas variables se relacionan (Ver tabla N° 09 en anexo).

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El poste Exacto – Ángelus, es el tipo de poste que proporciona mayor resistencia a la fatiga.
- La resistencia media a la fatiga del tipo de poste Exacto - Ángelus es de 38692.5 ciclos.
- La resistencia media a la fatiga del tipo de poste White post es de 31921.2 ciclos.
- La resistencia media a la fatiga del tipo de poste Refortpost de Ángelus es de 25970 ciclos.
- Existe una diferencia significativa entre los tipos de poste en la resistencia media a la fatiga, siendo el tipo de poste Exacto – Ángelus el tipo de poste que proporciona mayor resistencia a la fatiga, seguido del White post, y Refostpost de Ángelus respectivamente.
- Existe una diferencia significativa entre los tipos de poste en el tiempo de la resistencia media a la fatiga, siendo el tipo de poste Exacto – Ángelus el tipo de poste que proporciona mayor resistencia a la fatiga, seguido del White post, y Refostpost de Ángelus respectivamente.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar este estudio con la misma metodología, con mayor número de postes comercializados en Lima.
- Se recomienda realizar este estudio con simulaciones más cercana a las condiciones de la cavidad oral.
- Se recomienda hacer otras evaluaciones de las propiedades mecánicas de estos postes, tales como tracción, compresión y resistencia a la fractura por flexión.
- Se recomienda hacer estudio ultra estructural de los postes de fibra de vidrio de este estudio.

REFERENCIA

1. Agüero P, Paredes G, Alayo C. Evolución del poste muñón en Odontología
Evolution of intraradicular posts in. *Odontol SanMarquina*. 2017;20(2):75–8.
2. Moradas M. Reconstrucción del diente endodonciado con postes colados o espigas
de fibra. *Revision bibliografica. Av Odontoestomatol*. 2016;32(6):317–21.
3. Roberto Scotti Md MF. Pernos De Fibra- Bases teoricas y Aplicaciones Clínicas.
España. 2004. p. 45–6.
4. Vilcapoma H, Ganoza R, Bolaños A, Tapia A, Balarezo A. Uso de un poste y
núcleo de fibra de vidrio compuesto fabricados con CAD / CAM. *Rev
Estomatológica Hered*. 2019;29(3):231–40.
5. Manuel Delgado Morón. ¿Monobloque aspecto funcional? Postes de fibra de
vidrio. *Rev ADM*. 2015;72(5):272–4.
6. Grandini S, Chieffi N, Cagidiaco MC, Goracci C, Ferrari M. Fatigue resistance and
structural integrity of different types of posts. *Dent Mater J*. 2008;27(5):687–94
7. Hepburn A. Rehabilitación posendodóntica: Base racional y consideraciones
estéticas. 2012;
8. Vélez SC, Isaza JF, Gaviria AS, Naranjo M. Resistance of teeth restored with
prefabricated posts to maximum intercuspitation loads, mastication and bruxism.
Rev Cubana Estomatol. 2013;50(1):53–69.
9. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the
restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature--
Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence
International*. 2007;38(9):733–43.
10. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Tay FR, Ferrari M. Fatigue resistance and

- structural characteristics of fiber posts: three-point bending test and SEM evaluation. *Dent Mater.* 2005;21(2):75–82.
11. Novais VR, Rodrigues RB, Simamoto Júnior PC, Lourenço C-S, Soares CJ. Correlation between the Mechanical Properties and Structural Characteristics of Different Fiber Posts Systems. *Braz Dent J.* ;27(1):46–51.
 12. Wang H, Chang H, Lin C-L. Mechanical resistance evaluation of a novel anatomical short glass fiber reinforced post in artificial endodontically treated premolar under rotational/lateral fracture fatigue testing. *Dent Mater J.*2016;35(2):233–40.
 13. Wandscher VF, Bergoli CD, de Oliveira AF, Kaizer OB, Souto Borges AL, Limberguer I da F, et al. Fatigue surviving, fracture resistance, shear stress and finite element analysis of glass fiber posts with different diameters. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2015;43:69–77
 14. Pereira JR, Lins Do Valle A, Shiratori FK, Ghizoni JS, Bonfante EA. The effect of post material on the characteristic strength of fatigued endodontically treated teeth. *J Prosthet.* 2014;112(5):1225–30.
 15. Cervera M, Blanco E. Resistencia de Materiales. España. CIMNE.2015;P.65-69
 16. Salazar Trujillo JE. Resistencia de materiales básica para estudiantes de ingeniería [Internet]. 2007. 68 p. Available from: http://www.bdigital.unal.edu.co/5855/1/jorgeeduardosalazartrujillo20072_Part1.pdf
 17. Schijve J. Fatigue of structures and materials. *Fatigue of Structures and Materials.* Springer Netherlands; 2009. 32–622.
 18. Khan SU, Munir A, Hussain R, Kim JK. Fatigue damage behaviors of carbon fiber-

- reinforced epoxy composites containing nanoclay. *Compos Sci Technol.* 2010;70(14):2077–85.
19. Azeez AA. Fatigue failure and testing methods. Bachelor's thesis. Riihimäki Univ Appl Sci HAMK. 2013;1:32.
 20. Beer FP, Johnston ER, DeWolf JT, Mazurek DF. Introducción: El concepto de esfuerzo. *Mecánica Mater.* 2009;1–45.
 21. Norton R. Diseño de Maquinas Un Enfoque integrado. cuarta edicion. Pearson Educacion, Mexico, 2011. 622–623 p.
 22. Tutor M, García J. Metodología para el análisis a fatiga mediante el código pro engineer: aplicación a un eje ferroviario [Tesis fin dcarrera]. Universidad Carlos III de Madrid 2010 Oct [cited 2020 Jun 29].
 23. ITEA. Diseño para Fatiga, Instituto Técnico de la Estructura en Acero. Tomo 14:370.
 24. Rivaya DJS, Ripollés J, Ramiro PGP. Restauración del diente endodonciado. Diagnóstico y opciones terapéuticas. *Revista Europea de Odontostomatología.* 2006 May;1–9.
 25. CHRISTENSEN GJ. Post concepts are changing. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2004 Sep [cited 2020 Jun 29];135(9):1308–10.
 26. Natalia Montalvo Sánchez. Influencia del tipo de cemento y la técnica de polimerización en el cementado adhesivo de postes de fibra [Doctorado]. Madrid. Univ Complut Madrid. 2015;9-10.
 27. Idil Dikbas, Jale Tanalp. An Overview of Clinical Studies on Fiber Post Systems. Corporation the Scientific World Journal. 2013; 1-7
 28. Bertoldi Hepburn A. Rehabilitación posendodónica. Base racional y consideraciones estéticas. 2012. 51–78 .

29. Paz M, Quenta U. Postes Intrarradiculares. Rev. Act. Clin Med.2012; v.22
30. Völke (Thomas. Documentación Científica postec plus. 2004. p. 1-25.
31. Lamichhane A, Xu C, Zhang F. Dental fiber-post resin base material: a review. J Adv Prosthodont [Internet]. 2014 Feb [cited 2019 Nov 18];6(1):60.
32. Herrera LA, Montero M, Alfaro E. Effect of Surface Treatment on the Bond Strength of Quartz Fiber-Reinforced Resin Posts to Resin Cements: In Vitro Study: 2017;19-2:61-70.
33. Correa AM, Ccahuana VZ, Westphalen GH. Sistemas de postes estéticos reforzados. Rev estomatol Hered [Internet]. 2007;99–103.
34. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. Aust Dent J. 2015;56:77–83
35. Soares C, Novais V, Quagliatto P, Bona A, Correr-Sobrinho L. Flexural modulus, flexural strength, and stiffness of fiber-reinforced posts. Indian J Dent Res. 2009;20(3):277.
36. Angeluz. Ciencia y Tecnologia exacto - Angeluz presentacion y tecnica de uso. Brazil.
37. Angeluz. Ciencia y tecnología, Reforpost Fibra de vidrio. Presentación y técnica de uso.
38. FGM. FGM. Poste de Fibra de Vidrio Whitepost - perfil tecnico. 2011. 2011;16.
39. Renau-Piqueras J, Faura M. Principios básicos del Microscopio Electrónico de Barrido 1.-Introducción [Internet]. 1994 [cited 2020 Jun 30].
40. Hernandez Sampieri R, Fernandez Collado C, Baptista Lucio M del P. Metodologia de la investigacion [Internet]. Metodología de la investigación. 2010. 76–88 p.
41. Marco Peña J. Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la flexión de espigos de fibra de cuarzo y espigos de fibra de vidrio.[Tesis]. UMSM Lima Peru; 2017

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de consistencia

“RESISTENCIA A LA FATIGA DE LOS POSTES DE FIBRA DE VIDRIO EXACTO – ANGELUS, WHITE POST, REFORPOST DE ÁNGELUS, ESTUDIO IN VITRO – LIMA 2020.”

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño metodológico
Problema principal	Objetivo General	Hipótesis de trabajo (H _i)	V. Independiente	Tipo de investigación
¿Cuál de los postes de fibra de vidrio Exacto- Ángelus, Whitepost, reforpost tiene mayor resistencia media a la fatiga en un estudio in vitro – Lima 2020	Determinar la resistencia a la fatiga de los postes de fibra de vidrio Exacto - Ángelus, White Post, Reforpost de Ángelus, en un estudio in vitro – Lima 2020.	Hi. “La mejor resistencia a la fatiga de los postes de fibra de vidrio es el Exacto - Ángelus, comparado con los postes White Post, Reforpost de Ángelus, estudio in vitro – Lima 2020”	Postes de fibra de vidrio	El estudio es de tipo básica, es decir se someterá carga cíclica a tres grupos de postes de fibras de vidrio de diferentes marcas comerciales, para determinar el poste con mejor resistencia a la fatiga.
Problema específico	Objetivo específico	Hipótesis (H _o)	V. dependiente	Método
<p>1). Cuál es la resistencia media a la fatiga del poste de fibra de vidrio Exacto – Ángelus en un estudio in vitro.</p> <p>2). Cual es resistencia media a la fatiga del poste de fibra vidrio White post en un estudio in vitro.</p> <p>3). Cuál es la resistencia media a la fatiga del poste de fibra de vidrio Reforpost de Ángelus en un estudio in vitro.</p> <p>4). Cuál es la resistencia media a la fatiga de los postes de fibra de vidrio: Exacto – Ángelus, White</p>	<p>1). Determinar la resistencia media a la fatiga del poste de fibra de vidrio Exacto - Ángelus en un estudio in vitro.</p> <p>2). Determinar la resistencia media a la fatiga del poste de fibra de vidrio White post en un estudio in vitro</p> <p>3). Determinar la resistencia media a la fatiga del poste de fibra de vidrio Reforpost de Ángelus ® en un estudio in vitro.</p> <p>4). Comparar la resistencia media a la fatiga de los postes de fibra de</p>	<p>Hi: “No tiene mejor resistencia a la fatiga el poste de fibra de vidrio Exacto - Ángelus, comparado con los postes White Post, Reforpost de Ángelus, estudio in vitro – Lima 2020”</p>	Resistencia a la fatiga	<p>Es de método deductivo, con un enfoque cuantitativo de tipo básico</p> <p>Diseño de la investigación: El diseño de la investigación es de tipo experimental</p> <p>Población: Postes de base orgánica reforzados con fibra de vidrio exacto – Ángelus y Reforpost fueron adquiridos en la casa dental Parejas Lecaros con boleta de venta electrónica BB10-00036032 y postes de fibra de vidrio Whitepost</p>

<p>post, Reforpost de Ángelus, de acuerdo al tiempo en un estudio in vitro.</p> <p>5). Cuáles son las diferencias de la resistencia media a la fatiga de los postes de fibra de vidrio: Exacto – Ángelus, White post, Reforpost de Ángelus en un estudio in vitro</p>	<p>vidrio: Exacto – Ángelus®, White post, Reforpost de Ángelus®, de acuerdo al tiempo en un estudio in vitro.</p> <p>5). Comparar la resistencia media a la fatiga de los postes de fibra de vidrio: Exacto – Ángelus®, White post, Reforpost de Ángelus®, en un estudio in vitro.</p>			<p>en Dental Payloc E.I.R.L con boleta de venta electrónicaB001-0000055827</p> <p>Muestra</p>
			<p>Tiempo</p>	<p>Se realizó el estudio en 60 postes dividido en tres grupos de postes de base orgánica reforzados con fibras de vidrio, Exacto –Ángelus, White post, Refor Post de Ángelus</p>

Anexo N° 2. Matriz de operacionalización de variables

Variable 1: Postes de fibra de vidrio

Definición operacional: Determinar el poste de fibra de vidrio con mejor resistencia a la fatiga

Matriz operacional de la variable 1

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
Postes de fibra de vidrio	Tipo de poste de fibra de vidrio a evaluar	Nominal	<ul style="list-style-type: none">• Exacto – Ángelus• White post.• Reforpost de Ángelus

Anexo N° 3. Matriz de operacionalización de variables

Variable 2: Resistencia a la fatiga

Definición operacional: Fuerza ejercida al poste de fibra de vidrio, para medir su resistencia a la fatiga.

Matriz operacional de la variable 2

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
Postes de fibra	Resistencia a la fatiga, probado con máquina de carga cíclica lineal HTL certificate 021	De razón	Ciclos resistidos a la fatiga <ul style="list-style-type: none">• 38692.5• 31921.25 • 25970

Anexo N° 4. Matriz de operacionalización de variables

Variable 3: Tiempo

Definición operacional: Control de tiempo resistido a la fatiga con cronometro.

Matriz operacional de la variable 1

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
Espacial	Reloj	De razón	Tiempo de resistencia a la fatiga <ul style="list-style-type: none">• 110.55 minutos• 91.225 minutos• 74.2 minutos

Anexo 05: Instrumentos

Fotografía N° 01: Microscopio óptico Inskan 50k - 1000x, inicio del procedimiento del ensayo.



Fuente propia

Fotografía N° 02 fuente propio: Vernier digital de 200 mm, marca Mitutoyo, medición del diámetro y longitud del poste de fibra de vidrio.



Fuente propia

Fotografía N° 03: Encendido de la maquina fatigadora de carga cíclica HT lineal certificate – 021.



Fuente propia

Fotografía N° 04 fuente propio: Montaje de los postes de fibra de vidrio en la maquina fatigadora de carga cíclica lineal HTL certificate – 021.



Fuente propia

Fotografía N° 05 fuente propio: Máquina fatigadora de carga cíclica HTL certificate - 021, inicio del procedimiento de la resistencia a la fatiga.



Fuente propia

Fotografía N° 06. Fotografía inicial y final en el microscopio de los postes de fibra de vidrio Exacto



Fuente propia

Fotografía N° 07: foto final del poste de fibra de vidrio Exacto en el microscopio



Fuente propia

Fotografía N° 08: Foto inicial del poste de fibra de vidrio Withepost en el microscopio.



Fuente propia

Fotografía N° 09: foto final del poste de fibra de vidrio Whitepost en el microscopio.



Fuente propia

Fotografía N° 10: Foto inicial del poste de fibra de vidrio Reforpost en el microscopio.



Fuente propia

Fotografía N° 11: foto final del poste de fibra de vidrio Refopost en el microscopio.



Fuente propia

Anexo N° 07: Validez del instrumento

Fecha de emisión: 2020-08-17
 Fecha de expiración: 2021-08-17
 Expediente: LMC-2020-0666

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

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : EQUIPO DE CICLAJE

 Marca : HTL CERTIFICATE
 Modelo : YX3000-2800076
 Serie : No aplica
 Identificación : HTL-021 (*)
 Procedencia : No aplica

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

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

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Descripción	Marca / Modelo	Alcance de indicación	Div. Mín	Tipo
Tacómetro	No aplica	0 Hz a 60 Hz	0,01 Hz	Digital

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

 Ubicación : Laboratorio
 Fecha de Calibración : 2020-08-15

3. METODO DE CALIBRACIÓN:

- La calibración se realizó según el método directo usando el procedimiento interno PCRT-D1 "Procedimiento de calibración del tacómetro", 1ra. Edición, Enero 2019, NMELAB.

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

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:

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

5. CONDICIONES AMBIENTALES:

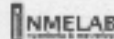
	Inicial	Final
Temperatura	18,5 °C	18,5 °C
Humedad Relativa	74 %RH	75 %RH

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

6. PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón	Marca	Identificación	Certificado de Calibración
DM-INACAL	Tacómetro	Armbolovo	PRT-1-E1	C-14-004-20 Junio 2021
DM-INACAL	Termohigrómetro	Tacómetro	PT-T11-01	L11-083-2019 Mayo 2019

Gerente de Metrología


 Firmado digitalmente por Jorge
 Jesús Padilla Durán
 Fecha: 2020.08.17 16:00:05
 105700


7. ELEMENTOS DE LA CALIBRACIÓN

INDUCCIÓN DEL TACÓMETRO

Medida	Valor Nominal	Valor Real	Error	Desviación Estándar	Indicador
0.00 mm	0.00 mm	0.00 mm	0.00 mm	0.00 mm	0.00 mm
0.25 mm	0.25 mm	0.25 mm	0.00 mm	0.00 mm	0.25 mm
0.50 mm	0.50 mm	0.50 mm	0.00 mm	0.00 mm	0.50 mm
0.75 mm	0.75 mm	0.75 mm	0.00 mm	0.00 mm	0.75 mm
1.00 mm	1.00 mm	1.00 mm	0.00 mm	0.00 mm	1.00 mm
1.25 mm	1.25 mm	1.25 mm	0.00 mm	0.00 mm	1.25 mm
1.50 mm	1.50 mm	1.50 mm	0.00 mm	0.00 mm	1.50 mm
1.75 mm	1.75 mm	1.75 mm	0.00 mm	0.00 mm	1.75 mm
2.00 mm	2.00 mm	2.00 mm	0.00 mm	0.00 mm	2.00 mm
2.25 mm	2.25 mm	2.25 mm	0.00 mm	0.00 mm	2.25 mm
2.50 mm	2.50 mm	2.50 mm	0.00 mm	0.00 mm	2.50 mm
2.75 mm	2.75 mm	2.75 mm	0.00 mm	0.00 mm	2.75 mm
3.00 mm	3.00 mm	3.00 mm	0.00 mm	0.00 mm	3.00 mm
3.25 mm	3.25 mm	3.25 mm	0.00 mm	0.00 mm	3.25 mm
3.50 mm	3.50 mm	3.50 mm	0.00 mm	0.00 mm	3.50 mm
3.75 mm	3.75 mm	3.75 mm	0.00 mm	0.00 mm	3.75 mm
4.00 mm	4.00 mm	4.00 mm	0.00 mm	0.00 mm	4.00 mm

8. OBSERVACIONES:


- El presente certificado es emitido por INMELAB TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATES S.A.C., entidad de tipo técnico adscrita al Instituto de Metrología.
- Para el instrumento se tiene Método Permiso (M.P.) de clase S según se indica en el manual del equipo.
- La exactitud de la medición que se presenta en este certificado se basa en una combinación de factores estadísticos, según el método de la 2.ª edición de la norma ISO 9001:2015, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se realizó una calibración en la industria "CALIBRACOR".



9. OBSERVACIONES:

- No se realizaron mediciones en el campo que el equipo de metrología calibrado debiera a que no se cumplieron los requisitos de la norma ISO 9001:2015.
- En el presente certificado se indica el método de calibración que se utilizó para la calibración de la muestra.

Anexo 08: Ficha de recolección de datos



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

IE-035-2020	EDICIÓN Nº 2	Página 1 de 8
ENSAYO DE FATIGA EN POSTES DE BASE ORGÁNICA REFORZADOS CON FIBRA DE VIDRIO		
RESISTENCIA A LA FATIGA DE LOS POSTES DE FIBRA DE VIDRIO EXACTO - ANGELUS, WHITE POST, REFORPOST DE ANGELUS, ESTUDIO IN VITRO - LIMA 2020.		
NOMBRE Y APELLIDOS	Santos Díaz Tello	
CRI	10487075	
DIRECCIÓN	Prolg. La Mar Cera 7 Mz. 3 Lt. 6	
CUIDAD	La Victoria	
EDIARIO	Máquina de cicloje Iner	
MANCA	HTL Certificate	
APROXIMACIÓN	1 ciclo	
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm	
MARCA	Mitutoyo	
APROXIMACIÓN	0.01mm	
ESPECIALIDAD	Ingeniería de Materiales	
FECHA	2020-07-20	
PROYECTO	Resistencia a la fatiga de los postes de fibra de vidrio exacto	
RESPONSABLE	Santos Díaz Tello	
FECHA DE EMISIÓN	2020-07-20	
FECHA DE VIGENCIA	Indefinida	

IE-035-2000

EDICIÓN N° 2

Página 2 de 3

Exacto - Análisis de N°1

- Diámetro promedio central del poste (parte recta): 1.38 mm
- Longitud total del poste: 17.15 mm
- Longitud libre entre apoyos: 7 mm
- Fuerza aplicada: 20 N

Especimen	Tiempo 10 minutos (ciclos)	Tiempo 20 minutos (ciclos)	Tiempo 30 minutos (ciclos)	Tiempo 40 minutos (ciclos)	Tiempo 50 minutos (ciclos)	Tiempo 60 minutos (ciclos)
1	3500	7500	10500	14000	17500	21000
2	3500	7000	10500	14000	17500	21000
3	3500	7000	10500	14000	17500	21000
4	3500	7000	10500	14000	17500	21000
5	3500	7000	10500	14000	17500	21000
6	3500	7000	10500	14000	17500	21000
7	3500	7000	10500	14000	17500	21000
8	3500	7000	10500	14000	17500	21000
9	3500	7000	10500	14000	17500	21000
10	3500	7000	10500	14000	17500	21000
11	3500	7000	10500	14000	17500	21000
12	3500	7000	10500	14000	17500	21000
13	3500	7000	10500	14000	17500	21000
14	3500	7000	10500	14000	17500	21000
15	3500	7000	10500	14000	17500	21000
16	3500	7000	10500	14000	17500	21000
17	3500	7000	10500	14000	17500	21000
18	3500	7000	10500	14000	17500	21000
19	3500	7000	10500	14000	17500	21000
20	3500	7000	10500	14000	17500	21000



Especimen	I-308-2020				EDICIÓN N° 2		Esquema 3-9a-f
	Tiempo 70 minutos (cm 70)	Tiempo 85 minutos (cm 85)	Tiempo 90 minutos (cm 90)	Tiempo 100 minutos (cm 100)	Número de ciclos totales (N)	Tiempo final (min)	Observaciones
1	24500	24000	23500	23000	38750	109	Fractura del poste
2	24500	23900	23400	22900	38550	109	Fractura del poste
3	24500	23700	23200	22700	38350	113	Fractura del poste
4	24500	24000	23500	23000	38500	119	Fractura del poste
5	24500	23900	23400	22900	38550	111	Fractura del poste
6	24500	24000	23500	23000	38500	109	Fractura del poste
7	24000	23500	23000	22500	38150	102	Fractura del poste
8	24000	23500	23000	22500	38150	119	Fractura del poste
9	24000	23500	23000	22500	38150	113	Fractura del poste
10	24000	23500	23000	22500	38150	111	Fractura del poste

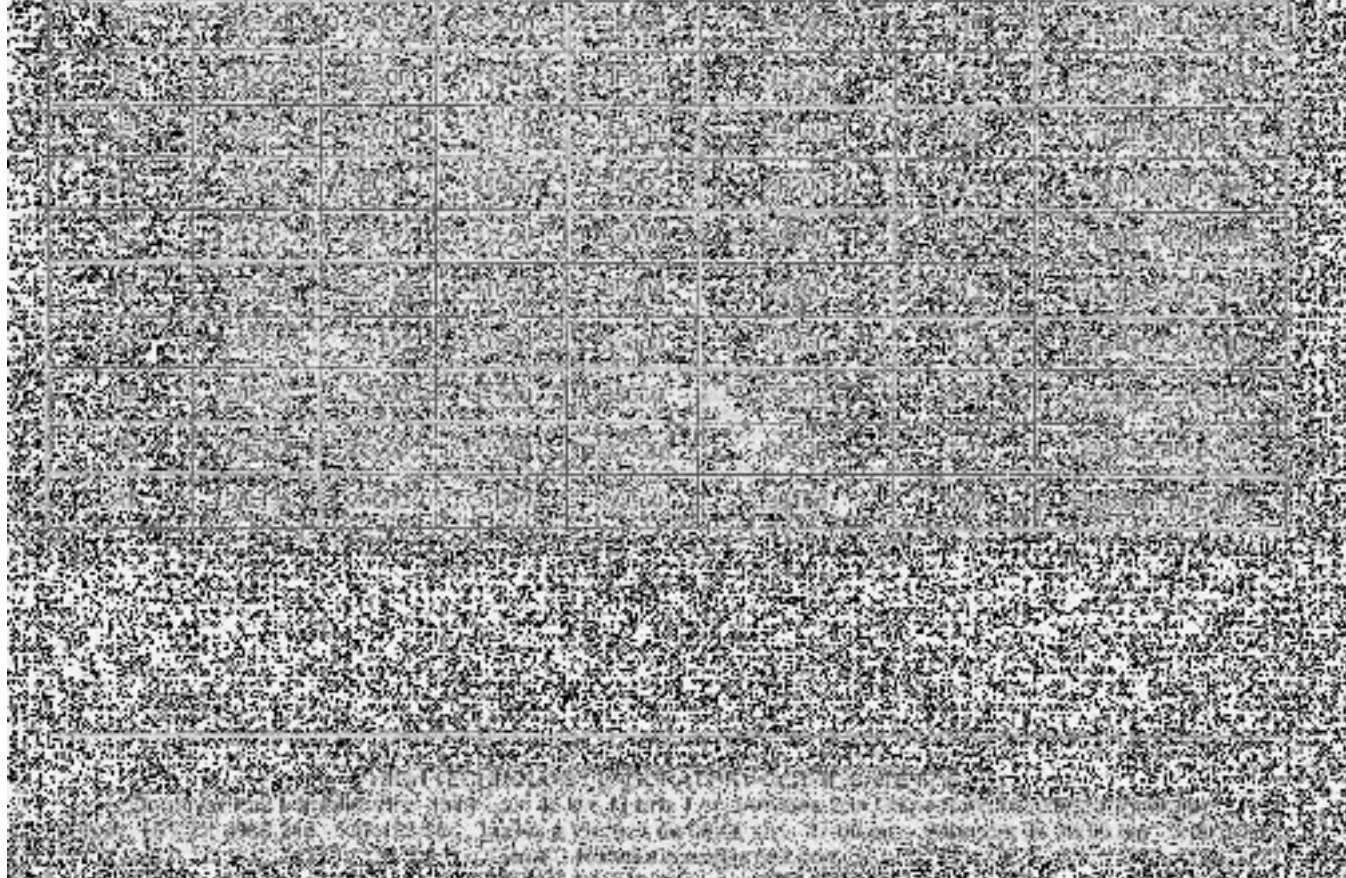


Tabla N° 06: Segmentación por tipo de poste de la resistencia a la fatiga

	Tipo de poste de fibra de vidrio	N	Subconjunto		
			1	2	3
DHS de Tukey ^{a,b}	Reforpost de Ángelus	20	25970,00		
	White post	20		31921,25	
	Exacto - Ángelus	20			38692,50
	Sig.		1,000	1,000	1,000
Duncan ^{a,b}	Reforpost de Ángelus	20	25970,00		
	White post	20		31921,25	
	Exacto - Ángelus	20			38692,50
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 265964,364.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20,000

b. Alfa = ,05.

Tabla N° 07: Comparaciones múltiples de medias

Variable dependiente: Tiempo de resistencia a la fatiga

	(I)Tipo de poste de fibra de vidrio	(J)Tipo de poste de fibra de vidrio	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
						Límite inferior	Límite superior
DHS de Tukey	Exacto - Ángelus	White post	19,325*	,4653	,000	18,205	20,445
		Reforpost de Ángelus	36,350*	,4653	,000	35,230	37,470
	White post	Exacto - Ángelus	-19,325*	,4653	,000	-20,445	-18,205
		Reforpost de Ángelus	17,025*	,4653	,000	15,905	18,145
	Reforpost de Ángelus	Exacto - Ángelus	-36,350*	,4653	,000	-37,470	-35,230
		White post	-17,025*	,4653	,000	-18,145	-15,905
DMS	Exacto - Ángelus	White post	19,325*	,4653	,000	18,393	20,257
		Reforpost de Ángelus	36,350*	,4653	,000	35,418	37,282
	White post	Exacto - Ángelus	-19,325*	,4653	,000	-20,257	-18,393
		Reforpost de Ángelus	17,025*	,4653	,000	16,093	17,957
	Reforpost de Ángelus	Exacto - Ángelus	-36,350*	,4653	,000	-37,282	-35,418
		White post	-17,025*	,4653	,000	-17,957	-16,093
Bonferroni	Exacto - Ángelus	White post	19,325*	,4653	,000	18,177	20,473
		Reforpost de Ángelus	36,350*	,4653	,000	35,202	37,498
	White post	Exacto - Ángelus	-19,325*	,4653	,000	-20,473	-18,177
		Reforpost de Ángelus	17,025*	,4653	,000	15,877	18,173
	Reforpost de Ángelus	Exacto - Ángelus	-36,350*	,4653	,000	-37,498	-35,202
		White post	-17,025*	,4653	,000	-18,173	-15,877

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 2,165.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Tabla N° 08: Segmentación por tipo de poste del tiempo de resistencia a la fatiga

	Tipo de poste de fibra de vidrio	N	Subconjunto		
			1	2	3
DHS de Tukey ^{a,b}	Reforpost de Ángelus	20	74,200		
	White post	20		91,225	
	Exacto - Ángelus	20			110,550
	Sig.		1,000	1,000	1,000
Duncan ^{a,b}	Reforpost de Ángelus	20	74,200		
	White post	20		91,225	
	Exacto - Ángelus	20			110,550
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 2,165.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20,000

b. Alfa = ,05.

Tabla N° 09: Correlaciones

		Resistencia a la fatiga	Tiempo de resistencia a la fatiga
Resistencia a la fatiga	Correlación de Pearson	1	1,000**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	60	60
Tiempo de resistencia a la fatiga	Correlación de Pearson	1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	60	60

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad

	Tipo de poste de fibra de vidrio	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la fatiga	Exacto - Ángelus	,149	20	,200*	,934	20	,183
	White post	,251	20	,002	,844	20	,004
	Reforpost de Ángelus	,177	20	,099	,909	20	,061

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Prueba de Homogeneidad de varianzas

Exacto de Ángelus – White post

Estadísticos de grupo

	Tipo de poste de fibra de vidrio	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Resistencia a la fatiga	Exacto - Ángelus	20	38692,50	526,227	117,668
	White post	20	31921,25	554,009	123,880

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
								Inferior	Superior	
Resistencia a la fatiga	,312	,580	39,631	38	,000	6771,250	170,857	6425,369	7117,131	
			39,631	37,900	,000	6771,250	170,857	6425,339	7117,161	

Exacto de Ángelus – Refortpost de Ángelus

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Resistencia a la fatiga	Se han asumido varianzas iguales	,324	,572	81,201	38	,000	12722,500	156,679	12405,320	13039,680
	No se han asumido varianzas iguales			81,201	37,387	,000	12722,500	156,679	12405,149	13039,851

Estadísticos de grupo

	Tipo de poste de fibra de vidrio	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Resistencia a la fatiga	Exacto - Ángelus	20	38692,50	526,227	117,668
	Reforpost de Ángelus	20	25970,00	462,658	103,454

Estadísticos de grupo

	Tipo de poste de fibra de vidrio	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Resistencia a la fatiga	White post	20	31921,25	554,009	123,880
	Reforpost de Ángelus	20	25970,00	462,658	103,454

White post – Refortpost de Ángelus

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
								Inferior	Superior	
Resistencia a la fatiga										
Se han asumido varianzas iguales	,021	,886	36,873	38	,000	5951,250	161,397	5624,519	6277,981	
No se han asumido varianzas iguales			36,873	36,830	,000	5951,250	161,397	5624,178	6278,322	