



Universidad
Norbert Wiener

Powered by **Arizona State University**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA

Tesis

Comparación de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos
y reacondicionados mediante arenado y flameado

Para optar el Título de
Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

Presentado por:

Autora: Carrión Reyes, Gueraldin Mercedes


Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1725-4725>

Asesora: Mg. Pastor Arenas, Sandra

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3765-2532>

Lima – Perú

2024

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSION: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

Yo, Gueraldin Mercedes Carrión Reyes egresado de la Facultad de Ciencias de la Salud y Escuela Académica Profesional de Odontología / Escuela de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico “COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA DE CIZALLAMIENTO ENTRE BRACKETS NUEVOS Y REACONDICIONADOS MEDIANTE ARENADO Y FLAMEADO.”

Asesorado por el docente: Mg Esp. Sandra Pastor Arenas DNI 07263833 ORCID 0009-0009-3765-2532 tiene un índice de similitud de 19 (diecinueve) % con código oid: 14912:361261678 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



.....
Firma de autor 1

Nombres y apellidos del Egresado Gueraldin Mercedes Carrión Reyes
DNI: 60077948



.....
Firma

Nombres y apellidos del Asesor Mg Esp. Sandra Pastor Arenas
DNI: 07263833

Lima, 25 de junio de 2024

Dedicatoria

A mi madre y abuela que son el pilar fundamental de mi familia, siempre me han apoyado y motivado a lograr mis metas.

A mi hijo que es mi motivación y fuerza para seguir adelante.

A mi hermana que siempre me ha apoyado en cada etapa de mi vida, y en los momentos más difíciles ha estado para seguir avanzando.

A mi pareja por estar en cada momento a mi lado, impulsandome a seguir mis objetivos y apoyado a culminar esta etapa de mi desarrollo profesional.

Agradecimiento

Primero a Dios por permitirme estar hoy en día aquí y haber terminado esta etapa.

A la Mg. Esp. Sandra Pastor Arenas, gracias por brindarme su apoyo y cocimientos durante toda la carrera, y por su asesoramiento para concluir este trabajo y haber sido una guía todo este tiempo.

Al Mg. Esp. Oscar Omar Alcázar Aguilar, agradecida por haberme guiado con este trabajo de investigación, por su tiempo y dedicación para sacar adelante este trabajo.

A todos mis docentes que me guiaron y brindaron sus conocimientos durante todo este periodo de preparación profesional.

JURADOS

Presidente: Mg.CD. Ana Mayo Guevara

Secretario: Mg.CD. César Julca Pérez

Vocal: Mg. CD. Karina Llanos Montalvo

Índice

Portada	i
Post portada	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	
..¡Error! Marcador no definido.	
Índice.....	
vii	
Resumen.....	xi
Abstract.....	
¡Error! Marcador no definido.	
Introducción.....	
..¡Error! Marcador no definido.	
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	
¡Error! Marcador no definido.	
1.1. Planteamiento del problema.....	
¡Error! Marcador no definido.	
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
1.4. Justificación de la investigación.....	3
1.4.1. Teórica.....	3

1.4.2. Metodológica.....	3
1.4.3. Práctica.....	4
1.4.4. Social	4
1.5. Limitaciones de la investigación	4
1.5.1. Temporal.....	4
1.5.2. Espacial.....	4
1.5.3. Recursos.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de la investigación	5
2.2. Bases teóricas	12
2.2.1. Esmalte.....	
..¡Error! Marcador no definido.	
2.2.2. Brackets.....	13
2.2.3. Reacondicionamiento de brackets.....	
..¡Error! Marcador no definido.	
2.2.3.1. Técnicas de reacondicionamiento.....	
..¡Error! Marcador no definido.	
2.2.4. Fuerza.....	19
2.2.4.1. Cizallamiento.....	19
2.3. Formulación de Hipótesis	21
2.3.1. Hipótesis general.....	21
2.3.2. Hipótesis específica.....	21
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	22

3.1. Método de la investigación.....	22
3.2. Enfoque de la investigación.....	22
3.3. Tipo de la investigación.....	22
3.4. Diseño de la investigación.....	22
3.5. Población, muestra y muestreo.....	22
3.5.1. Criterios de inclusión.....	22
3.5.2. Criterios de exclusión.....	22
3.5.3. Muestreo.....	22
3.6. Variables y operacionalización.....	24
3.6.1. Definición operacional.....	25
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.7.1. Técnica.....	25
3.7.2. Descripción de instrumentos.....	28
3.7.3. Validación.....	28
3.7.4. Confiabilidad.....	28
3.8. Plan de procesamiento y Análisis de datos.....	28
3.9. Aspectos éticos.....	28
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	30
4,1. Resultados.....	30
4.1.1. Análisis descriptivo de resultados.....	30
4.1.2. Discusión de resultados.....	37
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
5.1. Conclusiones.....	39
5.2. Recomendaciones.....	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS.....	44
Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	44

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos.....	45
Anexo 3. Aprobación del Comité de Ética.....	46
Anexo 4. Designación de asesor.....	47
Anexo 5. Evidencias Fotográficas.....	48
Anexo 6. Informe del ensayo del laboratorio High Technology Laboratory Certificate.	54
Anexo 7. Constancia de Ejecución del Proyecto de Tesis otorgado por el laboratorio High Technology Laboratory Certificate.....	57

Índice de tablas y figuras

Tabla 1 y figura 1. Comparación de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados.....	30
Tabla 2. Comparación de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y arenados.....	31
Tabla 3. Comparación de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y flameados.....	32
Tabla 4. Comparación de la resistencia a la fuerza de cizallamiento en brackets reacondicionados.....	33

Resumen

El presente estudio tuvo la finalidad de comparar la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado. Para ello se recolectaron 60 dientes teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión. Además de ello, se verificó la microdureza del esmalte según el método Vickers con el probador de microdureza, seleccionando así aquellas piezas superiores a 270 HV (kg/mm²). La muestra se mantuvo en suero fisiológico 0.9% y se dividieron en 3 grupos (N 20): bracket nuevo, el cual no se realizó ningún reacondicionamiento; bracket arenado, se utilizó partículas de óxido de aluminio (50 μm) bajo una presión de 80 psi; y bracket flameado, el cual se realizó con un soplete a una temperatura máxima de 1200°C. Como resultado se obtuvo que la mayor resistencia adhesiva al cizallamiento fue en el Grupo arenado (21.39 ± 6.07 MPa), seguido del Grupo nuevo (19.27 ± 7.80 MPa) y el valor más bajo fue el Grupo flameado (18.94 ± 5.90 MPa). Al comparar los 3 grupos no se observan diferencias estadísticamente significativas, con un valor de $p= 0.54$. Como conclusión los dos métodos de reacondicionamiento arenado y flameado fueron suficientemente efectivos para ser consistentes con el uso clínico, siendo el arenado mejor que el flameado.

PALABRAS CLAVE

Fuerza de cizallamiento, reacondicionamiento, arenado, flameado.

Abstract

The purpose of the present study was compare the shear bond strength in new and reconditioned brackets by sandblasting and flaming. For this, 60 teeth were collected taking into account the inclusion and exclusion criteria. In addition, the microhardness of the enamel was verified according to the Vickers method with the microhardness tester, thus selecting those pieces greater than 270 HV (kg/mm²). The sample was kept in 0.9% physiological saline and was divided into 3 groups (N 20): new bracket, in which no reconditioning was performed; sandblasted bracket, aluminum oxide particles (50 µm) were used under a pressure of 80 psi; and flamed bracket, which was carried out with a blowtorch at a maximum temperature of 1200°C. As a result, it was obtained that the highest shear bond strength was in the sandblasted Group (21.39 ± 6.07 MPa), followed by the new Group (19.27 ± 7.80 MPa) and the lowest value was the flamed Group (18.94 ± 5.90 MPa). When comparing the 3 groups, no statistically significant differences were observed, with a value of $p= 0.54$. In conclusion, the two reconditioning methods, sandblasting and flaming, were sufficiently effective to be consistent with clinical use, with sandblasting being better than flaming.

KEYWORDS

Shear bond strength, reconditioning, sandblasting, flaming.

Introducción

En el tratamiento de ortodoncia fija es importante mantener la unión del bracket a la superficie del diente. El fallo en la resistencia de la unión puede ser originado por varios factores, características del bracket, morfología del diente, fuerza oclusal, la retención mecánica del adhesivo utilizado, entre otros. El fracaso de la unión de los brackets es moderadamente común, según lo documentado por varios investigadores tiene una incidencia entre 0.5% a 16% de los casos. Por ello los ortodontistas necesitan volver a adherir los brackets ya sea nuevos o los descementados.

Algunos ortodontistas prefieren reciclar los brackets para volver a unirlos por razones económicas, ya que al cementar uno nuevo aumenta su costo, pero también se debe tener en cuenta la disminución de la fuerza de adhesión. El acondicionamiento del esmalte debe proporcionar suficiente resistencia adhesiva al corte (SBS) para los brackets. Aunque no hay consenso sobre la tasa óptima de SBS, una revisión señaló un rango de 5,9 a 7,8 Mpa. Existen una variedad de procedimientos prácticos de acondicionamiento de brackets en el consultorio, incluidos los métodos de reacondicionamiento mecánico o térmico, o una combinación de ambos.

El reacondicionamiento de los brackets mediante la técnica del flameado y arenado son los más utilizados por la accesibilidad, siendo el primero más común, pero estudios previos han dado como resultado una resistencia adhesiva al cizallamiento por debajo del rango recomendado, mientras que el reciclado con arenado proporciona una resistencia adhesiva al cizallamiento clínicamente aceptable. El propósito de este estudio fue comparar la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La cementación directa de los brackets fue un gran acontecimiento y ha brindado beneficios a los pacientes, pero como en todo tiene su desventaja, como el descementado debido que a veces no permitía su correcta colocación, y también la contaminación por la humedad de la cavidad bucal; todo ello causa un retraso en el tratamiento de ortodoncia y molestias al paciente (1).

La adhesión del bracket a la superficie del diente debe ser lo suficientemente fuerte como para soportar tanto las fuerzas oclusales como la tensión ejercida por los arcos ligados. Sin embargo, la fuerza de unión no debe ser tan fuerte que dificulte la descementación, con el riesgo de dañar la superficie del esmalte adherida (2, 3).

En la práctica ortodóncica diaria es frecuente encontrar el descementado de los brackets, por ello el ortodoncista tiene dos opciones: cementar los mismos brackets o usar brackets nuevo, lo que aumenta el costo del tratamiento, por lo cual en algunos casos se opta por el reacondicionamiento de este, siendo una opción muy favorable (4).

En un tratamiento de ortodoncia convencional, es común encontrar que los brackets que más se descementan son de los premolares inferiores seguidos de los premolares superiores, la causa de que estos dientes sean más susceptibles al desprendimiento de los brackets es que se encuentran en una zona donde empieza la fuerza de la masticación y la anatomía del diente (5,6).

También otras causas que favorecen el desprendimiento de los brackets son la dieta, las fuerzas oclusales, materiales usados durante la adhesión, destreza de la técnica para la colocación, entre otros (7,8).

Otro de los factores que determinan la fuerza de unión es el estado de la base o malla del bracket. Sobre todo, si ha sido reacondicionado; esto se debe a que las propiedades presentadas anteriormente deben conservarse para realizar la función correcta (9).

En la actualidad hay una tendencia hacia el reciclaje. Por esta razón, es necesario realizar investigaciones para conocer el comportamiento de los brackets reacondicionados, con el fin de documentar científicamente y estudiar la confiabilidad de su uso (10).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Existen diferencias en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado?

1.2.2 Problemas Específicos

¿Existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado?

¿Existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante flameado?

¿Existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets reacondicionados mediante arenado y flameado?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general

Comparar la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar la diferencia de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado.

Determinar la diferencia de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante flameado.

Determinar la diferencia de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets reacondicionados mediante arenado y flameado.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Teórica

Uno de los problemas más habituales que se presentan durante el tratamiento de ortodoncia es el descementado de los brackets por lo que es necesario conocer diferentes métodos para reacondicionar y cementar los brackets de una manera eficaz. El objetivo de cualquier método de reacondicionamiento de brackets es eliminar el residuo adherido a la base del bracket completamente sin causar daño estructural, con el fin de eliminar todas las impurezas del bracket. El reacondicionamiento con la técnica de flameado es probablemente el método más utilizado para eliminar el adhesivo impregnado de las bases de los brackets ya que es más accesible y rápido, pero algunos estudios concluyen que este procedimiento disminuye la adhesión ya que afecta a su microestructura. Algunos estudios han demostrado que los brackets arenados han incrementado su adhesión al esmalte comparado con un bracket nuevo cementado en su primera fase y otros estudios muestran que la adhesión es similar en ambos casos por lo que hay resultados contradictorios. Por ello es necesario hacer más estudios de este tipo.

En un tratamiento de ortodoncia efectivo están permitidos muy pocos errores, por lo que los brackets se despeguen varias veces es crítico. La cementación de un bracket debe garantizar una adecuada fuerza de unión para evitar nuevos inconvenientes e incomodidad para el paciente.

1.4.2 Metodológica

Esta investigación presenta una alta relevancia metodológica, ya que se realizará un estudio transversal donde se determinará la resistencia a la fuerza de cizallamiento en brackets reacondicionados.

1.4.3 Práctica

Este estudio será de gran ayuda para tener el conocimiento de que tipo de reacondicionamiento es la mejor opción para retirar los restos de resina en los brackets reutilizados, y así optimizar el tratamiento evitando fallas.

1.4.3 Social

Bajo un contexto social, la presente investigación beneficiará al profesional ya que tendrá la mejor opción de elegir la técnica adecuada para el reacondicionamiento de brackets, por lo tanto beneficiará al paciente en su economía la no tener que invertir en un bracket nuevo.

1.5 Limitaciones de la investigación

1.5.1 Temporal: El estudio se llevó a cabo de Marzo – Julio 2023.

1.5.2 Espacial: Se realizó en el Laboratorio HTL (High Technology Laboratory Certificate).

1.5.3 Recursos: Este trabajo se realizó con recursos propios.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Grosch K et al., (2023)“Midieron la resistencia al cizallamiento, comportamiento de fricción, dimensión de la ranura, resistencia a la fractura y estabilidad del color de los brackets cerámicos reutilizados”. Se recogieron un total de 120 brackets cerámicos (Damon® Clear™) de un consultorio dental, 90 brackets se despegaron de manera convencional con un cortador lateral y 30 brackets con el láser KaVo Key III (láser Er:YAG, longitud de onda 2,94 μm , KaVo Dental GmbH). Todos los brackets utilizados se inspeccionaron con un estereomicroscopio a un aumento de $18 \times$ y se clasificaron según su índice de remanente adhesivo (ARI). Se formaron cinco grupos ($n = 10$): (DN) brackets nuevos, (DS) brackets flameados y arenados, (DA) brackets flameados y bañados en ácido, (DL) reacondicionados con láser y (DDL) brackets descementados con láser. Para el análisis estadístico se utilizaron análisis de varianza (ANOVA) y pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis (nivel de significancia: $p < 0,05$). Los brackets reacondicionados después de la descementación con láser mostraron valores medios de resistencia al cizallamiento similares ($12,8 \pm 2,8$ MPa) en comparación con los brackets nuevos ($12,9 \pm 2,9$ MPa). La única diferencia significativa respecto a los nuevos brackets se observó en el grupo ácido ($8,0 \pm 3,1$ Mpa). La resistencia al cizallamiento solo fue significativamente menor en el grupo ácido. La mayoría de los brackets reacondicionados en todos los grupos tuvieron una puntuación ARI de 3. Además, los brackets tratados y descementados con láser proporcionaron una fricción significativamente menor en la ranura en comparación con los brackets nuevos, y también preservó la base del bracket intacta y del esmalte (11).

Urichianu Met al., (2022) “Evaluaron la resistencia adhesiva al cizallamiento (SBS) de dos tipos de brackets cerámicos cuando son nuevos y cuando se vuelven a cementar siguiendo varios métodos de acondicionamiento de la base del bracket, y determinar el modo de falla de la unión en relación con la morfología de la base del bracket 100 de Symetri Clear™ (SC) y 100 de Radiance^{Plus®} ”. El ARI se determinó evaluando la cantidad de adhesivo que quedaba en el esmalte en comparación con los brackets. Los datos se analizaron con SPSS, para evaluar la confiabilidad del ARI, el mismo investigador volvió a evaluar 20 muestras seleccionados al azar y todos los conjuntos de datos se sometieron a la prueba de Kolmogorov-Smirnov, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para las comparaciones de SBS por pares entre los cinco grupos dentro de los dos tipos de soporte. Se usó Mann-Whitney para comparar la fuerza de unión entre los grupos SC y RP. Se utilizó una prueba de Chi-cuadrado para comparar las puntuaciones de ARI entre los 10 grupos. Se cementaron brackets cerámicos a 200 incisivos bovinos y se dividieron en 5 grupos de 20 con un total de 10 grupos : un grupo sirvió de control y cuatro grupos volvieron a adherir los brackets después del acondicionamiento: sin tratamiento de superficie, sellador, arenado y finalmente con flama y luego con vapor. Se descementaron usando un alicate de extracción de brackets recto con una ligera presión para producir un efecto de desprendimiento de cizalla, después de ello 160 se volvieron a cementar y por último el SBS se probó usando un UltraTester (Ultradent), la velocidad de cruceta fue 1 mm/min. Se evaluó SBS, índice de remanente adhesivo y morfología de la base del bracket. Resultados: El SBS no mostró diferencia estadística entre nuevo y re-adherido sin tratamiento superficial o sellador (brackets SC) y con sellador o llama y vapor (brackets RP). Comparando SC y RP, SBS fue mayor en los grupos SC, sin tratamiento superficial y arenado. Todos los grupos diferían en la cantidad de adhesivo que se adhirió a los dientes, siendo el

grupo del arenado que tenía la mayor cantidad. El análisis SEM mostró que el arenado comprometía las propiedades de retención de la base del bracket. Concluyeron que cuando se vuelve a unir, el SBS de los brackets SC que no tenían tratamiento superficial y los brackets SC y RP que tenían sellador no era significativamente diferente de los brackets nuevos. El arenado comprometió las propiedades de retención de las bases de los brackets SC y RP, lo que resultó un SBS más bajo(12).

Sobouti F et al., (2022)“Determinaron la resistencia de unión de los brackets mediante cuatro métodos de eliminación adhesiva”. Seleccionaron 75 premolares de los cuales 15 fueron el grupo control y lo restante se dividieron en 4 grupos (n 15): láser, fresa de diamante, arenado y flama directa. Estos brackets reciclados se volvieron a unir a los dientes con los diferentes métodos ya mencionados. La fuerza del enlace de cizallamiento (SBS) se midió a la velocidad de 0,5 mm/min y los datos se analizaron utilizando pruebas ANOVA y post hoc ($\alpha=0,05$). Resultados: SBS fue significativamente diferente en los cuatro grupos en comparación con el grupo control ($p<0,05$). En el reciclaje con flama directa fue ($9,3\pm 1,5$ Mpa), mientras que láser Er:YAG a 5 W, fue de ($9,4\pm 0,8$ Mpa), en el caso del arenado con partículas de óxido de aluminio fue ($4,8\pm 0,7$ Mpa), y fresa de diamante ($6\pm 0,8$ Mpa). Los grupos con fresa y chorros de arena tenían los niveles más bajos de SBS. Aunque los grupos láser y flama tenían los niveles más altos de SBS, no mostraron una diferencia significativa ($p=0,99$). Conclusiones: El láser Er:YAG y la flama directa debido a la resistencia de unión relativamente buena se pueden recomendar como métodos para el reciclaje de brackets (13).

Khanal P et al., (2021) “Evaluaron y compararon los efectos de diferentes métodos de reciclaje de brackets de ortodoncia de acero inoxidable sobre la resistencia al cizallamiento”. Utilizaron 120 premolares, se dividieron aleatoriamente en cuatro

grupos: Grupo I control, Grupo II flameado, Grupo III flameado con arenado y Grupo IV arenado con limpieza ultrasónica. Los brackets se volvieron a cementar y a descementar con una máquina de prueba universal con velocidad de cruceta (0,5 mm/min) para determinar la resistencia de la unión al cizallamiento. Los datos se analizaron utilizando estadística descriptiva, ANOVA y pruebas post hoc, y el índice de restos de adhesivo se evaluó utilizando un estereomicroscopio con un aumento de 10X. La mayor resistencia adhesiva al cizallamiento se obtuvo en el Grupo I ($10,35 \pm 0,46$ MPa), seguido del Grupo III ($9,36 \pm 0,55$ MPa) y el Grupo IV ($5,97 \pm 0,66$ MPa), y el valor más bajo se obtuvo con el Grupo II ($4,30 \pm 0,55$ MPa). Llegaron a la conclusión de que la fuerza al corte de los brackets nuevos eran significativamente mayor comparado con los brackets reciclados, y para los brackets reciclados, el flameado con arenado proporcionó una resistencia adhesiva al cizallamiento adecuada, el arenado con limpieza ultrasónica proporcionó un valor límite para el uso clínico, y el flameado por sí solo proporcionó valores significativamente más bajos (14).

Prathima Aet al., (2021) “Compararon la SBS entre brackets arenados cementados a dientes humanos extraídos y brackets nuevos cementados en dientes extraídos que no han sido cementados previamente”. Las búsquedas se realizaron en PubMed vía Medline, Web of Science, LILACS, Cochrane, EMBASE y Scopus hasta el 30 de abril del 2021. Los artículos que se incluyeron comparaban el SBS de brackets nuevos y reacondicionados después del arenado. Dos revisores seleccionaron los estudios de forma independiente, extrajeron los datos y evaluaron el riesgo de sesgo según la modificación del instrumento en estudios de intervenciones no aleatorios (ROBINS-I). Se resumieron los datos de SBS generados a partir de revisiones sistemáticas y se realizó un metaanálisis utilizando un modelo genérico inverso de efectos aleatorios. Dieciséis estudios generaron 521 muestras en el grupo de brackets nuevos y 391 muestras para el

grupo de arenado. El metanálisis encontró que la diferencia promedio en SBS entre brackets nuevos y arenados fue de 0,85. (IC 95 de -0,24 a 1,94). Esta diferencia puede excluirse clínicamente. El alto grado de heterogeneidad indicado por un I^2 del 87% condujo a un análisis de subgrupos. Se puede concluir que el arenado es una forma eficiente de reciclar los brackets descementados sin afectar el SBS (15).

Pereira Pet al., (2021)“Evaluaron el efecto de tres técnicas de reacondicionamiento diferentes sobre la resistencia adhesiva al cizallamiento (SBS) de los brackets reacondicionados”. Se unieron un total de cuarenta y cinco brackets a premolares humanos usando Transbond™ XT. Después del descementado, las muestras se dividieron aleatoriamente en grupos iguales para evaluar tres técnicas para eliminar los restos de adhesivos de la base de los brackets: en el Grupo A, se arenó con óxido de aluminio; en el Grupo B₁ se limpió superficialmente con una piedra verde; y en el Grupo B₂, las bases se rasparon cuidadosamente con una piedra verde. Luego, se cementaron los brackets y se midió el SBS y el índice de remanente de adhesivo (ARI). Los datos fueron analizados utilizando análisis de varianza de una vía (ANOVA), con pruebas post-hoc de Tukey y Kruskal-Wallis. Resultados: El SBS promedio fue: Grupo A, 11,75 (±4,83) MPa; Grupo B₁, 8,22 (±4,01) MPa; y Grupo B₂, 7,54 (±2,85) Mpa, con una diferencia significativa entre los Grupos A y B₂ ($P = 0,016$). En cuanto a las puntuaciones de ARI, hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos A y B₂ ($P < 0,001$) y entre B₁ y B₂ ($P = 0,014$). Llegaron a la conclusión de que todos los métodos de reacondicionamiento tuvieron un efecto positivo, pero la técnica con arenado fue la más efectiva. Los brackets reacondicionados mediante arenado y esmerilado superficial mostraron principalmente fallas de tipo mixto. Sin embargo, las muestras reacondicionadas completamente con

piedra verde mostraron fallas de unión principalmente en la interfaz adhesivo/bracket (3).

Grazioli G et al., (2021) “Evaluaron la fuerza de unión de brackets re-adheridos después de diferentes métodos de remoción de adhesivo residual”. Hicieron búsquedas en las bases de datos de Web of Science, PubMed, The Cochrane Library, SciELO, Scopus, LILACS, IBECs y BVS hasta diciembre de 2020. Las comparaciones de la fuerza de adhesión se realizaron considerando el método utilizado para eliminar el adhesivo residual en la base del bracket. Se incluyeron un total de 12 estudios en el metaanálisis. Se identificaron cuatro métodos de eliminación de adhesivos: arenado, láser, abrasión mecánica y flama directa. En comparación con los nuevos brackets metálicos, la fuerza de unión de los brackets descementados después de la abrasión por aire ($p = 0,006$), abrasión mecánica ($p = 0,007$) y flama directa ($p < 0,001$) fue significativamente menor. El uso del láser Er:YAG mostró valores similares de resistencia adhesiva al cizallamiento en comparación con los nuevos brackets de ortodoncia ($p = 0,71$). El láser Er:YAG podría considerarse como el método óptimo para promover la unión de los brackets de ortodoncia descementados. La flama directa, la abrasión mecánica o el arenado, también son adecuados para lograr valores de fuerza de unión clínicamente aceptables (16).

Alabideen Z et al., (2021) “Evaluaron los efectos de diferentes procedimientos de reciclaje sobre la resistencia a la unión por cizallamiento y las características morfológicas de los brackets cerámicos autoligables descementados mecánicamente”. Usaron 48 brackets cerámicos autoligables de Damon de la compañía ClearTM. Se asignaron en 4 grupos (12 por grupo): brackets nuevos, reciclados mediante arenado, a través de una irradiación láser Er, Cr: YSGG y por flama. Resultados: Hubo diferencias altamente significativas entre todos los grupos, la fuerza media de los brackets nuevos

fue más alto de (22.899 ± 9.330 Mpa), seguido por Er,Cr: grupo láser YSGG (20.288 ± 5.563 Mpa), luego grupo arenado de (11.415 ± 2.818 Mpa), mientras que el grupo de flama tuvo el más bajo de e (7.624 ± 1.677 MPa); además, los resultados mostraron una diferencia significativa en el índice remanente adhesivo (ARI) entre todos los grupos. Conclusión: todos los procedimientos de reciclado tienen un valor clínicamente aceptable. El procedimiento de reciclaje Er,Cr:YSGG puede erradicar eficazmente el adhesivo de las bases de los soportes cerámicos sin ponerlos en peligro; por lo tanto, esta técnica se puede preferir sobre otros procedimientos reciclados (17).

González et al. (2020) “Comparar la fuerza de adhesión entre brackets metálicos reacondicionados mediante el método de arenado a presión, método térmico y método mixto”. Se usaron 100 premolares sanos en un tiempo menor a 3 meses, se distribuyeron aleatoriamente en 4 grupos (n=25): Grupo Control: brackets nuevos, Grupo I: brackets arenados a presión, Grupo II: brackets flameados y Grupo III: brackets flameados y arenados. Los brackets fueron cementados con resina Transbond XT, 3M; se reacondicionaron con cada método mencionado anteriormente; se realizó el descementado de los brackets en la máquina universal de pruebas Instron. Para determinar la distribución de las variables se usó Kolmogorov - Smirnov (normalidad) y para conocer la homogeneidad de la varianza, Bonferroni. Para identificar la estadística significativa entre grupos, se utilizó ANOVA. Como resultado el grupo control presentó el promedio más alto de fuerza de adhesión con un valor de 11.79 Mpa, seguido del grupo de brackets reacondicionados mediante el método mixto presentando 8.76 Mpa; continuando por los brackets arenados con 8.52 Mpa, y por último los brackets flameados con 5.62 Mpa. Conclusión: los brackets reacondicionados mediante arenado y mixto, son clínicamente óptimos (4).

Johns G et al., (2020) “Compararon la fuerza de unión a cizallamiento del bracket de ortodoncia reciclado mediante arenado y flameado”. Seleccionaron 51 premolares extraídos y lo clasificaron en tres grupos de 17 muestras por grupo: Grupo I, brackets nuevos (grupo de control); Grupo II, técnica de abrasión de aire con óxido de aluminio (110 micrómetros) y el Grupo III, flameado directo. Los dientes de cada grupo se montaron verticalmente en un bloque de acrílico dental y se llevó a cabo mediante el uso de una máquina de prueba universal la resistencia a la unión de descementado y cizallamiento. Los grupos se compararon utilizando la prueba ANOVA y Post HOC. Se utilizó un microscopio electrónico de barrido (SEM) para evaluar los cambios durante la técnica de abrasión y flameado. Resultado: Hubo una diferencia estadísticamente significativa en la resistencia de la unión de cizallamiento entre los brackets arenados y flameados, 6.90 Mpa y 3.39 Mpa respectivamente. También, el SEM mostró que hubo un aumento en la superficie de la base del bracket tratado por abrasión con aire en comparación al grupo de flameado con un aumento en las áreas retentivas. Conclusión: Se observó que la rugosidad de la superficie estaba directamente correlacionada con la fuerza de unión. Se vio que la resistencia a la unión cortante es más en el grupo de abrasión del aire en comparación con el grupo flameado, por lo que el método de arenado es uno de los métodos eficientes (18).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Esmalte

Es un tejido biológico que actúa como una sustancia dura que protege la corona. Al ser el tejido más resistente del cuerpo, puede soportar fracturas causadas por el estrés de la masticación. Da forma y contorno a la corona y también cubre la parte del diente que queda expuesta al medio bucal (19).

2.2.1.1 Propiedades Físicas

El esmalte es muy duro y por lo tanto muy frágil y está sujeto a fracturas (19).

La dureza de los dientes se ha determinado mediante diversos métodos, incluidos los métodos de abrasión, desgaste y técnica de indentación. El indentador de diamante Knoop se utiliza habitualmente, al igual que Vicker. Knoop (KHN) y Vicker (VHN) han reportado valores similares. Los valores medios de dureza del esmalte varían entre 270 a 350 KHN (o de 250 a 360 VHN) (20).

Cuando la base del esmalte está debilitada, es más probable que se produzcan fracturas como una caries en la dentina subyacente. El esmalte está compuesto por un 96% de minerales inorgánicos en forma de hidroxiapatita (un fosfato de calcio cristalino que también se encuentra en el hueso, la dentina y el cemento) y un 4% de agua y materia orgánica. El componente orgánico es la proteína enamulina, su distribución entre y en los cristales ayuda a la permeabilidad del esmalte. El color del esmalte es blanco grisáceo, pero tiene aspecto de color amarillo debido a la dentina subyacente. Tiene un grosor de 2.5 mm aproximado en la superficie oclusal incisiva, siendo afilado en su borde cervical (19).

2.2.2. Brackets

Son dispositivos que dirigen o guían los movimientos de ortodoncia. Este movimiento es causado por fuerzas ejercidas sobre los brackets adheridos al esmalte dental o a bandas (21).

- Partes o características de un bracket:

- Hook: ayuda a sujetar cadenas elásticas, resortes, elásticos intermaxilares, etc.
- Punto de referencia: permite la ubicación del bracket de una manera fácil.
- Ranura: recibe el arco.
- Eje longitudinal: su posición es importante para transmitir información adecuada sobre la inclinación de los dientes.
- Aletas: ayuda a colocar diversos aditamentos como ligaduras elásticas y/o metálicas, cadenas etc.
- Base: la parte más importante para adherir el bracket en el esmalte dentario, existen varios tipos de malla (22).

2.2.2.1 Brackets metálicos:

Los brackets metálicos son mayoritariamente fabricados en acero inoxidable austenítico, contienen 18% - 20% de cromo y 8% -10% de níquel, con pequeñas cantidades de manganeso, silicio y carbono, debido a la alta resistencia y durabilidad de las aleaciones utilizadas (23,24).

- Ventajas de los brackets metálicos

- Menor fricción entre el arco y la ranura del bracket (25).
- Mayor soporte de fractura.
- El descementado es más fácil.
- Menos daño del esmalte cuando se despegan.

- Recolección mínima de placa bacteriana.

- Desventajas de los brackets metálicos

- No son estéticamente agradables.

- Puede causar alergias en pacientes debido al contenido de níquel (26).

- Fabricación de los brackets metálicos

- Fundidos: los brackets de fundición se fabrican principalmente inyectando acero inoxidable para lograr una precisión inigualable en las ranuras. Este sistema mejora en gran comodidad del paciente debido a su cuerpo y aletas redondeadas (25).

b. Mecanizado: “Se desarrollan a partir de un bloque sólido de acero inoxidable, sobre el cual, mediante fresas y tornos, se consigue llegar a la forma deseada” (26).

- Malla de los brackets

La forma de la base es importante para la sujeción del bracket ya que puede mejorar la penetración del adhesivo y el tamaño también es otro componente importante (27).

Cuando las ranuras de los brackets son anchos transmiten tensiones de torsión más uniforme que los brackets convencionales (26).

La base de la malla tiene un gran impacto a la resistencia de tracción. Aquellas mallas que eran soldadas al cuerpo del bracket ocasionaban reducción de fuerza en el área de retención y vinculación. Además, es común que la malla se desprenda del cuerpo del bracket, y el daño puede ser causado por la soldadura que debido a la acumulación de placa causa corrosión de estas áreas. Cuanto más grande sea la base del bracket, mayor será la resistencia de cizallamiento (28).

- Tipos de base de los brackets metálicos

- a. Mecánica Simple, se basa en perforar un pequeño orificio en la base haciendo una retención.
- b. Malla Simple, consiste en soldar la rejilla metálica a la base del bracket (29).
- c. Súper Mesh o Súper Malla, base de tecnología avanzada ya que utiliza tres capas de malla sólida que se superponen y se sueldan para proporcionar una fuerza de unión óptima (29).

2.2.2.2 Adhesión de brackets

Es resultado de una serie de interacciones diseñadas para la unión de dos superficies en ortodoncia: el esmalte y la base del bracket. La palabra adhesión nace del latín “ad y haerere, formada por: ad (para) y haerere (pegarse)”. La adhesión es el estado en el que dos superficies están unidas a través de fuerzas o energías entre átomos o moléculas basadas en mecanismos químicos y/o mecánicos(30).

Se han logrado grandes avances desde 1955, cuando el Dr. Buonocuore introdujo la técnica de adhesión a los tejidos duros del diente, este desarrollo marcó el lanzamiento de la odontología adhesiva cuando se descubrió que la acción grabadora del agente ácido formaba irregularidades microscópicas en la superficie del esmalte, permitiendo que el material a base de resina fluya (31).

Desde el punto de vista mecánico, esto ocurre porque el material de cementado penetra en la rugosidad de la superficie. Desde el punto de vista químico, corresponde a una estrecha unión a nivel molecular entre la base y el adhesivo. Puede tomar la forma de enlaces iónicos o covalentes (32).

En ortodoncia, la fijación de los aditamentos es provisional, por lo que debe ser un procedimiento reversible que no dañe permanentemente la superficie del esmalte cuando se retiren al final del tratamiento(32).

Aunque se desconoce la fuerza adhesiva mínima clínicamente aceptable, se ha demostrado que se pueden lograr buenas adherencias clínicamente con fuerzas adhesivas entre 6-10 MPa. La fuerza de adhesión debe ser suficiente para tolerar las fuerzas biomecánicas y funcionales, pero al mismo tiempo debe permitir que el bracket se despegue al final del tratamiento sin perjudicar el esmalte. Este último puede producirse cuando la unión supera los 14 Mpa.(33).

2.2.3. Reacondicionamiento de brackets

El reacondicionamiento consiste esencialmente en eliminar la resina residual de la base del bracket, convirtiendo el bracket usado en un bracket útil que se pueda reutilizar sin dañar la malla y conservando sus propiedades retentivas. Este proceso tiene varios efectos, incluidos procesos de corrosión acelerados, tendencia a liberar iones metálicos que pueden manchar los dientes y sensibilizar a los pacientes al níquel, la fuerza de unión reducida y la capacidad de reciclarse una vez más(34,35).

Hay varios factores que contribuyen a la probabilidad del desprendimiento de la resina entre los brackets y los dientes. Esto incluye la experiencia del profesional en procesos de adhesión, precaución del paciente, calidad del esmalte, saliva, características químicas de la resina y tipo de bracket (metálica o cerámica) (36).

Debe tenerse en cuenta que volver a cementar los brackets debe garantizar una fuerza de unión suficiente para evitar fallas o inconsistencias en el paciente (35).

El método más común para reacondicionar los brackets descementados son los del tipo inmediato realizado en el mismo consultorio.

2.2.3.1 Técnicas de reacondicionamiento

Los procedimientos que se usen deben eliminar los restos sin distorsionar ninguna parte del componente del bracket. Para ello se utilizan varios procesos mecánicos (Fresas

rotatorias o arenado) y una variedad de métodos térmicos (Flameado o Calentamiento en horno) (37).

A continuación, se especifica las técnicas más usadas.

2.2.3.1.1 Arenado

Surgió en la década de 1950, este método se aplica a la superficie de brackets utilizando corrientes de aire comprimido de alta velocidad y partículas de Óxido de Aluminio de varios tamaños (50 µm-100 µm). Los restos se pueden reutilizar, este proceso requiere aproximadamente de 15 a 30 segundos y crea retenciones en la malla del bracket (38).

El método de arenado ha demostrado ser una técnica excelente para el reacondicionamiento del bracket, pero no es muy utilizado ni difundido por los clínicos (39).

Los factores que se deben tener en cuenta al realizar el arenado, son el tamaño de la malla y la composición de la base de los brackets, el tamaño de las partículas del óxido de aluminio, el cemento y el material del arenado, el cemento se puede retirar por completo y también el arenado puede producir daños en la base del bracket (40).

2.2.3.1.2 Flameado

Es una técnica que elimina los residuos que quedan en la base del bracket. Se realiza con un soplete o mechero bunsen mezclado con oxígeno acetileno, sosteniendo la llama a una distancia de 10mm de los brackets, con una temperatura de (950° C a 1200°C) durante 5 segundos para permitir que el adhesivo se incinere y queme por completo. Los residuos que quedan son prácticamente removidos con facilidad (41).

La técnica de flameado es el procedimiento más utilizado para remover los restos de adhesivo impregnados en la base del bracket (39).

En los estudios de Buchmanse encontró que con el uso de este método para el reciclaje de brackets numerosos cambios dimensionales, pero estos cambios no fueron

clínicamente significativos, no obstante los cambios en la microestructura metalúrgica le hizo pensar en la vulnerabilidad a la corrosión intergranular metálica. Esto se debe a la precipitación de cromo en los límites de los granos, lo que reduce el cromo disponible para formar la película pasiva resistente a la corrosión (42).

2.2.4. FUERZA

Los movimientos en ortodoncia se logran mediante a la aplicación de vectores físicos, llamados fuerzas. Existen diferentes fuerzas, pero las más utilizadas en ortodoncia son las de tensión, compresión, torsión y cizallamiento o desplazamiento. Aunque los movimientos de ortodoncia como rotación, traslación, intrusión, extrusión y torque, son el resultado de dos o más tipos de fuerzas aplicadas en la boca de los pacientes, los brackets cementados a las piezas dentales están sometidos a estos tipos de fuerza. Es importante que exista la fuerza suficiente entre el bracket y el esmalte para que los dientes transmitan diferentes fuerzas al ligamento periodontal y al hueso alveolar, produciendo diferentes movimientos dentales (43).

2.2.4.1. Fuerza de cizallamiento

Se define físicamente como una fuerza o conjunto de vectores físicos aplicados a un objeto que tienden a cortarse o moverse verticalmente. En ortodoncia, este tipo de fuerza se aplica mediante dos fuerzas de compresión a la pieza dentaria, provocando el desplazamiento axial del diente y la evidencia de un proceso de remodelación de las estructuras alveolares y periodontales. Por lo general, una parte del cuerpo se resiste a moverse sobre la otra parte. Una de las pruebas que mide la resistencia de unión entre el esmalte dental y las resinas para pegar brackets, es el test de resistencia al cizallamiento o shear bond strength (SBS). La fuerza de corte también puede ser generada por la acción de torsión de los materiales. Para que ocurra la falla por cizallamiento se debe aplicar una fuerza directamente al área contigua a la interfaz. Cuanto más lejos se

aplique la fuerza de la interfaz, más probable es que ocurra una falla por tracción.

Debido al aumento el potencial de la fuerza de flexión (43).

2.3 Formulación de hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

Hi: Existen diferencias en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado.

Ho: No existen diferencias en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado.

2.3.2 Hipótesis Específicas

Hi: Existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado.

Ho: No existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado.

Hi: Existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante flameado.

Ho: No existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante flameado.

Hi: Existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets reacondicionados mediante arenado y flameado.

Ho: No existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets reacondicionados mediante arenado y flameado.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Método de la investigación: Analítico y deductivo

3.2 Enfoque de la investigación: Cuantitativa

3.3 Tipo de investigación: Este trabajo fue comparativo prospectivo transversal, ya que se determinó la resistencia a la fuerza de cizallamiento de los brackets en un solo tiempo y se realizó comparaciones de las diferentes técnicas.

3.4 Diseño de la investigación: El diseño utilizado en este estudio fue experimental, comparativo y longitudinal, porque no se manipuló ninguna variable para ver los efectos en otra, y este diseño de investigación buscó establecer las relaciones de las variables.

3.5 Población, muestra y muestreo

3.5.1 Criterios de inclusión:

- Piezas extraídas con integridad coronal.
- Primeros y segundos premolares superiores o inferiores.
- Piezas dentales que durante todo el proceso hayan estado en suero fisiológico 0.9%.
- Piezas dentales extraídas por 90 días.

3.5.2 Criterios de exclusión:

- Piezas con restauración vestibular.
- Piezas con anomalías de forma.

3.5.3 Muestreo:

Fueron 60 premolares extraídos por razones ortodónticas.

Para el siguiente tamaño muestral se utilizó la fórmula de comparación de dos proporciones (44).

$$n = \frac{\left[Z_{\alpha} * \sqrt{2p(1-p)} + Z_{\beta} * \sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)} \right]^2}{(p_1 - p_2)}$$

Donde:

- ▶ n = sujetos necesarios en cada una de las muestras
- ▶ Z_{α} = Valor Z correspondiente al riesgo deseado
- ▶ Z_{β} = Valor Z correspondiente al riesgo deseado
- ▶ p_1 = Valor de la proporción en el grupo de referencia, placebo, control o tratamiento habitual.
- ▶ p_2 = Valor de la proporción en el grupo del nuevo tratamiento, intervención o técnica.
- ▶ p = Media de las dos proporciones p_1 y p_2

$$p = \frac{p_1 + p_2}{2}$$

3.5.3.1 Tipo de Muestreo: Probabilístico

3.6 Variable y Operacionalización

Variable	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala Valorativa
Resistencia a la fuerza de cizallamiento	Tamaño vectorial que mide la fuerza de intercambio de momento lineal entre dos partículas o sistemas de partículas.	Unidimensional indicador directo (MPa)	MPa	Razón	MPa (Megapascales)
Reacondicionamiento de Brackets	Tipos de métodos para el retiro de resina remanente en la base del bracket	Elementos físicos de acondicionamiento	Flameado Arenado	Nominal Nominal	1200°C 50 micras
Brackets	Dispositivo de soporte ortodóntico adherido a la corona de la pieza dentaria.	Axcess™ roth 0.22 GC Orthodontics		Nominal	0: bracket nuevo 1: bracket flameado 2: bracket arenado

3.6.1 Definición operacional: La resistencia a la fuerza de cizallamiento es la cantidad de fuerza aplicada al bracket para cortarlo o desplazarlo en sentido vertical.

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1 Técnica:

3.7.1.1 Recolección y conservación:

Los dientes fueron recolectados de consultorios privados de la ciudad de Lima, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, se mantuvieron en 3 recipientes de vidrio de 50 ml cada uno, con suero fisiológico (cloruro de sodio 0,9%) a 4°C durante 3 meses.

3.7.1.2 Lectura de la microdureza del esmalte y preparación de las muestras:

Con el fin de verificar el estado que se encuentra el esmalte de cada diente se verificó la microdureza HV (kg/mm²), para ello se utilizó el probador de microdureza (Electronic Micro-Vickers hardness testing machine LG-CMT-5L, Mitutoyo - 200 mm). Cada pieza dentaria recibió una carga de 50 g por 15 segundos. Se tomó como referencia tres puntos equidistantes (distancia de 0.2 a 0.5 mm en partes equidistantes al primer punto) de la muestra; se analizaron y se obtuvieron un promedio de las tres interdentaciones realizadas en la cara vestibular de los dientes. Se seleccionaron las piezas superiores a 270HV (kg/mm²).

Se montaron las premolares en un molde de 3cm x1.5cm x1.5 cm con acrílico de la marca PERUCRYL con el fin de permitir su manipulación, cubriendo el cuello y dejando al descubierto la corona clínica, se usó diferente color de

acrílico para diferenciar los 3 grupos (celeste, verde y amarillo). Luego de este procedimiento se volvieron a sumergir en suero fisiológico.

3.7.1.3 Acondicionamiento del esmalte y cementado de los brackets:

Para la profilaxis de cada diente se usó pasta de piedra pómez con agua, cepillo profiláctico Robinson y contrángulo de marca NSK® de baja velocidad durante 5 segundos, se cambiaron las brochas cada cinco muestras; se lavaron con agua durante 10 segundos y se secaron con aire comprimido durante 10 segundos.

Para el grabado se usó ácido fosfórico 37% (Acid Gel) en la cara vestibular de cada diente por un periodo de 15s, según las indicaciones del fabricante, después se enjuagó con agua y aire por 15s, posteriormente se secó con aire durante 5s perpendicular al esmalte, protegiendo la dentina para evitar el resecado excesivo.

Se aplicó una capa de adhesivo 3M® UnitekTransbond™ XT en las caras vestibulares con un Microbrush Plus® pasando de gingival a oclusal, después se aplicó aire 5s para dispersar el primer dejando una capa delgada, uniforme y brillante.

Posteriormente, se colocó una pequeña porción de resina 3M® UnitekTransbond™ XT a la base del bracket axcess™ roth 0.22 GC Orthodontics sujetado con un portabacket Best Pli®, se ubicó en el centro de la corona clínica siguiendo el eje longitudinal del mismo, se presionó el bracket contra el diente para liberar los excedentes de la resina y se retiró los restos con un explorador, después se realizó el fotocurado con una lámpara Led H de Woodpecker con una potencia de 1200mW/cm² y una longitud de onda 490nm, por 15s por cada diente.

Una vez terminado fue distribuido de forma uniforme dividiendo en 3 grupos de 20 dientes: nuevo, arenado y flameado.

3.7.1.4 Descementación de brackets:

Para este procedimiento se empleó un alicate removedor de bracket Best Pli® con un movimiento en sentido gingivo-oclusal hasta lograr el desprendimiento de cada bracket.

3.7.1.5 Reacondicionamiento de los brackets:

Los excesos de resina que se quedaron en la base de los brackets se retiraron mediante los dos métodos de reacondicionamiento para reposicionar posteriormente. El arenado se realizó con el microarenador bio-art; utilizando partículas de óxido de aluminio (50 µm) bajo una presión de 80 psi, se mantuvo a una distancia constante de 10 mm. Cada base del bracket se arenó por un periodo de 15 segundos. El flameado se realizó con un soplete de marca Microtorch a una temperatura aproximada de 1200°C, se sujetó el bracket con una pinza porta bracket Best Pli® y se colocó en la zona reductora de la llama durante 5 segundos.

3.7.1.6 Adecuación de la superficie del esmalte y recementación:

Se retiró la resina remanente del esmalte usando una fresa de carburo tungsteno de 30 cuchillas de corte cinta blanca MEDIN® de alta velocidad. Posterior a ello, a cada uno de los dientes se volvieron a cementar los brackets utilizando el protocolo previamente descrito.

3.7.1.7 Cizallamiento:

Se realizó en el Laboratorio THL (High Technology Laboratory Certificate).

La máquina de ensayos mecánicos LG CMT-5L se programó a una velocidad constante de $0,75 \pm 0,5$ mm/min. La herramienta de corte utilizada fue un punzón que tuvo contacto entre el diente y la base del bracket, el cual generó una carga a la velocidad mencionada con la que bajó para hacer la fuerza de cizallamiento; en base a eso se realizó cada prueba individual, se sacó cada área independiente de cada bracket y entre la fuerza aplicada se encontró la fuerza de cizallamiento en MPa.

3.7.2 Descripción de instrumentos: Se realizó la confección de una ficha de recolección de datos con columnas: número de muestra, bracket nuevo, bracket arenado y bracket flameado en MPa. (Anexo 2)

3.7.3 Validación: No pasó por proceso ya que es directa y objetiva.

3.7.4 Confiabilidad: No pasó por el proceso de confiabilidad.

3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos:

Todos los datos fueron recopilados en el programa Microsoft Excel 2023 y después se tabularon y procesaron en el programa estadístico SPSS® V27.

Análisis Univariado:

Para la variable resistencia a la fuerza de cizallamiento se realizaron media, desviación estándar, valor mínimo y valor máximo.

Análisis Bivariado:

Para la variable resistencia a la fuerza de cizallamiento se utilizaron los análisis T-Student, U Mann-Whitney y Kruskalwallis.

3.9 Aspectos Éticos:

El siguiente proyecto fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Privada Norbert Wiener.

Se realizó con el apoyo de Laboratorio HTL (High Technology Laboratory Certificate).

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1 Análisis descriptivo de resultados

Objetivo general

Comparar la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado.

Tabla 1. Comparación de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados.

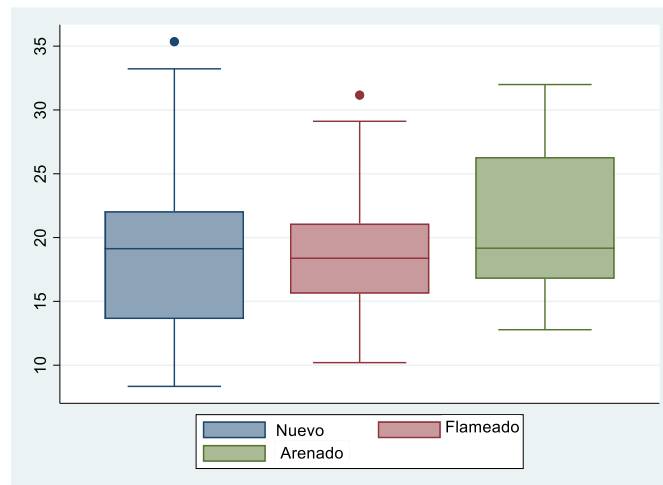
Bracket	N	Media (MPa)	D.S.	IC 95%
Nuevo	20	19.27	7.80	15.62-22.92
Arenado	20	21.39	6.07	18.55-24.23
Flameado	20	18.94	5.90	16.18-21.70

p=0.54

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La tabla N°1 muestra una comparación entre los 3 grupos, en el cual no se observa diferencias estadísticamente significativas, con un valor de $p= 0.54$; los brackets arenados presentan mayor resistencia a la fuerza de cizallamiento con una media de 21.39 ± 6.07 MPa; seguido por el grupo de los brackets nuevos con una media de 19.27 ± 7.80 MPa; y con menor resistencia se encuentra el grupo de los brackets flameados con una media de 18.94 ± 5.90 MPa.

Figura 1: Comparación de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 1 muestra que en el cuartil superior, el 75% de la muestra de los brackets nuevos están entre 20-25 de fuerza y en el cuartil inferior, el 25% está por debajo de 15 de fuerza; en el cuartil superior, el 75% de la muestra de los brackets flameados están por encima de entre 20 de fuerza y en el cuartil inferior, el 25% está por encima de 15 de fuerza; y por último en el cuartil superior, el 75% de la muestra de los brackets arenados están por encima de 25 de fuerza y en el cuartil inferior, el 25% está entre 15-20 de fuerza.

Objetivo específico 1

Determinar la diferencia de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado.

Tabla 2. Comparación de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y arenados.

Bracket	N	Media (MPa)	D.S.	IC 95%
Nuevo	20	19.27	7.80	15.62-22.92
Arenado	20	21.39	6.07	18.55-24.23

p= 0.49

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La tabla N° 2 muestra una comparación entre los 2 grupos, en el cual no se observa diferencias estadísticamente significativas, con un valor de $p= 0.49$; los brackets arenados presentan mayor resistencia a la fuerza de cizallamiento con una media de 21.39 ± 6.07 MPa y los brackets nuevos presentan una menor resistencia con una media de 19.27 ± 7.80 MPa.

Objetivo específico 2

Determinar la diferencia de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado.

Tabla 3. Comparación de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y flameados.

Bracket	N	Media (MPa)	D.S.	IC 95%
Nuevo	20	19.27	7.80	15.62-22.92
Flameado	20	18.94	5.90	16.18-21.70

p=0.44

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La tabla N°3 muestra una comparación entre los 2 grupos, en el cual no se observa diferencias estadísticamente significativas, con un valor de $p= 0,44$; los brackets nuevos presentan mayor resistencia a la fuerza de cizallamiento con una media de 18.94 ± 5.90 MPa y los brackets flameados presentan una menor resistencia con una media de 19.27 ± 7.80 MPa.

Objetivo específico 3

Determinar la diferencia de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets reacondicionados mediante arenado y flameado.

Tabla 4. Comparación de la resistencia a la fuerza de cizallamiento en brackets reacondicionados.

Bracket	N	Media (MPa)	D.S.	IC 95%
Arenado	20	21.39	6.07	18.55-24.23
Flameado	20	18.94	5.90	16.18-21.70

p=0.24

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La tabla N°4 muestra una comparación entre los 2 grupos, en el cual no se observa diferencias estadísticamente significativas, con un valor de $p=0.24$; los brackets arenados presentan mayor resistencia a la fuerza de cizallamiento con una media de 21.39 ± 6.07 MPa, en cambio los brackets flameados presentan una menor resistencia con una media de 18.94 ± 5.90 MPa.

4.1.1. Prueba de hipótesis

Hipótesis general: Existen diferencias en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado.

Hipótesis estadística 1

Ho: No existen diferencias en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado.

Ha: Existen diferencias en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado.

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

Regla de decisión: $p \geq \alpha \rightarrow$ se acepta la hipótesis nula H_0

$p < \alpha \rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula H_0

		BRACKET
	Media	19.27
NUEVO	DS	7.80
	Media	21.39
ARENADO	DS	6.07
	Media	18.94
FLAMEADO	DS	5.90
<i>p_valor</i>		= 0.54

Nota:

DS= desviación estándar; Prueba Kruskal Wallis; $p > 0.05$

Interpretación: Con un valor de $p > 0.05$, no existen diferencias en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado.

Hipótesis estadística 2

H₀: No existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado.

H_a: Existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado.

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

Regla de decisión: $p \geq \alpha \rightarrow$ se acepta la hipótesis nula H_0

$p < \alpha \rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula H_0

		BRACKET
	Media	19.27
NUEVO	DS	7.80
	Media	21.39
ARENADO	DS	6.07
<i>p_valor</i>		= 0.49

Nota:

DS= desviación estándar; Prueba U Mann-Whitney; $p > 0.05$

Interpretación: Con un valor de $p > 0.05$, no existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento en brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado.

Hipótesis estadística 3

H₀: No existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante flameado.

H_a: Existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante flameado.

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

Regla de decisión: $p \geq \alpha \rightarrow$ se acepta la hipótesis nula H_0

$p < \alpha \rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula H_0

		BRACKET

	Media	19.27
NUEVO	DS	7.80
	Media	18.94
FLAMEADO	DS	5.90
<i>p_valor</i>		= 0.44

Nota:

DS= desviación estándar; Prueba de T-student; $p > 0.05$

Interpretación: Con un valor de $p > 0.05$, no existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento en brackets nuevos y reacondicionados mediante flameado.

Hipótesis estadística 4

H₀: No existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets reacondicionados mediante arenado y flameado.

H_a: Existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets reacondicionados mediante arenado y flameado.

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

		BRACKET
	Media	21.39
ARENADO	DS	6.07
	Media	18.94

FLAMEADO	DS	5.90
<i>p_valor</i>		= 0.24

Nota:

DS= desviación estándar; Prueba U Mann-Whitney; $p>0.05$

Interpretación: Con un valor de $p>0.05$, no existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento en brackets reacondicionados mediante arenado y flameado.

4.2 Discusión de Resultados

El propósito de volver a usar brackets descementados es reducir el costo del tratamiento para los pacientes y los consultorios de ortodoncia. Es por ello que se necesitan métodos apropiados y rápidos para eliminar el material adhesivo de la base del bracket sin dañar la estructura, pero la resistencia al corte del bracket vuelto a adherir debe ser lo más alto posible para superar los problemas oclusales y la fuerza usada durante el tratamiento de ortodoncia.

En el presente estudio el objetivo fue comparar la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado.

Como se muestra en este estudio no se encontró diferencias estadísticamente significativas al comparar la resistencia al cizallamiento de los grupos; el cual coincide con *Urichianu et al. (2022)* quienes evaluaron la resistencia adhesiva al cizallamiento (SBS) de dos brackets cerámicos nuevos y reacondicionados con diferentes métodos, y también determinaron el modo de falla de la unión en relación con la morfología de la base del bracket. En este estudio se concluyó que el SBS no mostró diferencia estadística entre nuevo y re-adherido sin tratamiento superficial o sellador (brackets SC) y con sellador o flama y vapor (brackets RP) (12). Sin embargo, en el estudio de *Sobouti et al. (2022)* determinaron la resistencia de unión de los brackets mediante cuatro métodos de eliminación adhesiva: láser, fresa de diamante, arenado y flama directa, y encontraron

que el SBS fue significativamente diferente en los cuatro grupos en comparación con el grupo control, contrariamente a los resultados de este estudio (13). Esto puede deberse que en su estudio la muestra era mayor, también se usó el termociclado durante 1000 ciclos entre 5°C y 55°C con un tiempo de permanencia de 30 s.

Pereira et al. (2021) evaluaron el efecto de tres técnicas de reacondicionamiento diferentes sobre la resistencia al corte (SBS) de brackets reacondicionados mostrando que el SBS promedio del arenado fue 11.75 Mpa (3), lo que difiere al presente estudio ya que el SBS del arenado fue 21.39 MPa dando un valor más alto, esto puede deberse a que en el presente estudio primero se midió la dureza de Vicker para elegir los dientes que se encuentren en óptimo estado para la investigación, además de ello se usó óxido de aluminio de 50 μm y bracket roth balance access 0.022, en cambio en su estudio se usó el óxido de aluminio a 30 μm y bracket MBT (0,022 \times 0,028, serie Victory; 3M Unitek).

Alabideen et al. (2021) evaluaron los efectos de diferentes procedimientos de reciclaje sobre la resistencia a la unión por cizallamiento y las características morfológicas de los brackets cerámicos autoligables descementados mecánicamente. En esta investigación la fuerza media de los brackets nuevos fue 22.89 Mpa, seguido por Er,Cr: grupo láser YSGG 20.28 Mpa, luego grupo arenado de 11.41 Mpa, mientras que el grupo de flama tuvo el promedio más bajo de 7.62 MPa), que coincide con el presente estudio ya que el valor mas alto lo tuvo los brackets arenados con 21.39 Mpa, seguido de los brackets nuevos con 19.27 Mpa y por ultimo brackets flameado con 18.92 Mpa (17). Asi mismo se puede contrastar con el estudio *Prathima et al. (2021)* donde compararon la SBS entre brackets arenados cementados a dientes humanos extraídos y brackets nuevos cementados en dientes extraídos que no han sido cementados previamente. Se puede concluir que el arenado es una forma eficiente de reciclar los brackets descementados sin afectar el SBS (15).

Grazioliet al. (2021) evaluaron la fuerza de unión de brackets re-adheridos después de diferentes métodos de remoción de adhesivo residual. Se incluyeron un total de 12 estudios en el metaanálisis con cuatro métodos de eliminación de adhesivos: arenado, láser, abrasión mecánica y flama directa. Concluyendo así que el arenado y la flama directa son adecuados para lograr valores de fuerza de unión clínicamente aceptables (16). Al igual que el presente estudio que al no tener diferencias significativas se concluye que ambos métodos son adecuados para el uso clínico.

Por otro lado, *Johns et al. (2020)* compararon la resistencia a la fuerza de cizallamiento del bracket de ortodoncia reciclado mediante arenado y flameado. Los resultados mostraron que la mayor resistencia al cizallamiento lo obtuvieron los brackets arenados 6.90 MPa, seguido de los brackets nuevos 4.59 MPa, y por último los brackets flameados 3.39 Mpa (18). Coincidiendo con este estudio ya que el mayor promedio lo obtuvieron los brackets arenados (21.39 MPa), seguido de los nuevos (19.27 MPa) y en último lugar el flameado (18.94 MPa); pero al mismo tiempo difiere ya que los valores de dicho estudio fueron muy bajos, esto puede deberse que usaron óxido de aluminio de 110 μm y en la técnica del flameado usaron entre 600°C-8000°C, generando una alteración en el bracket y por consiguiente una falla en la adhesión.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los dos métodos de reacondicionamiento (arenado y flameado) probados en brackets metálicos fueron suficientemente efectivos para ser consistentes con el uso clínico.
- La técnica de reacondicionamiento mediante el arenado mostró el promedio más alto. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los brackets nuevos, arenado y flameado; cuyo valor fue de $p=54$.

- El reacondicionamiento mediante arenado fue mayor con un valor de 21.39 MPa, seguido de los brackets nuevos 19.27 MPa, y por último los brackets flameados 18.94 MPa.

- Es importante mencionar que los brackets reacondicionados con la técnica de flameado, presentaron una resistencia a la fuerza de cizallamiento menor que los demás.

5.2. Recomendaciones

- Se sugiere seguir investigando en esta misma línea usando la misma técnica y ampliar el grupo de muestra.

- Se sugiere realizar termociclado para simular lo que ocurre en boca.

- Se sugiere investigar con diferentes tipos de brackets y resinas que puedan mejorar la adhesión hacia el esmalte, con el fin de no dañar el esmalte al realizar el recementado.

- Se recomienda a los estudiantes de la Especialidad a crear un protocolo de la técnica de flameado para estandarizar el tiempo y procedimiento.

Referencias Bibliográficas:

1. Habib Z, Torre H, Carrillo R et al. Resistencia al desprendimiento de brackets cementados con la técnica directa e indirecta. *Revista Mexicana De Estomatología*. 2015; 1(1): 22-26.
2. Tay F, Carvalho R, Sano H. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. *J Adhesive Dent*. 2000;2:99–116.
3. Pereira P, Bugaighis I, Matos P et al. The effect of different reconditioning methods on bond strength of rebonded brackets: An in-vitro study. *J Orthod Sci*. 2022;11:56.
4. González P, Díaz E, Beltrán R et al. Evaluación de la fuerza de adhesión de brackets reacondicionados por el método de arenado, térmico y mixto. *Rev Tamé*. 2020;8(24):964-970.
5. Khan H, Mheissen S, Iqbal A et al. Bracket Failure in Orthodontic Patients: The Incidence and the Influence of Different Factors. *Biomed Res Int*. 2022.
6. Stasinopoulos D, Papageorgiou S, Kirsch F et al. Failure patterns of different bracket systems and their influence on treatment duration: a retrospective cohort study. *The Angle Orthodontist* . 2018;88(3):338–347.
7. Graber T, Vanarsdall R. *Ortodoncia. Principios generales y técnicas*. Editorial Panamericana, 2ª. Ed. Madrid. 1997.
8. Garcidueñas S. Comparación de dos técnicas de reacondicionado de brackets metálicos mediante el índice de resina modificado. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia Y Odontopediatría*, 2008.
9. López M, Vicente A, Bravo L. Evaluación de la fuerza adhesiva de brackets con bases de diferentes diseños. *Ortodo. Esp*. 2016; 54(2): 27-32.
10. Sánchez T. Estudio comparativo de la resistencia al desalojo en brackets nuevos, arenados y reciclados: Un estudio in vitro. *Odovtos-Int. J. Dent. Sc*. 2015; 17(3): 61-71.
11. Grosch K, Meister, J, Raval S et al. Comparative evaluation of different debonding and reconditioning methods for orthodontic ceramic brackets regarding effectiveness for reuse : An in vitro study. *J. Orofac Orthop*. 2023.

12. Urichianu M, Makowka S, Covell D et al. Shear Bond Strength and Bracket Base Morphology of New and Rebonded Orthodontic Ceramic Brackets. *Materials (Basel)*. 2022;15(5):1865.
13. Sobouti F, Etemadi A, Seifi S, et al. Comparison of shear bond strength of rebonded brackets prepared with different methods of resin removal: an in vitro study. *Folia Med (Plovdiv)*. 2022;64(6):938-944.
14. Khanal P, Shrestha B, Yadav R et al. Comparative Study on the Effect of Different Methods of Recycling Orthodontic Brackets on Shear Bond Strength. *Int J Dent*. 2021;(1):1-7.
15. Prathima A, Kailasam V. Effect of sandblasting on the shear bond strength of recycled metal brackets: A systematic review and meta-analysis of in-vitro studies. *Int Orthod*. 2021;19(3):377-388.
16. Grazioli G, Hardan L, Bourgi R et al. Residual Adhesive Removal Methods for Rebonding of Debonded Orthodontic Metal Brackets: Systematic Review and Meta-Analysis. *Materials (Basel)*. 2021;14(20):6120.
17. Alabideen Z, Al-Khatieeb M. A Comparison of Shear Bond Strength Values of Recycled Self-Ligating Ceramic Brackets with a New Ones. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*. 2021;15(3), 1673-1679.
18. Johns G, Shetty N, Husain A. Comparative evaluation of shear bond strength of new and rebonded orthodontic bracket by using, airabrasion and flaming techniques. *Rev. Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*. 2020.
19. Avery J, Chiego D. *Principios de histología y embriología bucal con orientación clínica*. 3° edición. Editorial Elsevier Mosby. 2007.
20. Gutiérrez M, Reyes J. Microhardness and Chemical Composition of Human Tooth. *Materials Research*. 2003;6(3):367-373.
21. Rodríguez E, White L. *Ortodoncia Contemporánea: Diagnóstico y Tratamiento*. 2° Edición. Colombia: Amolca; 2008.
22. Graber V. *Ortodoncia Principios Y Técnicas Actuales*. 5° Edición. Barcelona, España: Elsevier; 2013.

23. Oh K, Choo S, Kim K et al. Un soporte de acero inoxidable para aplicaciones de ortodoncia. *Eur J Ortho.* 2005; 27: 237-244.
24. Huang T, Yen C. Comparison of ion release from new and recycled orthodontics brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2000; 120:68-75.
25. Uribe G. *Fundamentos de odontología: ortodoncia teoría y clínica.* 1° Edición. Medellín: Corporación Para Investigaciones Biológicas; 2004.
26. Ito J. *Alternativas Mecánicas en Ortodoncia.* 1° Edición. México: El Manual Moderno; 2012.
27. MacColl G, Rassouw P, Titley K et al. The relationship between bond strength and the base area based orthodontic conventional mesh sheet and microetched. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988; 133:276-281.
28. Albertí L, Más M, Martínez S et al. Histogénesis del esmalte dentario. Consideraciones generales. *Instituto superior de Ciencia Medicas.* 2007; 11(3).
29. Clifford M. S. *Operatoria Dental: Arte y Ciencia.* Madrid: ElsevierScienceHealth. 1996.
30. Uribe G. *Ortodoncia. Teoría y clínica.* Editorial corporación para investigaciones biológicas. Primera edición. Colombia. 2004;199-207.
31. Carrillo C. Michael G. Buonocore, padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo de la técnica del grabado del esmalte (1955-2018). *Revista ADM.* 2018;75(3):135-142.
32. Vega J. *Materiales en odontología. Fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y físico-químicos.* Ediciones Avances Medico-Dentales. Madrid, 1996 P. 234.
33. Pickett K, Sadowsky P, Jacobson A et al. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. *Angle Orthodontic.* 2001; 71: 141-148.
34. Castellanos I, Peña D, Estupiñan H. Comparación de las técnicas de reciclado de brackets metálicos por medio de mediciones electroquímicas. *ION 23-1* Colombia, p 21-27, 2010.

35. Matasa C; Pros and cons of the resue of direct bonded appliances. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.1989; 96;72-76.
36. Ortiz A, Zapata R, Velázquez C , et al. Comparación de las fuerzas adhesivas de cizallamiento de brackets convencionales y brackets microarenados con partículas de óxido de titanio. Revista CES Odontología. 2008; 21:1-6.
37. Basudam A, AL-EMRAN S. The effects of in-office reconditioninig on the morphology of slots and bases of stainless steel brackets and on the shear/pell bond strength. Journal of Orthodontics.2001; 28:231-236.
38. Garcidueñas, Salvador, Vargas et al. Comparación de dos técnicas de Reacondicionado de brackets metálicos mediante el índice de resina modificado”. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. 2008; 1-9.
39. Luque, J. Pérez L, Carhuamaca G. et al. Adhesion strength of brackets repeated bonding in the same surface of enamel and reconditioned with different techniques. Odontología sanmarquina. 2008; 11(2): 60-65.
40. Sharma-Sayal S, Rossouw P, Kulkarni G, et al. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003;124(1):74-82.
41. Klaasen C, Casarett D. The basic science of poison. 1996; 5(24): 737-771.
42. Huang, Tsui-hsien; Yen et al. Comparison of ion release from new and recycled orthodontics brackets. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, American Association of Orthodontists.2000;120(1):68-75.
43. Thurow R. Biomecanismo Ortodontico . 4ta ed. San Antonio: Mosloy;1982.
44. <https://www.fisterra.com>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
<p>Problema general: ¿Existen diferencias en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>¿Existen diferencias en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado?</p> <p>¿Existen diferencias en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante flameado?</p> <p>¿Existen diferencias en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets reacondicionados mediante arenado y flameado?</p>	<p>Objetivo general: Comparar la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar la diferencia de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado. - Determinar la diferencia de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante flameado. - Determinar la diferencia de la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets reacondicionados mediante arenado y flameado. 	<p>Hipótesis general:</p> <p>Hi: Existen diferencias en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado.</p> <p>Ho: No existen diferencias en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado y flameado.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>Hi: Existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado.</p> <p>Ho: No existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante arenado.</p> <p>Hi: Existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante flameado.</p> <p>Ho: No existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets nuevos y reacondicionados mediante flameado.</p> <p>Hi: Existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets reacondicionados mediante arenado y flameado.</p> <p>Ho: No existe diferencia en la resistencia a la fuerza de cizallamiento entre brackets reacondicionados mediante arenado y flameado.</p>	<p>Resistencia a la fuerza de cizallamiento.</p> <p>Reacondicionamiento de Brackets.</p> <p>Bracets</p>	<p>Tipo de investigación: Comparativo prospectivo transversal</p> <p>Método y diseño de la investigación:</p> <p>Método: Analítico y deductivo</p> <p>Diseño: Experimental, comparativo y longitudinal</p>

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

Ficha de recolección de datos

N°de muestra	Resistencia a la fuerza de cizallamiento		
	Bracket Nuevo	Bracket Arenado	Bracket Flameado
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Anexo 3. Aprobación del Comité de Ética



Universidad
Norbert Wiener

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE EXONERACIÓN DE REVISIÓN

Lima, 09 de abril de 2023

Investigador(a)
Gueraldin Mercedes Carrión Reyes
Exp. N°: 0380-2023

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética para la investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener (CIEI-UPNW) acuerda la **Exoneración de revisión** del siguiente protocolo de estudio:

- Protocolo titulado: **“RESISTENCIA A LA FUERZA DE CIZALLAMIENTO EN BRACKETS REACONDIONADOS CON DIFERENTES METODOS. ESTUDIO IN VITRO” Versión 01 con fecha 15/03/2023.**

El cual tiene como investigador principal al Sr(a) Gueraldin Mercedes Carrión Reyes.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.


Atentamente,



Yenny Marisol Bellido Fuentes
Presidenta del CIEI- UPNW

Avenida Arequipa 440
Universidad Privada Norbert Wiener
Teléfono: 706-5555 anexo 3286-3287 Cel. 981000698
Correo: comite.etica@uwieneredu.pe

Anexo 4. Designación de asesor

 Universidad Norbert Wiener	DESIGNACIÓN DE ASESOR		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-011	VERSIÓN: 02 REVISIÓN: 02	FECHA: 13/05/2020

Lima, 01 de febrero de 2023

Mg Esp. Sandra Pastor Arenas

Docente de Odontología de la Universidad Privada Norbert Wiener

Presente.-

Asunto: Designación como asesor

Reciba usted un cordial saludo, reconociendo sus méritos académicos y compromiso con la mejora de la calidad educativa, le informo que ha sido designado como asesor(a) de la Tesis titulado: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA DE CIZALLAMIENTO ENTRE BRACKETS NUEVOS Y REACONDICIONADOS MEDIANTE ARENADO Y FLAMEADO." Que presenta el(la) egresado(a) Carrión ReyesGueraldin Mercedes

Para optar el: Título de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

Las funciones que debe desempeñar son:

- a. Asesorar, revisar y aprobar la tesis.
- b. Orientar el avance de la investigación.
- c. Revisar el informe final, emitir conformidad y recomendar la sustentación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para agradecerle su colaboración y manifestarle los sentimientos de mi consideración más distinguida.

Atentamente,


.....

Universidad
Norbert Wiener
Dra. Brenda Vergara Pinto
Directora EAP Odontología
Universidad Norbert Wiener

Firma y sello del Director

Anexo 5. Evidencias fotográficas

Figura 1

Preparación de muestras



Figura 2

Acondicionamiento del esmalte y cementado de brackets



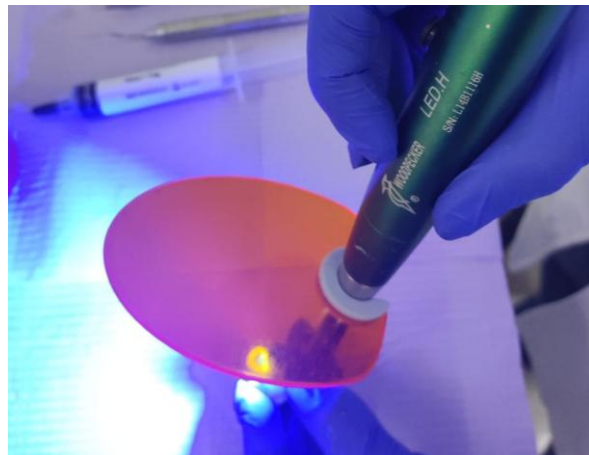
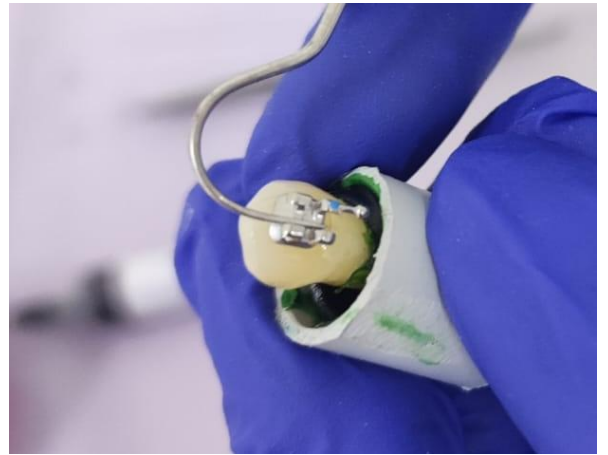
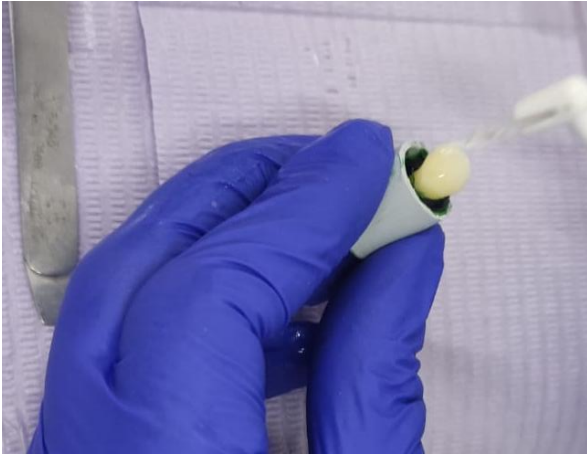


Figura 4

Descementado del bracket



Figura 5

Arenado

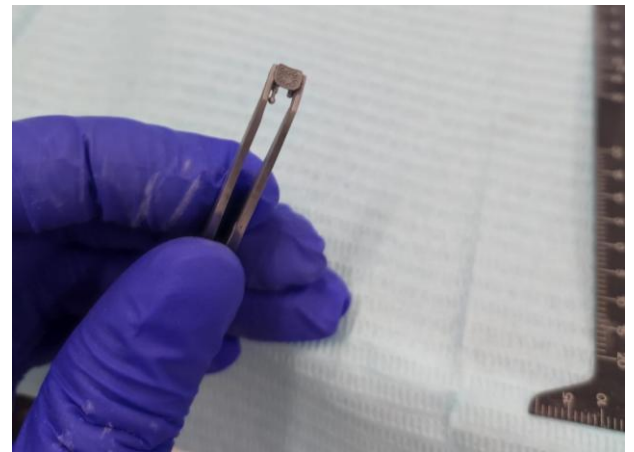
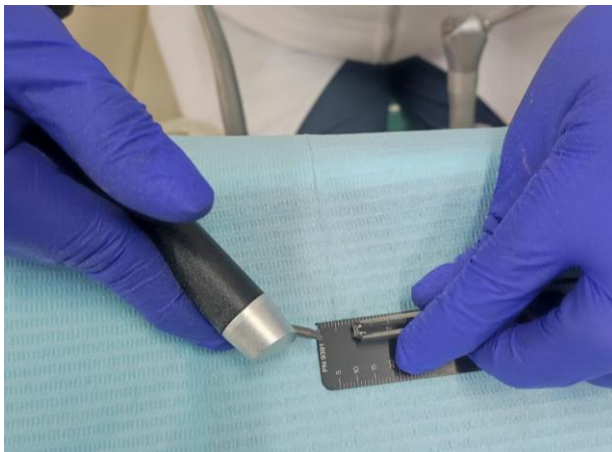


Figura 6

Flameado



Figura 7

Adecuación del esmalte

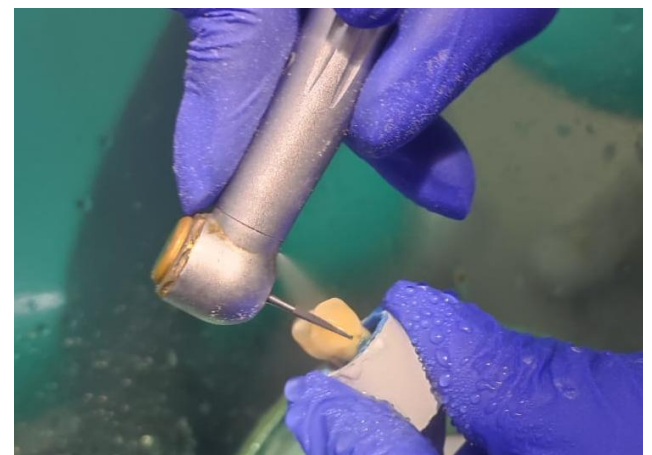
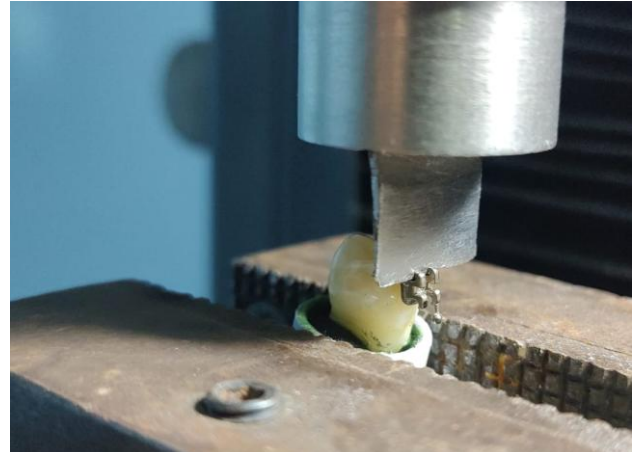
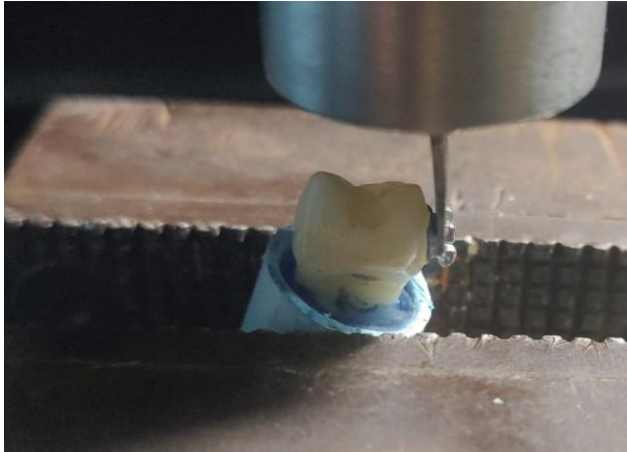


Figura 8

Cizallamiento




Anexo 6. Informe de ensayo realizado por el laboratorio High Technology Laboratory Certificate.



HTL
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0226-2023	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	06-06-2023
ENSAYO DE CIZALLAMIENTO EN MUESTRAS DE DIENTES ADHERIDAS CON BRACKETS					
1. DATOS DE LOS TESISISTAS					
Nombre de tesis	"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA DE CIZALLAMIENTO ENTRE BRACKETS NUEVOS Y REACONDICIONADOS MEDIANTE ARENADO Y FLAMEADO."				
Nombres y Apellidos	Gueraldin Mercedes Carrión Reyes				
Dni	60077948				
Dirección	Cooperativa Pachacutec Mz H Lt 27 - Santa Anita				
2. EQUIPOS UTILIZADOS					
Instrumento	Marca	Aproximación	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.		
Máquina de Ensayos Mecánicos	LG CMT- 5L	0.001N			
Vernier Digital	Mitutoyo - 200 mm	0.01mm			
Termociclador 5 - 55°C	Siemens	1 ciclo			
Mufla eléctrica	HTL	1°C			
3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA					
Muestras de dientes adheridos con brackets	Cantidad	: Setenta (70) muestras			HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	: Dientes adheridos con brackets metálicos			
	Grupo 1	: control (Amarillo)			
	Grupo 2	: Flameado (Azul)			
	Grupo 3	: Arenado (Verde)			
4. RECEPCION DE MUESTRAS					
Fecha de recepción de muestras	06 de Junio del 2023				
Fecha de Ensayo	06 de Junio del 2023				
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.				
5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO					
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:					
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CAPITULO/NUMERAL			
PD ISO/TS 11405:2015	Dentistry — Testing of adhesion to tooth structure	---			
6. CONDICIONES DE ENSAYO					
	Inicial	Final			
Temperatura	21.0 °C	21.0 °C			
Humedad Relativa	62 %HR	61 %HR			

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



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

+51 997 123 584 // 949 059 602



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



www.ensayoshtl.pe


INFORME DE ENSAYO N°	IE-0226-2023	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	06-06-2023
7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO				
Grupo 1: Control (Amarillo)				
Muestra	Área promedio (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Cizallamiento (Mpa)	
1	12.21	388.49	31.81	
2	12.29	259.21	21.10	
3	12.31	309.90	25.18	
4	11.94	396.51	33.22	
5	12.01	212.25	17.68	
6	11.90	420.64	35.35	
7	11.46	218.34	19.06	
8	11.69	175.24	14.99	
9	11.90	228.56	19.21	
10	11.63	223.28	19.20	
11	11.83	114.12	9.65	
12	11.49	259.78	22.61	
13	11.90	104.91	8.82	
14	12.49	130.75	10.46	
15	11.56	166.07	14.37	
16	11.52	96.10	8.34	
17	11.55	214.65	18.58	
18	11.90	153.07	12.86	
19	11.25	242.24	21.52	
20	11.39	243.85	21.41	
Grupo 2: Flameado (Azul)				
Muestra	Área promedio (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Cizallamiento (Mpa)	
1	12.14	211.90	17.45	
2	11.76	142.73	12.13	
3	11.56	249.49	21.58	
4	12.36	137.87	11.16	
5	11.80	367.64	31.16	
6	12.18	197.34	16.20	
7	12.49	215.95	17.29	
8	11.59	223.85	19.31	
9	12.24	143.96	11.76	
10	12.31	195.95	15.92	
11	11.22	225.89	20.13	
12	11.52	200.60	17.41	
13	11.56	228.09	19.73	
14	11.93	245.92	20.61	
15	11.38	270.83	23.80	
16	12.25	187.28	15.29	
17	11.76	230.63	19.60	
18	11.73	119.65	10.20	
19	11.53	334.11	28.99	
20	12.00	349.39	29.11	
21	11.56	276.04	23.88	
22	11.69	163.93	14.02	
23	11.66	240.32	20.61	
24	11.15	229.43	20.57	
25	11.56	230.81	19.97	






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

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

 +51 997 123 584 // 949 059 602

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

INFORME DE ENSAYO N°		IE-0226-2023	VERSIÓN N° 01	Fecha de emisión:	06-06-2023
Grupo 3: Arenado (Verde)					
Muestra	Área promedio (mm ²)	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Cizallamiento (Mpa)		
1	12.53	208.26	16.62		
2	11.80	169.17	14.34		
3	11.90	211.53	17.78		
4	11.62	223.57	19.24		
5	12.07	204.20	16.91		
6	11.63	213.07	18.32		
7	11.70	215.38	18.41		
8	11.94	193.50	16.21		
9	12.08	280.57	23.23		
10	11.49	305.59	26.60		
11	11.76	376.31	31.99		
12	11.63	240.54	20.69		
13	12.35	199.00	16.12		
14	11.70	149.49	12.78		
15	12.04	372.72	30.96		
16	11.59	301.39	26.02		
17	11.94	362.55	30.38		
18	11.97	228.52	19.09		
19	12.11	379.58	31.35		
20	11.59	240.66	20.76		
21	11.80	311.68	26.42		
22	11.87	209.62	17.66		
23	11.87	215.73	18.18		
24	12.18	357.10	29.33		
25	12.00	281.31	23.43		


  ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio	 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE
--	--


El resultado solo es válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.

FIN DEL DOCUMENTO

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

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

 +51 997 123 584 // 949 059 6

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

 www.ensayoshtl.pe

Anexo 7: Constancia de Ejecución del Proyecto de Tesis “COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA DE CIZALLAMIENTO ENTRE BRACKETS NUEVOS Y REACONDICIONADOS MEDIANTE ARENADO Y FLAMEADO.””, otorgado por el laboratorio High Technology Laboratory Certificate.



CONSTANCIA DE EJECUCIÓN
005-2024

A QUIEN CORRESPONDA

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo a nombre del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C; así mismo comunicarle la ejecución del proyecto de tesis denominado “**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA DE CIZALLAMIENTO ENTRE BRACKETS NUEVOS Y REACONDICIONADOS MEDIANTE ARENADO Y FLAMEADO.**” que se encuentra realizando los Sres.:

- Gueraldin Mercedes Carrión Reyes DNI 60077948

De la Facultad de odontología, de la Universidad Norbert Wiener.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados.

Lima, 20 de Junio del 2024

Ing. Robert Nick Eusebio Teheran

Jefe de Laboratorio



997 123 584 / 949 059 602



laboratoriomec@ensayoshtl.pe



Jr. Nepentas 364, San Juan de Lurigancho - Lima

● 19% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	dspace.ucuenca.edu.ec Internet	4%
2	repositorio.udh.edu.pe Internet	3%
3	repositorio.uwiener.edu.pe Internet	3%
4	Universidad Católica de Santa María on 2019-01-14 Submitted works	2%
5	ortodoncia.ws Internet	2%
6	docplayer.es Internet	<1%
7	dspace.uce.edu.ec Internet	<1%
8	www11.uan.edu.mx Internet	<1%