



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

RESISTENCIA A LA TRACCION DE RESTAURACIONES CON RESINA  
UTILIZANDO UN ADHESIVO UNIVERSAL CON GRABADO TOTAL Y  
AUTOGRABADO EN DENTINA – IN VITRO

**Línea de investigación:**

**Salud pública**

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

**Autor:**

Arquinigo Lavado, Henry Frank

**Asesora:**

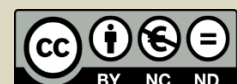
Medina y Mendoza, Julia Elbia  
(ORCID: 0000-0002-7176-441)

**Jurado:**

Poma Castillo, Lucia Februcia  
Quispe Tasayco, Lucia Maricela  
Galarza Valencia, Diego Javier

**Lima - Perú**

**2023**



# RESISTENCIA A LA TRACCION DE RESTAURACIONES CON RESINA UTILIZANDO UN ADHESIVO UNIVERSAL CON GRABADO TOTAL Y AUTOGRABADO EN DENTINA - IN VITRO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

30%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

17%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="https://repositorio.unab.cl">repositorio.unab.cl</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	3%
4	<a href="https://search.bvsalud.org">search.bvsalud.org</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
6	<a href="https://dokumen.pub">dokumen.pub</a> Fuente de Internet	1%
7	Alferez Infante Mariana. "Influencia de la desproteínización con hipoclorito de sodio en dos concentraciones en la microfiltración en dientes obturados con resina híbrida", TESIUNAM, 2019	1%



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**RESISTENCIA A LA TRACCION DE RESTAURACIONES CON RESINA  
UTILIZANDO UN ADHESIVO UNIVERSAL CON GRABADO TOTAL Y  
AUTOGRABADO EN DENTINA – IN VITRO**

**Líneas de investigación:**

Salud Pública

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

**Autor:**

ARQUINIGO LAVADO, HENRY FRANK

**Asesor:**

MEDINA Y MENDOZA, JULIA ELBIA

ORCID: 0000-0002-7176-441

**Jurado:**

POMA CASTILLO, LUCIA FEBRUCIA

QUISPE TASAYCO, LUCIA MARICELA

GALARZA VALENCIA, DIEGO JAVIER

**Lima - Perú**

**2023**

## AGRADECIMIENTO

A mi asesora Dra. Medina y Mendoza, Julia Elbia por su apoyo y depositar su confianza en mí para la elaboración de mi tesis.

A mis maestros por su enseñanza e inculcarme buenos valores durante mi permanencia en mi alma mater la Universidad Federico Villarreal.

## DEDICATORIA

A nuestro divino creador por iluminar siempre mi camino ante muchos obstáculos que la vida me puso.

A mis padres, Henry Arquinigo Lostaunau y Roxani Lavado Candiotti, por su cariño, apoyo y ayudarme a levantarme ante cada caída durante toda mi formación.

A mi esposa, María Verónica Sandoval Aro y mi pequeño hijo Heinrich Valentino Arquinigo Sandoval por su apoyo, comprensión y ser mi motor y motivo.

A todos mis familiares y amigos, que confiaron en mí, y brindaron su apoyo durante mis estudios universitarios.

## ÍNDICE

Resumen .....	vi
Abstract.....	vii
I. Introducción.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Objetivos .....	6
<i>Objetivo general</i> .....	6
<i>Objetivos específicos</i> .....	6
1.4. Justificación .....	7
1.5. Hipótesis.....	7
II. Marco teórico.....	8
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación .....	8
III. Método .....	14
3.1. Tipo de investigación.....	14
3.2. Ámbito temporal y espacial.....	14
3.3. Variables.....	14
3.4. Población y muestra.....	16
3.4.1. <i>Criterios de inclusión</i> .....	16
3.4.2. <i>Criterios de exclusión</i> .....	16

3.5.	Instrumentos .....	16
3.6.	Procedimientos .....	16
3.7.	Análisis de datos .....	18
3.8.	Consideraciones éticas.....	18
IV.	Resultados .....	19
V.	Discusión de resultados.....	29
VI.	Conclusiones.....	31
VII.	Recomendaciones .....	32
VIII.	Referencias.....	33
IX.	Anexos. ....	38

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la resistencia a la tracción de la resina Nanohíbrida (3M™ Filtek™, Z350 XT) utilizando adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal) con grabado total y autograbado en dentina. **Materiales y métodos:** Experimental, prospectivo y transversal. Se utilizó 45 incisivos mandibulares bovinos con 15 muestras por grupo conservados a 04 °C, la superficie del diente fue preparado con un diámetro de 5mm y una profundidad de 3mm, se agruparon en tres grupos. G1: Adhesivo 5ta generación (Adper Single Bond 2) grupo control, G2: Adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal) con grabado total y el G3: Adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal) autograbado, las muestras se procesaron con una máquina de ensayos universal CMT-5L a una velocidad constante de 0.75 mm/min. Las medias se compararon con un análisis de varianza (ANOVA). **Resultados:** el mayor promedio de resistencia a la tracción se obtuvo con el G3: adhesivo Single bond universal (8va generación) con un promedio de  $12.317 \pm 3.413$ , seguido por el G2: adhesivo Single bond universal (8va generación) + ac. Ortofosfórico al 37% con un promedio de  $12.200 \pm 2.041$  y el menor promedio fue con el G1: adhesivo de 5ta generación (Adper Single Bond 2) con un promedio de  $11.201 \pm 2.059$ . Pero al compararlos no se encontró diferencias estadísticamente significativas, ( $P > 0.05$ ). **Conclusiones:** la fuerza de unión de la dentina a la resina nanohíbrida no se ve afectada significativamente por el sistema de unión adhesivo utilizado.

*Palabras clave:* resina nanohíbrida, adhesión universal, resistencia a la tracción.

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the tensile strength of the Nanohybrid resin (3M™ Filtek™. Z350 XT) using 8th generation adhesive (Single Bond Universal) with total etching and self-etching in dentin. **Materials and methods:** Experimental, prospective and transversal. 45 bovine mandibular incisors were used with 15 samples per group stored at 04 °C, the tooth surface was prepared with a diameter of 5 mm and a depth of 3 mm, they were grouped into three groups. G1: 5th generation adhesive (Adper Single Bond 2) control group, G2: 8th generation adhesive (Single Bond Universal) with total etching and G3: 8th generation adhesive (Single Bond Universal) self-etching, the samples were processed with a machine of universal tests CMT-5L at a constant speed of 0.75 mm/min. The means were compared with an analysis of variance (ANOVA). **Results:** the highest average tensile strength was obtained with G3: universal Single bond adhesive (8th generation) with an average of  $12.317 \pm 3.413$ , followed by G2: universal Single bond adhesive (8th generation) + ac. Orthophosphoric at 37% with an average of  $12,200 \pm 2,041$  and the lowest average was with G1: 5th generation adhesive (Adper Single Bond 2) with an average of  $11,201 \pm 2,059$ . But when comparing them, no statistically significant differences were found ( $P > 0.05$ ). **Conclusions:** The bond strength of dentin to nanohybrid resin is not significantly affected by the adhesive bonding system used.

*Keywords:* nanohybrid resin, universal adhesion, tensile strength.

## I.INTRODUCCIÓN

La presencia de caries dental o fracturas coronarias son situaciones con las que el odontólogo se encuentra permanentemente, y para las cuales poseemos materiales con los que podemos restaurar la parte afectada de forma directa, siendo las resinas el material preferentemente usado debido a su practicidad y estética, como indican Chaple y Gispert (2015). Sin embargo, también acuden por otras razones, tales como problemas oclusales o estéticos, como refiere (Eades, 2014).

Las resinas de reconstrucción son materiales que poseen una duración aceptable y son estéticamente agradables al paciente. Se sabe que la adhesión al esmalte es altamente predecible y confiable. Sin embargo, la adhesión al sustrato dentinario es variable, por tener un mayor componente de carga orgánica, se requiere otro tipo de manejo, y aun así sus niveles de adhesión son inferiores al del esmalte, como indican (Mandri et al.,2015).

Durante muchos años se recomendó la técnica del grabado ácido, lo que permitía exponer fibras colágenas para la formación de la capa híbrida, más tenía ciertas desventajas al no poder controlarse ciertas variables usadas en esta técnica. En los últimos años se ha popularizado el uso de adhesivos universales, los cuales nos permiten también aplicar la técnica del autograbado, no realizándose un grabado ácido previo, al tener este adhesivo un pH ácido, como indica (Van Meerbeek et al., 2011). Se ha referido también que estos adhesivos poseen una adhesión química, al unirse mediante enlaces iónicos con la hidroxiapatita presente en la dentina, como indican (Van Landuyt et al., 2008).

La odontología restauradora esta en un constante avance debido a la gran demanda que tienen los materiales que se usan en estos procedimientos, por lo tanto, las nuevas técnicas van de la mano a este avance (Lizama y Salazar, 2017).

### **1.1. Descripción y formulación del problema**

La técnica clásica en la que se emplea el ácido grabador ha dado buenos resultados, mas una de las desventajas en la parte practica es el tiempo que se necesita para realizar el grabado, aparte de ello también se demostró otras desventajas a largo plazo como la filtración marginal, desprendimiento, etc. (Zambrano, 2018).

Otro beneficio que trae consigo los adhesivos autograbantes es el menor riesgo de sensibilidad posoperatorio debido al principio fundamental de preservar las fibras colágeno, así pueden interactuar mejor químicamente sin ser muy agresivos con la dentina (Peumans et al., 2010).

El grabado total se ha vuelto la clásica técnica en la adhesión, sin embargo, las nuevas investigaciones tratan de reemplazar estas clásicas técnicas por el de autograbado debido a los resultados que van obteniendo los trabajos de investigación (Takamizawa et al., 2016).

Esta decisión de elegir entre la clásica técnica de autograbado que ha dado buenos resultados clínicos y gracias a la nueva evidencia el sistema de autograbado se va posicionando como una técnica satisfactoria es de gran importancia ya que en la practica se ve facilitado y de manera rápida se puede cumplir el protocolo de esta técnica de autograbado, además de no contar con los inconvenientes propios del grabado total que en las capas mas profundas de la dentina se puede ver minimizado el poder adhesivo o por la orientación de los túbulos dentinarios, en cambio el sistema de autograbado en todas las capas de la dentina su poder adhesivo es constante, estas decisiones van a dar como resultados en el éxito o fracaso de nuestros tratamientos restauradores (Mejía, 2017). Por esta razón todo lo anteriormente expuesto me lleva a formularme la siguiente pregunta: ¿Existe diferencias en la resistencia a la

tracción de restauraciones con resina utilizando un adhesivo universal con grabado total y autograbado en dentina in vitro?

## 1.2. Antecedentes

Tugba y Beyza (2021) el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de los modos alternativos de aplicación de adhesivos de autograbado en la resistencia de la unión entre resina y dentina ( $\mu$ TBS) de tres adhesivos universales disponibles en el mercado. Utilizaron terceros molares humanos impactados que fueron extraídos y se prepararon con un papel SiC de 600 granos. Los tres adhesivos universales que se utilizaron son los siguientes: Clearfil Universal Quick Bond (CUQ, Kuraray Noritake, Japón), G-Premio Bond (GPB, GC Corp, Japón) y un adhesivo universal autopolimerizable "Tokuyama Universal Bond" (TUB; Tokuyama Dental, Japón). Se aplicó el adhesivo sobre la dentina, inmediatamente se secó con aire, posteriormente se colocó la resina Filtek Z250 3M ESPE y se polimerizó. Después de su almacenamiento en agua destilada a 37°C durante 24 h, todos los dientes unidos se cortaron en secciones de 1 mm<sup>2</sup> utilizando una sierra de diamante de baja velocidad. Las secciones fueron sometidas a una fuerza de tracción a una velocidad de cruceta de 1 mm/min en una máquina de prueba universal (Microtensile Tester, Bisco, IL, USA) se midieron los valores de la resistencia a la tracción. Los mayores resultados los obtuvieron el adhesivo G-Premio Bond con 14.63 ± 3.55 Mpa. Concluyen que el tiempo prolongado de aplicación causa una mejora significativa de la fuerza de adhesión en todos los adhesivos.

Syam et al. (2019) su objetivo fue evaluar la fuerza de unión de resinas compuestas de nueva generación en dentina. Se usaron 48 premolares extraídos, los especímenes se dividieron en dos grupos principales según los tipos de composite utilizados Xtra fil bulk-fill y Tetric-N-Ceram bulk-fill de tipo nanohíbridas. Luego, cada grupo principal fue subdividido según el adhesivo utilizado en dos subgrupos iguales (B1; grabado total y B2; autograbado).

La fuerza de unión a la tracción se evaluó usando una máquina de prueba universal a una velocidad de 0.5 mm/min. Los resultados mostraron que la resistencia a la tracción mayor fue con la resina Xtra-Fill Bulk-Fill con sistema adhesivo de grabado total con  $47.49 \pm 5.04$  Mpa, en ambas resinas con el sistema adhesivo de auto grabado mostraron un efecto no significativo ( $p > 0.05$ ) en la dentina. Concluyen que la resina Xtra-Fill Bulk-Fill tiene mayor fuerza de unión que Tetric Bulk-Fill. Además, el sistema de grabado total tiene mayor fuerza de unión que el autograbado con la dentina.

Jang et al. (2017) evaluó la resistencia adhesiva en dentina de un nuevo adhesivo universal. se utilizaron 24 terceras molares mandibulares y se removió el esmalte hasta exponer dentina. Se dividieron en 6 grupos de acuerdo a los adhesivos y al sistema de grabado. Se evaluó la resistencia a la microtracción y modo de fallo en cada grupo. Se encontró que el Clearfil SE Bond dio los mejores resultados (39.33 Mpa), seguido del All Bond Universal mediante la técnica de autograbado (39.02 Mpa), el All-bond Universal mediante la técnica de grabado total dio como resultado (38.81 Mpa), el Optibond FL dio como resultado (38.44 MPa), el Single Bond Plus dio como resultado (27,6 MPa). Se concluyó que el nuevo sistema adhesivo universal da una adhesión confiable en dentina.

Jayasheel et al. (2017) evaluó la resistencia al cizallamiento de adhesivos dentales universales. Se usaron noventa y seis molares. Se removieron 3 mm oclusalmente para exponer dentina. Se dividieron en dos grupos según la técnica de grabado y se subdividieron en 3 grupos según el agente adhesivo utilizado, y se colocó una restauración de resina de 2 x 3 mm y luego fueron sometidas a carga usando una máquina de ensayos universal. Los resultados encontrados en el grupo de grabado total fueron a 4,25KgF fueron para Tetric Nbond universal, 4,35 KgF para el single bond Universal y 4,47 KgF para el Tetric Nbond Total Edge, y en el grupo de autograbado se encontraron valores de 2,37 KgF para el Tetric Nbond universal, 2,46 KgF

single bond Universal y 3,63 para el Clearfil SE. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Se concluyó que la aplicación de un agente grabador previo al uso de un adhesivo universal mejora la penetración del adhesivo en dentina, aunque no mejore la resistencia a la cizalla.

Masarwa et al. (2016) realizaron un metaanálisis para evaluar la longevidad de agentes adhesivos dentinarios autograbante comparado con agentes adhesivos dentinarios de grabado total. Las siguientes bases de datos fueron utilizadas: PubMed, MEDLINE, Web of Science, CINAHL, la Biblioteca Cochrane complementada por una búsqueda manual del Journal of Odontología Adhesiva. Las palabras clave utilizadas fueron: "grabar y enjuagar", "grabado total", "autograbado", "Agente de unión a la dentina", "durabilidad de la unión" y "degradación de la unión". Se incluyeron estudios in vitro realizados en tejidos dentales humanos. Los estudios midieron la resistencia de la unión a la microtensión para evaluar la longevidad de ambos tipos de adhesivos dentales en diferentes momentos. Los resultados mostraron que después de 24 horas, 3 meses, 6 meses y 12 meses de almacenaje en agua, los adhesivos autograbantes mostraron menos resistencia a la microtensión que los de grabado total. Se concluyó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de adhesivos.

Ayna et al. (2015) El propósito de este estudio fue evaluar la fuerza de unión a la dentina utilizando la prueba de enlace de microtracción de dos resinas compuestas fluidas con tres sistemas adhesivos diferentes. Utilizaron cuarenta y dos terceros molares humanos no cariados fueron seccionados paralelamente a el plano oclusal para exponer la dentina oclusal. Los dientes se dividieron aleatoriamente en adhesivo Prime&Bond NT de grabado total, Clearfil SE Bond y Clearfil S3 autograbado con las resinas ReFil SDR Flow y Clearfil Majesty Flow. el restaurado

Los dientes fueron seccionados en serie para obtener 1 mm<sup>2</sup> de diámetro y fue sometido a la microtensión, prueba realizada a una velocidad de cruceta de 1 mm/minuto. Los resultados indicaron que Clearfil SE Bond mostró una mayor fuerza de unión a la microtracción con la resina Refil SDR Flow con  $38.06 \pm 19.7$  Mpa ( $p < 0,05$ ). El valor del adhesivo auto grbante alcanzo con la resina Refil SDR Flow  $34.55 \pm 11.13$  Mpa. Concluyen que las condiciones experimentales de este estudio se vieron que los sistemas adhesivos tienen diferentes efectos sobre la fuerza de unión al tejido dentinario.

### **1.3. Objetivos**

#### ***Objetivo general***

Determinar la resistencia a la tracción de restauraciones con resina Nanohíbrida (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando un adhesivo (Single Bond Universal) con grabado total y autograbado en dentina in vitro.

#### ***Objetivos específicos***

- Evaluar la resistencia a la tracción de restauraciones con resina Nanohíbrida (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando un adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal) con la técnica de autograbado en dentina.
- Evaluar la resistencia a la tracción de restauraciones con resina Nanohíbrida (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando un adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal) con la técnica de grabado total en dentina y secado con gasa absorbente.
- Evaluar la resistencia a la tracción de restauraciones con resina Nanohíbrida (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando un adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal) con secado con gasa absorbente.

- Evaluar la resistencia a la tracción de restauraciones con resina Nanohíbrida (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando un adhesivo de 5ta generación (Adper Single Bond 2) con la técnica de grabado total en dentina y secado con gasa absorbente.
- Comparar la resistencia a la tracción de restauraciones con resina Nanohíbrida (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando un adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal) con grabado total y autograbado en dentina con secado de gasa absorbente y el adhesivo de 5ta generación (Adper Single Bond 2) con la técnica de grabado total.

#### **1.4. Justificación**

##### ***Justificación práctica***

Durante la práctica clínica diaria el cirujano dentista podrá determinar cuál de todos los adhesivos presentes en el mercado puede ser o no beneficioso dependiendo de la situación preservando sensibilidad post operatoria, microfiltraciones o caries recidivante.

##### ***Justificación teórica***

El presente trabajo busca realizar un aporte a la literatura con los resultados que se encuentren al ejecutarse el proyecto, para de esa forma brindar una referencia de que sistema podría dar resultados óptimos.

#### **1.5. Hipótesis**

Existe diferencia significativa en la resistencia a la tracción de restauraciones con resina utilizando un adhesivo universal con grabado total y autograbado en dentina – in vitro.

## II.MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### *Adhesivos dentales*

Flury (2011) indico que la odontología restauradora, orientada a rehabilitar los dientes reconstruyendo sus partes perdidas, consiste en fijar el material de restauración al tejido dentario. Siendo por eso importante conocer los objetivos que tiene un método de fijación adhesiva, cuyo objetivo es la permanencia del material restaurador, así como conseguir un sellado óptimo entre el biomaterial restaurador y el tejido dental, como indica Poticny (2013). Anusavice (2010) indico que, en la primera mitad del siglo XX, los materiales de restauración estética eran los cementos de silicato debido a su color blanquecino, más estos sufrían un desgaste importante, por lo que fueron reemplazados por las resinas acrílicas a fines de los años 40; estas presentaban insolubilidad ante los fluidos orales, similar color al del diente, una fácil manipulación y bajo costo. Por otro lado, presentaban baja resistencia al desgaste, alta contracción de polimerización y elevación térmica. Esto fue mejorado con la inclusión de partículas de relleno inorgánico en la resina, dando lugar a lo que hoy denominamos resinas compuestas.

Barrancos (2006) indico que es sumamente importante lograr una unión resistente y duradera entre el material restaurador y la superficie dental donde se colocara el mismo, logrando de esta manera que pueda permanecer a largo plazo en la cavidad dental. Se puede definir la adhesión como a la interacción de las fuerzas o energías entre los átomos o moléculas en una interfase que mantiene juntas a dos estructuras. Esta adhesión se puede lograr mediante diferentes formas, los cuales se pueden clasificar en dos grupos: química y mecánica.

Adhesión de tipo física o mecánica: se produce a través de una traba o entrecruzamiento de 2 fases a unir o bien por la generación de tensiones entre las 2 superficies.

A su vez esta adhesión puede ser:

a) Macromecánica: cuando las partes quedan trabadas en función de la morfología macroscópica de ellas, como las producidas mediante preparaciones cavitarias, que buscan retención y anclaje a través de paredes retentivas, surcos, etc.

b) Micromecánica: cuando las partes quedan trabadas en función de la morfología microscópica de ellas.

-Adhesión química: se da cuando ocurre una atracción entre diferentes moléculas y se caracteriza por la especificación del tipo de atracción intramolecular que existe entre el adhesivo y el adherente, las cuales pueden ser:

a) Enlaces interatómicos primarios: son las uniones iónicas, covalentes y metálicas, las cuales tienen alta energía de unión.

b) Enlaces interatómicos secundarios: como son el enlace de hidrogeno y las fuerzas de Van der Waals, las cuales son relativamente débiles.

- Adhesión a esmalte dental

Henostroza (2010) indico que el esmalte dental es el tejido más duro del organismo, estando conformado por un 96% de sustancia inorgánica y un 4 % de matriz orgánica y agua. La matriz orgánica está compuesta de proteínas no colágenas sintetizadas por los ameloblastos, los cuales están encargados de crear una estructura que posteriormente será mineralizada con calcio y fósforo. La adhesión al esmalte se da a través del grabado ácido del sustrato mineralizado, esta técnica, conocida como técnica de grabado ácido fue iniciada por Buonocuore en 1955. El grabado ácido provoca la disolución parcial de los prismas del esmalte y del esmalte interprismático, formando un patrón; este patrón consta de una superficie

microporosa y de muchas zonas retentivas. Esta superficie irregular presenta una mayor energía de superficie libre de aproximadamente 72 dines/cm, la cual es dos veces mayor que la superficie del esmalte no grabado.

### ***Adhesión a dentina***

Henostroza (2010) indico que la adhesión a dentina va a depender del tipo de adhesivo a utilizar. Existen aquellos que van a remover parcialmente el smear layer y aquellos que necesitaran de la remoción total de esta capa.

Con remoción parcial del smear layer. Barrancos (2010) refiere que se dará al usar adhesivos de 6ta o de 7ma generación. Su mecanismo de unión consiste en diluir parcialmente o modificar el smear layer, para lograr la penetración del adhesivo en la dentina. Esto se dará debido al pH ácido de sus monómeros funcionales, como indican (Gregoire et al., 2010).

Con remoción total del smear layer. El mecanismo de unión a dentina se basa en la acción del ácido, el cual remueve el smear layer y desmineraliza la dentina peritubular e intertubular, exponiendo una red de colágeno y ensancha la entrada de los túbulos dentinarios, creando una superficie porosa, como indican Mithiborwala, Chaugule, Munshi y Patil (2012). Barrancos (2006) refiere que la profundidad de la desmineralización, la cual no debe ser excesiva, está influenciada por factores como el pH, el tiempo de aplicación, la viscosidad y la concentración del ácido. Tras la remoción del grabador ácido por el lavado con agua, la dentina debe mantenerse húmeda para favorecer la acción del primer, ya que la humedad hará que se mantengan firmes las fibras colágenas, como indica Marshall, Bayne, Baier, Tomsia y Marshall (2010). Este primer contiene monómeros como HEMA, BPDN o 4-META, que contienen grupos hidrofílicos, que poseen afinidad por la superficie de dentina, e hidrófobos, que se unen a la resina compuesta. El primer penetra en el área de la dentina desmineralizada y en las fibras

colágenas expuestas. Luego se aplica el adhesivo sobre la dentina impregnada por el primer, que se copolimeriza con este y forma una capa de dentina/resina acidorresistente denominada capa híbrida.

### ***Clasificación de los adhesivos dentales***

**Adhesivos de 1era generación.** Barrancos (2006) indicó que estos adhesivos se basaron en el modelo de los eficaces agentes de conexión a base de silano. La conexión con silano se ha empleado para fijar el relleno inorgánico con la matriz de la resina compuesta. Este material tuvo un éxito clínico reducido por las mismas razones que limitaban las aplicaciones del grabado del esmalte. Esto se debía a la alta contracción y a la gran expansión térmica de las restauraciones de resina acrílica sin relleno usadas de forma habitual en ese periodo.

**Adhesivos de 2da generación.** Barrancos (2006) indicó que, gracias al éxito clínico de las resinas compuestas, se produjo la introducción inmediata de los adhesivos dentinarios a finales de los años sesenta y principios de los setenta. Los adhesivos de segunda generación más característicos son el NPG-GMA y el ácido fenil-P, 2-metacrioxifenil fosfórico. No se demostró ninguna evidencia de que ocurra una adhesión química significativa entre estos adhesivos y la estructura dentaria en condiciones in vivo.

**Adhesivos de 3era generación.** Barrancos (2006) indicó que esta generación seguía basándose en el empleo de un grupo ácido que reaccionaba con los iones calcio y de un grupo metacrilato que copolimerizaba con las resinas sin relleno que se aplicaban antes de la colocación del material restaurador de resina compuesta. El protocolo de uso de los adhesivos de tercera generación buscaba realizar un acondicionamiento de la dentina de dos formas: 1)

modificando el smear layer y de esta forma mejorar sus propiedades o 2) eliminar el smear layer sin alterar el material que tapaba los túbulos dentinarios.

**Adhesivos de 4ta generación.** Barrancos (2006) indico que, a comienzos de los años noventa, los adhesivos de cuarta generación transformaron la odontología. La alta fuerza de unión a la dentina, entre 17 y 25 MPa, y la baja presencia de sensibilidad postoperatoria en restauraciones oclusales posteriores, en comparación con adhesivos anteriores, dieron un impulso para que estos adhesivos y la resina sean usados en lugar de amalgamas en obturaciones posteriores directas. Estos adhesivos presentan como característica principal la hibridación en la interfase resina-dentina. La hibridación involucra tanto los túbulos dentinarios como la dentina intertubular, mejorando la fuerza de unión a la dentina. El grabado total y la adhesión a dentina húmeda son las grandes innovaciones de este tipo de adhesivos.

**Adhesivos de 5ta generación.** Barrancos (2006) indico que estos adhesivos hicieron aparición debido a que se asoció el éxito clínico con el tiempo de trabajo, el cual estaba relacionado con el número de pasos implicados en la aplicación del adhesivo. Esto se consiguió fusionando el primer y el adhesivo en una sola presentación.

**Adhesivos de 6ta generación.** Barrancos (2006) indico que este tipo de adhesivos no requiere grabado, al menos en lo que se refiere a dentina. Este adhesivo contiene un acondicionador dentinario entre sus múltiples componentes, siendo el acondicionamiento ácido autolimitado y los productos generados en este proceso se van a incorporar a la interfase diente – restauración.

**Adhesivos de 7ma generación.** Barrancos (2006) indico que este tipo de adhesivos son una versión simplificada de los adhesivos de sexta generación, siendo por esto considerado por algunos autores como adhesivos de sexta generación modificados. Estos adhesivos constan de un solo frasco.

**Adhesivos universales.** Estos adhesivos surgieron en los últimos años, y se han creado debido a que los adhesivos convencionales presentan numerosas desventajas, tales como la sensibilidad dental, y como una forma de simplificar los pasos y de usar un sistema de grabado ácido o autograbado dependiendo de la situación requerida, como indica Kamier (2014). Si este sistema se usara como un sistema de grabado y lavado, entonces se requerirá del uso de un agente grabador, como el ácido ortofosforico, mas esta técnica tiene sus desventajas, ya que puede haber una incompleta impregnación de las fibras colágenas, como indican (Muñoz *et al.*, 2014).

Si se usara como un sistema de autograbado, no habrá necesidad de usarse el ácido ortofosforico, y la desmineralización e imprimancia ocurrirán simultáneamente, como indican De Munck *et al.* (2005). Toda la extensión de dentina desmineralizada será impregnada por los monómeros de resina, lo cual puede ser la razón de porque los sistemas autograbantes no son asociados con la sensibilidad que se presenta en las técnicas de grabado total, como indica Perdigao (2015).

Estos adhesivos presentan monómeros funcionales en su composición, los que le confieren la acidez y otras propiedades, tales como humectancia y promover la penetración de los monómeros, como refieren Nikaido *et al.* (2011). Uno de estos monómeros, el 10 – MDP, logra una adhesión química al interactuar iónicamente con la hidroxiapatita presente en la dentina, como indican (Moncada *et al.*,2014).

### **III. MÉTODO**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Experimental, prospectivo, transversal.

#### **3.2. Ámbito temporal y espacial**

##### *Ámbito temporal*

La investigación se realizó durante los meses de marzo y abril del 2021.

##### *Ámbito espacial*

La investigación se desarrolló en la ciudad de lima, en el distrito de Pueblo Libre, en la Facultad de odontología, laboratorio de operatoria dental de la Universidad Federico Villarreal.

#### **3.3. Variables**

- Variable dependiente: resistencia a la tracción.
- Variable independiente: técnicas de aplicación en dentina del adhesivo.
- Unidad de Análisis: Diente bovino.

*Operacionalización de variables.*

	<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>	<b>Valor</b>
<b>Variable dependiente</b>	Resistencia a la tracción.	Es el mayor esfuerzo que ofrece un cuerpo antes de romperse por una fuerza traccional.	Fuerza aplicada por la maquina universal.	Razón / Continua	0-x Mpa
<b>Variable independiente</b>	Técnicas de aplicación en dentina del adhesivo.	Métodos realizados para el tratamiento previo de la dentina antes de la aplicación del adhesivo.	El uso de las técnicas de aplicación del adhesivo	Nominal	1.con grabado acido (Si)  2.Sin grabado acido (No)

### **3.4. Población y muestra**

La cantidad de muestra fue determinada con el ISO/TS-11405:2015 (Anexo 1) que nos indica que como mínimo debemos tener 15 especímenes por grupo, en total la muestra fue de 45 incisivos mandibulares de bovino divididos en 3 grupos.

#### **3.4.1. Criterios de inclusión**

- Incisivos mandibulares de bovino sanos.
- Corona sin fractura.

#### **3.4.2. Criterios de exclusión**

- Presencia de pigmentaciones en la corona.
- Alteraciones en la estructura del esmalte y dentina.
- Presencia de caries.
- Presencia de fracturas.

### **3.5. Instrumentos**

- Ficha de recolección de datos
- Máquina de ensayo universal CMT-5L

### **3.6. Procedimientos**

Se recolectó 45 incisivos mandibulares bovinos (vaca) recientemente sacrificados, luego se procedió a lavarlos y extraer el contenido pulpar sellándolos con cera tipo CAVEX. Inmediatamente fueron almacenados en agua destilada en un refrigerador a 04 °C.

Se requirió 3 dientes por grupo, para lo cual se seleccionó muestras impecables sin fisuras y sin caries, procedimos a realizar la apertura de la superficie del diente, con un diámetro de 5mm y una profundidad de 3mm llegando así hasta la dentina del diente bovino, las piezas siempre estuvieron húmedas (irrigación constante).

De acuerdo al PD ISO/TS 11405: se agruparon en tres grupos.

- El G1 Adhesivo 5ta generación (Adper Single Bond 2) grupo control: Se aplico ácido ortofosfórico al 37% durante 15 segundos la cavidad dentinaria, y luego se procedió a irrigar profusamente. Se quito el exceso de humedad sin resecar la dentina por medio de una gasa absorbente, se aplicó el Adhesivo 5ta generación (Adper Single Bond 2) luego se fotocuró la lampará led Woodpecker por 10 segundos y se restauró con resina Nanohíbrida 3M™ Filtek™. Z350 XT. Para luego fotocurar con una lampará led Woodpecker por 10 segundos.

- El G2 Adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal) con grabado total: Se aplico ácido ortofosfórico al 37% durante 15 segundos sobre la cavidad dentinaria, y luego se procedió a irrigar profusamente. Se quito el exceso de humedad sin resecar la dentina por medio de una gasa absorbente, se aplicó el Adhesivo 8va generación (Single bond Universal), luego se fotocuró la lampará led Woodpecker por 10 segundos y se restauró con resina Nanohíbrida 3M™ Filtek™. Z350 XT para luego fotocurar con una lampará led Woodpecker por 10 segundos.

- El G3: Adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal) autograbado: se procedió a irrigar profusamente. Se quitará el exceso de humedad sin resecar la dentina por medio de una gasa absorbente, se aplicó el Adhesivo 8va generación (Single Bond Universal), luego se fotocuró la lampará led Woodpecker por 10 segundos y se restauró con resina Nanohíbrida 3M™ Filtek™. Z350 XT para luego fotocurar con una lampará led Woodpecker por 10 segundos.

Se confecciono unos tubos de resina de 5.5 mm de diámetro por 5 mm de alto, en unos moldes prefabricados de cinta celuloide metálica la cual ayudará a no perder forma previa a la polimerización. Para después ser almacenadas en agua destilada en cada grupo correspondiente hasta ser llevadas al instituto HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE donde se procedió a realizar cortes con la maquina ISOMET, se registró las medidas con un vernier

digital ABSOLUTE a todas las muestras organizándolas en cada grupo obteniendo así 15 muestras de 1mm de grosor por 5mm de largo en cada grupo. Se colocó las pequeñas muestras en la MAQUINA DE ENSAYOS UNIVERSAL, se calibro la máquina de ensayo universal CMT-5L a una velocidad constante de 0.75 mm/min, de acuerdo al ISO 11405.

Finalmente se registraron todos los valores obtenidos de resistencia a la tracción de los 45 especímenes en la ficha de recolección de datos.

### **3.7. Análisis de datos**

Los datos obtenidos se procesaron en una laptop (DELL INSPIRION 14 5000 SERIES CORE i5 Windows 10), se usó el programa estadístico Spss v.24.0 y la base de datos fue Excel. Los resultados obtenidos se presentan en cuadros y figuras.

Los datos no muestran una distribución normal, las medias pueden compararse por la prueba F (Fisher).

### **3.8. Consideraciones éticas**

El presente trabajo paso por la aprobación de comité de Ética de la Facultad de Odontología UNFV para poder realizarse y a las normas de Bioética.

#### IV.RESULTADOS

En el presente trabajo se evaluó la resistencia a la tracción de restauraciones con resina utilizando un adhesivo universal con grabado total y autograbado en dentina – in vitro, en la cual se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 1**

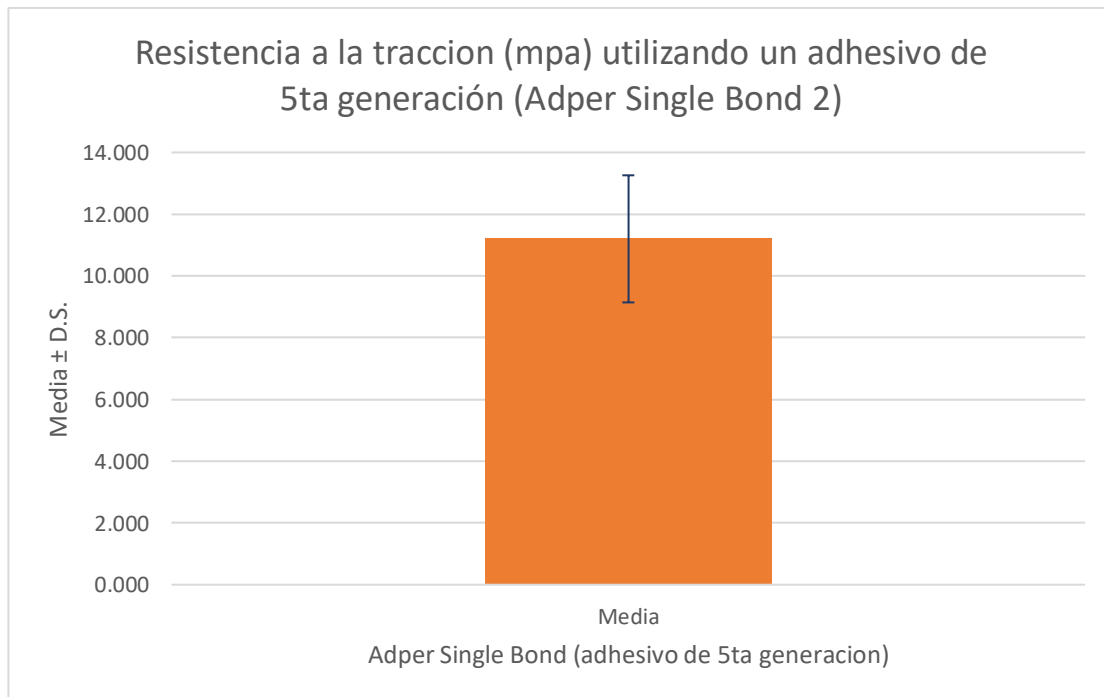
*Resistencia a la tracción de restauraciones con adhesivo de 5ta generación (Adper Single Bond 2) de grabado total en dentina.*

Tipo de adhesivo	N°	Media	D.S.	Mediana	Mínimo	Máximo
Adper Single Bond 2 (5ta generación)	15	11.201	2.059	11.010	7.630	16.140

*Nota.* La resistencia a la tracción de restauraciones con resina *Nanohíbrida* (3M™ Filtek™ Z350 XT) utilizando un adhesivo de 5ta generación (Adper Single Bond 2) tiene un promedio de  $11.201 \pm 2.059$  desviación estándar.

**Figura 1**

Resistencia a la tracción (mpa) utilizando un adhesivo de 5ta generación (Adper Single Bond 2).



**Tabla 2**

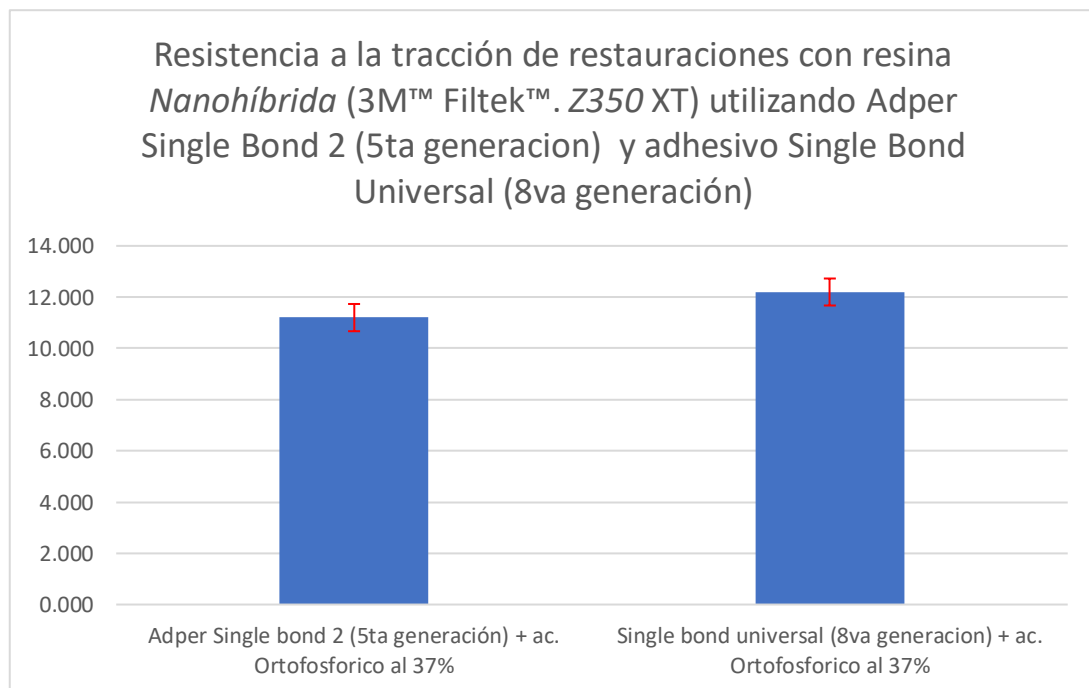
*Resistencia a la tracción de restauraciones del adhesivo Adper Single Bond 2 y Single Bond Universal de grabado total en dentina.*

Tipo	N°	Media	Std. dev.	IC 95%	t	P
<b>Adper Single bond 2</b>						
(5ta generación) + ac.						
Ortofosfórico al 37%	15	11.201	2.059	10.061 12.341	-1.3352	0.1926
<b>Single bond universal</b>						
(8va generación) + ac.						
Ortofosfórico al 37%	15	12.200	2.041	11.070 13.330		

*Nota.* La resistencia a la tracción de restauraciones con resina *Nanohíbrida* (3M™ Filtek™ Z350 XT) utilizando un adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal) + ac. ortofosfórico al 37% tiene un promedio de  $12.20 \pm 2.041$  desviación estándar mayor que Adper Single bond 2 (5ta generación) + ac. Ortofosfórico al 37% que tuvo un promedio de  $11.201 \pm 2.059$  desviación estándar. Al compararlos no se encontró diferencias estadísticamente significativas, ( $P > 0.05$ ).

**Figura 2**

Resistencia a la tracción de restauraciones con resina *Nanohíbrida* (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando Adper Single Bond 2 (5ta generación) y adhesivo Single Bond Universal (8va generación).



**Tabla 3**

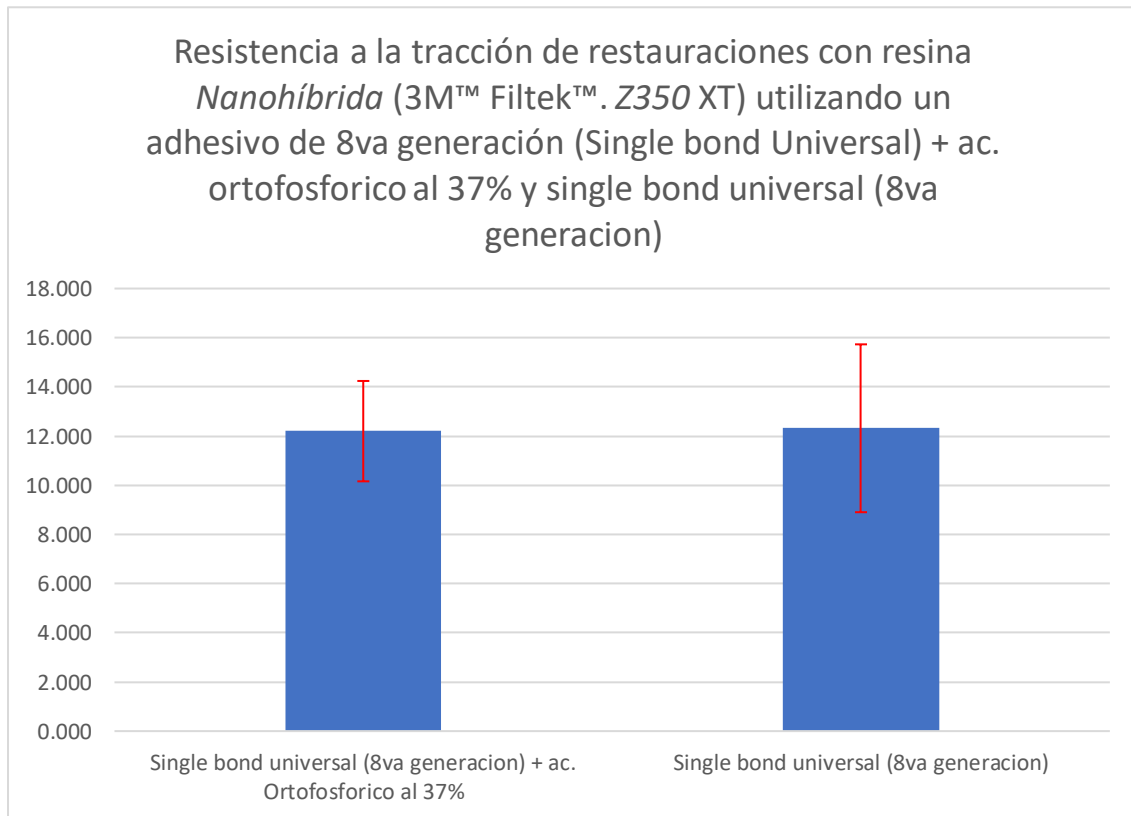
*Resistencia a la tracción de restauraciones del adhesivo Adper Single Bond 2 y Single Bond Universal de autograbado en dentina.*

Tipo	N°	Media	Std. dev.	IC 95%		t	P
<b>Adper Single bond 2</b>							
<b>(5ta generación) + ac.</b>							
Ortofosfórico al 37%	15	11.201	2.059	10.061	12.341	-1.0843	0.2875
<b>Single bond universal</b>							
(8va generación)	15	12.317	3.413	10.426	14.207		

*Nota.* La resistencia a la tracción de restauraciones con resina *Nanohíbrida* (3M™ Filtek™ Z350 XT) utilizando un adhesivo de 5ta generación (Adper Single Bond 2) + ac. ortofosfórico al 37% tiene un promedio de  $11.201 \pm 2.059$  desviación estándar menor que Single bond universal (8va generación) que tuvo un promedio de  $12.317 \pm 3.413$  desviación estándar. Al compararlos no se encontró diferencias estadísticamente significativas, ( $P > 0.05$ ).

**Figura 3**

Resistencia a la tracción de restauraciones con resina *Nanohíbrida* (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando un adhesivo de 8va generación (Single bond Universal) + ac. ortofosfórico al 37% y single bond universal (8va generación).



**Tabla 4**

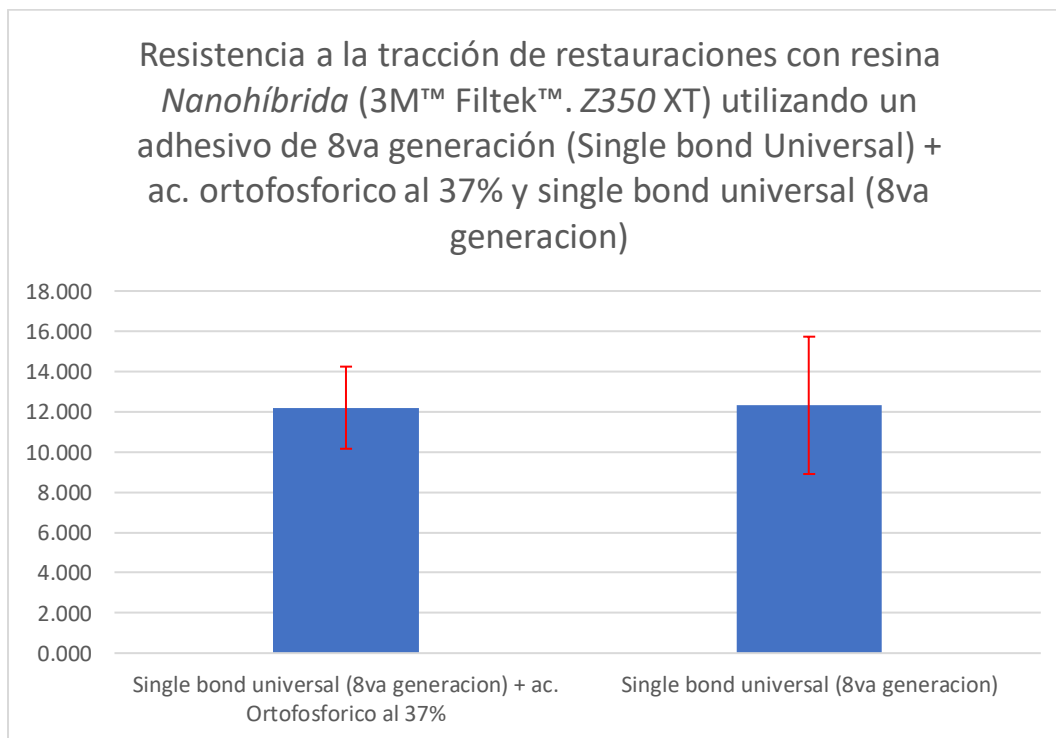
*Resistencia a la tracción de restauraciones del adhesivo Single Bond Universal de grabado total y Single Bond Universal de autograbado en dentina.*

Tipo	N°	Media	Std. dev.	IC 95%		t	P
<hr/> <hr/>							
Single bond universal (8va generación) + ac. Ortofosfórico al 37%	15	12.200	2.041	11.070	13.330	-0.1136	0.9104
Single bond universal (8va generación)	15	12.317	3.413	10.426	14.207		
<hr/> <hr/>							

*Nota.* La resistencia a la tracción de restauraciones con resina *Nanohíbrida* (3M™ Filtek™ Z350 XT) utilizando un adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal) + ac. ortofosfórico al 37% tiene un promedio de  $12.200 \pm 2.041$  desviación estándar ligeramente menor que Single bond universal (8va generación) que tuvo un promedio de  $12.317 \pm 3.413$  desviación estándar. Al compararlos no se encontró diferencias estadísticamente significativas, ( $P > 0.05$ ).

**Figura 4**

Resistencia a la tracción de restauraciones con resina *Nanohíbrida* (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando un adhesivo de 8va generación (Single bond Universal) + ac. ortofosfórico al 37% y single bond universal (8va generación)



**Tabla 5**

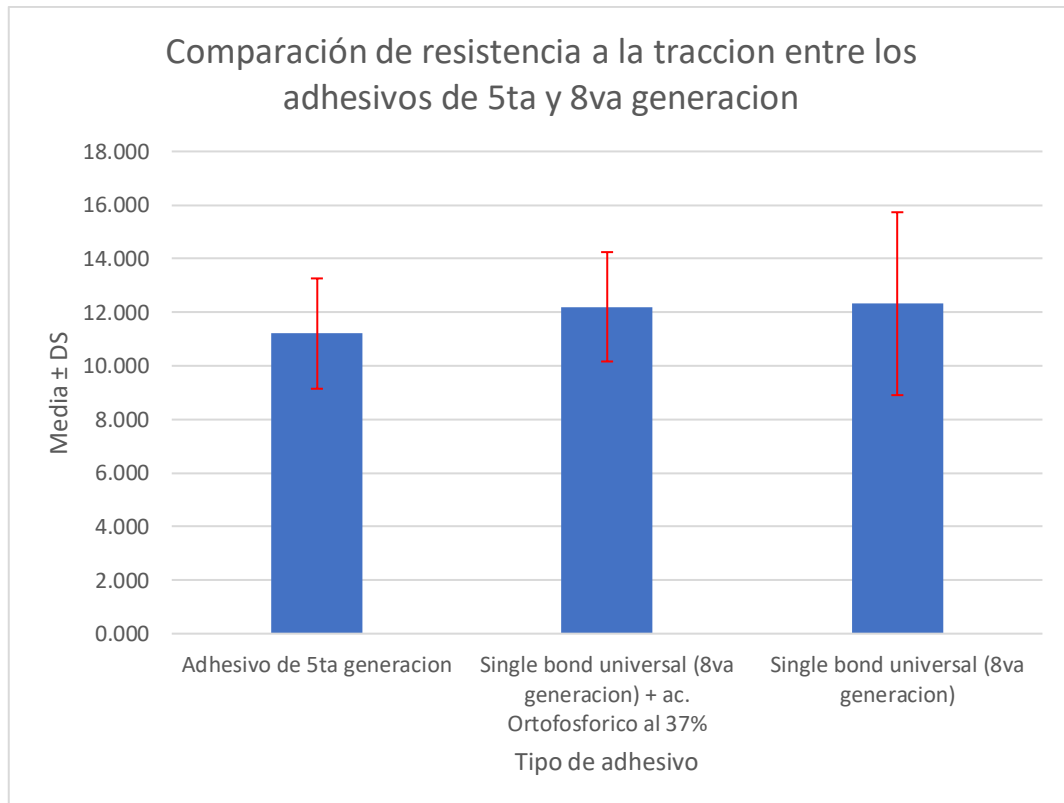
*Resistencia a la tracción de restauraciones del adhesivo Adper Single Bond 2, Single Bond Universal de grabado total y Single Bond Universal de autograbado en dentina.*

Tipo	N°	Media	D.S.	F*	P
<b>Adper Single bond 2 (5ta generación) +</b>					
ac. Ortofosfórico al 37%	15	11.201	2.059		
<b>Single bond universal (8va generación)</b>					
+ ac. Ortofosfórico. al 37%	15	12.200	2.041	0.84	0.437
Single bond universal (8va generación)	15	12.317	3.413		

*Nota.* Como se puede observar en la tabla, el mayor promedio de resistencia a la tracción se obtuvo en adhesivo Single bond universal (8va generación) con un promedio de  $12.317 \pm 3.413$  desviación estándar, seguido por el adhesivo Single bond universal (8va generación) + ac. Ortofosfórico al 37% con un promedio de  $12.200 \pm 2.041$  desviación estándar y el menor promedio fue con el adhesivo de 5ta generación (Adper Single Bond 2) con un promedio de  $11.201 \pm 2.059$  desviación estándar. Pero al compararlos no se encontró diferencias estadísticamente significativas, ( $P > 0.05$ ).

**Figura 5**

Comparación de resistencia a la tracción entre los adhesivos de 5ta y 8va generación.



## V.DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente trabajo demostró que el mayor promedio de resistencia a la tracción se obtuvo en el adhesivo Single bond universal (8va generación) con un promedio de  $12.317 \pm 3.413$  Mpa, seguido por el adhesivo Single bond universal (8va generación) + ac. Ortofosfórico al 37% con un promedio de  $12.200 \pm 2.041$  Mpa y el menor promedio fue con el adhesivo de 5ta generación (Adper Single Bond 2) con un promedio de  $11.201 \pm 2.059$  Mpa. Pero al compararlos no se encontró diferencias estadísticamente significativas.

Sin embargo, al comparar los resultados con los antecedentes Tugba y Beyza (2021) encontraron que la resistencia a la atracción de la dentina con la resina Filtek Z250 3M ESPE usando adhesivos de autograbado de 8va generación, siendo el adhesivo G Premio Bond el que obtuvo el mayor promedio de resistencia a la tracción con  $14.63 \pm 3.55$  Mpa y el menor promedio del adhesivo Tokuyama Universal Bond con  $13.23 \pm 2.90$  Mpa, siendo el G Premio Bond ligeramente superior al de este estudio.

Syam et al. (2019) utilizaron resinas nanohíbridas (Xtra Fill y Tetric Bull Fill) y midieron su resistencia a la tracción en dos tipos de adhesivos uno de grabado total y otro de auto grabado obteniendo el mayor promedio con la resina Xtra Fill y el sistema de grabado total con  $47.49 \pm 8.04$  Mpa y el menor con la resina Tetric Bull Fill y el sistema de grabado total con  $19.29 \pm 3.74$  Mpa, con el sistema de autograbado las dos resinas obtuvieron el mismo promedio de  $27.68 \pm 028$  Mpa, siendo el mayor promedio muy superior al de este estudio debiendo tal vez al tipo de resina o a que lo realizaron en dientes humanos extraídos.

Otro antecedente Jang et al. (2017) utilizó terceros molares inferiores en su estudio para evaluar la resistencia a la tracción entre la resina compuesta Z250 3M ESPE con la dentina, obteniendo el mayor valor el adhesivo de grabado total Clearfil SE Bond  $39.33 \pm 6.95$  Mpa y el de autograbado All Bond Universal  $39.02 \pm 10.81$  Mpa, presentando los dos una diferencia

estadísticamente no significativa, pero a la vez superiores a los valores de este estudio por una diferencia de 27.013 Mpa tal vez por el tipo de tejido animal y humano, teniendo en cuenta la cantidad de la muestra también.

Teniendo como antecedente Jayasheel et al. (2017) quienes evaluaron la resistencia al cizallamiento de adhesivos dentales universales a la dentina con una resina compuesta, usaron noventa y seis molares. El mayor promedio de resistencia a la tracción fue del adhesivo de grabado total Tetric N Bond con  $4.47 \pm 0.69$  Mpa y en el caso del adhesivo autograbado con  $3.63 \pm 0.33$  Mpa siendo estos valores muy por debajo que los de este estudio tal vez debido que a la aleatorización y la conformación de grupos y subgrupos en los sistemas de adhesivos.

Como alternativa Ayna et al. (2015) utilizaron resinas fluidas y evaluaron sus resistencia a la tracción (Clearfil Majesty Flow y Refil SDR Flow) y dos sistemas de adhesivos de grabado total Prime & Bond NT, Clearfil SE Bond, autograbado Clearfil S3 con respecto a la dentina, el mayor promedio lo obtuvo el adhesivo Clearfil SE Bond de dos pasos grabado total con la resina Refil SDR Flow con  $38.06 \pm 19.7$  Mpa y el menor del autograbado Clearfil S3 y la resina Clearfil Majesty  $22.11 \pm 8.2$  Mpa, siendo estos valores muy superiores al de este estudio 25.743 Mpa de diferencia debiéndose tal vez por el tipo de resina compuesta y fluida, además que el antecedente lo realizo en terceras molares extraídas por lo que podría deberse a esas variantes.

## VI. CONCLUSIONES

- Se concluyo que los valores de la resistencia a la tracción con resina Nanohíbrida (3M™ Filtek™. Z350 XT) obtenidos por el grupo control de 5ta generación (Adper Single Bond 2) + ac. ortofosfórico al 37% (11.2 Mpa) fueron ligeramente menores que los grupos de adhesivos Single bond universal (8va generación) con autograbado y de grabado total.
- Entre los grupos que obtuvieron los valores mas altos siendo los grupos de Single bond universal (8va generación) de grabado total (12.2 Mpa) y Single bond universal (8va generación) con autograbado (12.3 Mpa), siendo este último grupo el que obtuvo los valores ligeramente más altos.
- No existe diferencia significativa al comparar los tres grupos ( $p < 0.005$ ), por lo que se puede concluir que con respecto a la fuerza de unión a la resina nanohíbrida (3M™ Filtek™. Z350 XT) con la dentina no va a ser afectada por el sistema de unión adhesivo ya sea de 5ta generación u 8va generación utilizado.

## **VII.RECOMENDACIONES**

- Realizar próximos trabajos de tipo experimental con dientes humanos con otros tipos de sistemas adhesivos que existen en el mercado.
- Continuar las investigaciones en otros tipos de resinas restauradoras como las fluidas y ver sus interacciones con los diferentes sistemas adhesivos.
- Hacer trabajos en los que se compare sistemas de adhesivos entre adhesivos de grabado total y entre sistemas de adhesivos de autograbado, de diferentes generaciones.
- Evaluar la resistencia a la tracción con diferentes sistemas adhesivos abarcando tanto el esmalte como la dentina en planos superficiales y profundos.

## VIII. REFERENCIAS

- Anusavice, K. (2010). *Phillips Ciencia de los Materiales Dentales*. Madrid, España: Editorial Elsevier.
- Ayna, B. Ayna, E. Çelenk, S. Bolgöl, B. Uysal, E. (2015). Evaluation of Microtensile Bond Strength of Conventional and New Generation Flowable Composite Resins to Dentin With Different Adhesive Systems. *Aydın Dental*, 1(1); 15-24.
- Barrancos, J. (2006). *Operatoria dental integración clínica*. Buenos aires, Argentina: Editorial Medica Panamericana.
- Chaple, A. y Gispert, E. (2015). Recomendaciones para el empleo práctico de resinas compuestas en restauraciones estéticas. *Rev cubana Estomatol*, 52 (3). Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75072015000300007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072015000300007)
- De Munck, J., Van Landuyt, K., Peumans, M., Poitevin, A., Lambrechts, P. Braem, M. y Van Meerbeek, B. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*, 84 (2). doi: [10.1177/154405910508400204](https://doi.org/10.1177/154405910508400204)
- Eades, R. (2014). Conservative treatment of tooth wear to improve function and aesthetics. *Prim Dent J*, 2 (4).
- Flury, S. (2012). Principios de la adhesión y de la técnica adhesiva. *Quintessenz Team – Journal*, 25 (10), 551-610. doi: 10.1016/j.quint.2012.11.008
- Grégoire, G., Guignes, P. y Nasr, K. (2009). Effects of dentine moisture on the permeability of total-etch and one-step self-etch adhesives. *J. Dent*, 37 (9), 691-699.
- Henostroza, G. (2003). *Adhesión en odontología restauradora*. Curitiba, Brasil: Editorial Maio.

- Jang, J., Lee, M., Woo, S., Lee, C. Yi, J y Kim, D. (2016). Comparative study of the dentin bond strength of a new universal adhesive. *Dental Materials Journal*, 35 (4), 606–612. doi:10.4012/dmj.2015-422
- Jayasheel, A., Niranjan, N., Pamidi, H. y Suryakanth, M. (2017). Comparative Evaluation of shear Bond Strength of universal Dental Adhesives -An in vitro study. *J Clin Exp Dent*, 9 (7). doi:10.4317/jced.53816
- Kamier, R. (2014). Adhesivos universales, adherencia necesaria para todas las indicaciones. *Gaceta Dental*, (264), 172-174.
- Lizama, D. y Salazar, D. (2017). *Estudio comparativo in vitro de resistencia adhesiva microtraccional, utilizando sistema adhesivo single bond universal con protocolo de grabado-lavado y autograbante* (tesis de pregrado). Universidad Andres Bello, Santiago de Chile, Chile.
- Mandri, Maria, Aguirre, A. y Zamudio, M. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. *Odontoestomatología*, 17 (26). Recuperado de [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-93392015000200006](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392015000200006)
- Marshall, S., Bayne, S., Baier, R., Tomsia, A. y Marshall, G. (2010). A review of adhesion science. *Dent. Mater*, 26 (2). doi: [10.1016/j.dental.2009.11.157](https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.157)
- Masarwa, N., Mohamed, A., Abou Rabii, I., Abu Zaghlan, R. y Steier, L. (2016). Longevity of Self-Etch Dentin Bonding Adhesives compared to Etch-and-Rinse Dentin Bonding Adhesives: A Systematic Review. *The Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 16 (2), 96-106. doi: 10.1016/j.jebdp.2016.03.003.

- Mejia, C. (2017). *Resistencia a la tracción de sistemas adhesivos con grabado total y autograbado de dos pasos en esmalte y dentina de bovinos* (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Mithiborwala, S., Chaugule, V., Munshi, A. y Patil, V. (2012). A comparison of the resin tag penetration of the total etch and the self-etch dentin bondingsystems in the primary teeth: An in vitro study. *Contemp Clin Dent*, 3 (2), 158-163.
- Moncada, G., Garcia, R. De Oliveira, O. Fernández, E., Martin, J. y Vildosola, P. (2014). Rol del 10-metacriloxidecilsfosfato dihidrogenado en el cambio de paradigma de los sistemas adhesivos integrados en la dentina. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 7 (3), 194 – 199. doi: <https://doi.org/10.1016/j.piro.2014.09.008>.
- Muñoz, M., Luque, I., Hass, V., Reis, A., Dourado, A. y Campanha, N. (2013). Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *Journal of Dentistry*, 41 (5), 404 - 411. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.03.001>.
- Nikaido, T., Ichikawa, C., Li, N., Takagaki, T., Sadr, A., Yoshida, Y., Suzuki, K. y Tagami, J. (2011). Effect of functional monomers in all-in-one adhesive systems on formation of enamel/dentin acid-base resistant zone. *Dent Mater J*, 30 (5), 576 – 582.
- Perdigao, J. (2010). Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dental Materials*, 26 (2), 24 – 37. doi: 10.1016/j.dental.2009.11.149.
- Peumans, M., De Munck, J., Van Landuyt, K. L., Poitevin, A., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2010). Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dental materials: official publication of the*

Academy of Dental Materials, 26(12), 1176–1184.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.08.190>.

Poticny, D. (2013). Adhesive systems continue to evolve: a case report. *Dent. Today*, 32 (5), 79-80.

Serin-Kalay, T. & Zaim, B. (2022). Effect of alternative self-etch applications on dentin bond strength of “No Wait Concept” universal adhesives. *Odovtos International Journal of Dental Sciences*, 24(1), 58-66. <https://dx.doi.org/10.15517/ijds.2021.45844>.

Syam, A., Gamal, S., & Sabra, M. (2019). Evaluation of Micro-Tensile Bond Strength of New Composite Resins with Dentin. An In Vitro Study. *Advanced Dental Journal*, 1(2), 37-43. doi: 10.21608/adjc.2019.40258.

Takamizawa, T., Barkmeier, W. W., Tsujimoto, A., Berry, T. P., Watanabe, H., Erickson, R. L., Latta, M. A., & Miyazaki, M. (2016). Influence of different etching modes on bond strength and fatigue strength to dentin using universal adhesive systems. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 32(2), e9–e21. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.11.005>.

Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Yoshida, Y., Mine, A., De Munck, J., & Van Landuyt, K. L. (2011). State of the art of self-etch adhesives. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 27(1), 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.023>.

Van Landuyt, K., Yoshida, Y., Hirata, I., Snauwaert, J., De Munck, J., Okazaki, Suzuki, K., Lambrechts, P. y Van Meerbeek, B. (2008). Influence of the chemical structure of functional monomers on their adhesive performance. *J Dent Res*, 87 (8), 757-61. doi: 10.1177/154405910808700804.

Zambrano, D. (2018). *Resistencia a la fuerza de tracción de adhesivos dentales de V, VI, VII generación en estructuras de cerómero. Estudio in vitro* (tesis de pregrado).

Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

**IX.ANEXOS.**➤ **ANEXO A: PD ISO/TS 11405.****PD ISO/TS 11405:2015****Dentistry — Testing of  
adhesion to tooth structure**

Licensed copy: University of Manchester Library, The University of Manchester Library, Version control, 10/15

**bsi.**

...making excellence a habit.™

<b>Contents</b>		Page
<b>Foreword</b> .....		iv
<b>Introduction</b> .....		v
<b>1 Scope</b> .....		<b>1</b>
<b>2 Normative references</b> .....		<b>1</b>
<b>3 Terms and definitions</b> .....		<b>1</b>
<b>4 Sampling</b> .....		<b>2</b>
<b>5 Test methods</b> .....		<b>2</b>
5.1 Bond strength tests .....		2
5.1.1 General .....		2
5.1.2 Tooth substrate and storage .....		3
5.1.3 Treatment of results .....		4
5.1.4 Tensile bond strength .....		5
5.2 Gap measurement test for adhesion to dentine .....		6
5.2.1 General .....		6
5.2.2 Tooth substrate and storage .....		7
5.2.3 Cavity preparation .....		7
5.2.4 Filling procedure .....		7
5.2.5 Storage of specimen .....		7
5.2.6 Gap measurement .....		7
5.3 Microleakage test .....		7
5.3.1 General .....		7
5.3.2 Tooth substrate and storage .....		8
5.3.3 Cavity preparation .....		8
5.3.4 Filling procedure .....		8
5.3.5 Storage of specimens .....		8
5.3.6 Measurement of microleakage .....		8
5.3.7 Treatment of results .....		9
5.4 Clinical usage tests .....		9
5.4.1 Introduction .....		9
5.4.2 Method .....		9
5.4.3 Restorations .....		9
5.4.4 Study duration .....		9
5.4.5 Sample size .....		9
5.4.6 Clinical procedures .....		9
5.4.7 Evaluation .....		9
5.4.8 Treatment of results .....		10
<b>Annex A (informative) Examples of test methods for measurement of bond strength</b> .....		<b>11</b>
<b>Bibliography</b> .....		<b>12</b>

## Dentistry — Testing of adhesion to tooth structure

### 1 Scope

This Technical Specification gives guidance on substrate selection, storage, and handling as well as essential characteristics of different test methods for quality testing of the adhesive bond between restorative dental materials and tooth structure, i.e. enamel and dentine. It includes a tensile bond strength measurement test, a test for measurement of marginal gaps around fillings, a microleakage test, and gives guidance on clinical usage tests for such materials. Some specific test methods for bond strength measurements are given for information in [Annex A](#).

This Technical Specification does not include requirements for adhesive materials and their performance.

### 2 Normative references

The following referenced documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

ISO 1942:2009, *Dentistry — Vocabulary*

ISO 3696:1987, *Water for analytical laboratory use — Specification and test methods*

ISO 3823-1:1997, *Dental rotary instruments — Burs — Part 1: Steel and carbide burs*

ISO 6344-1:1998, *Coated abrasives — Grain size analysis — Part 1: Grain size distribution test*

ISO 14155, *Clinical investigation of medical devices for human subjects — Good clinical practice*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in ISO 1942 and the following definitions apply.

#### 3.1

##### **adhere**

to be in a state of *adherence* (3.2)

#### 3.2

##### **adherence**

state in which two surfaces are held together by interfacial forces

#### 3.3

##### **adherend**

body that is held or is intended to be held to another body by an *adhesive* (3.5)

#### 3.4

##### **adhesion**

state in which two surfaces are held together by chemical or physical forces, or both, with the aid of an *adhesive* (3.5)

#### 3.5

##### **adhesive**

substance capable of holding materials together

PD ISO/TS 11405:2015  
**ISO/TS 11405:2015(E)**

### 3.6

#### **bond strength**

force per unit area required to break a bonded assembly with failure occurring in or near the *adhesive* (3.5)/*adherent* (3.3) interface

### 3.7

#### **microleakage**

passage of substances such as saliva, ions, compounds, or bacterial by-products between a cavity wall and the restorative material

### 3.8

#### **substrate**

material upon the surface of which an *adhesive* (3.5) is spread for any purpose such as bonding or coating

## 4 Sampling

The amount of test material should be sufficient for all planned tests and be from the same batch.

## 5 Test methods

This Technical Specification describes essential characteristics of various types of tests such as:

- a) tensile bond strength measurement;
- b) gap measurement tests for adhesion to dentine;
- c) microleakage tests;
- d) clinical usage tests.

NOTE See Reference [1] for shear bond strength.

For substrate selection, storage, and handling, specific characteristics are described in detail. For the apparatus used for bond strength measurements, general guidelines are given. It is not the intention to recommend the testing of each material by every test as some tests will not be appropriate. However, the quality and sophistication of a laboratory test may not compensate for the fact that the final evidence of adhesive properties should be a clinical usage test.

### 5.1 Bond strength tests

#### 5.1.1 General

Adhesive materials are used for many different purposes in the mouth. The choice of test should be considered according to the intended use of the material. ISO 29022[1] describes the ISO standard shear bond strength test for evaluating direct dental restorative materials. This Technical Specification describes a tensile bond strength test. In addition, several variations are described such as application in thin film and bulk, short, or long exposure time to a wet environment. A set of tests may be necessary to evaluate properly the bond strength of a material. When bond strength is to be measured, the raw data will be in units of force (N). It is necessary to convert this into stress units, i.e. force per unit area (MPa). Hence, control of the area and smoothness of the surface for application of the adhesive material is important.

Several pieces of apparatus are available for measuring the tensile or shear bond strength of an adhesive system. The critical requirements for selection of a suitable instrument for the small and sometimes, fragile specimens are the following:

- the ability to mount the tooth/material specimen in the apparatus and the universal testing machine without application of load (tensile, bending, shear, or torsion) on the specimen;

- a rigid construction in order to avoid elastic deformation (or displacement) of the apparatus and the connection to the testing machine;
- for tensile testing, the ability to apply a slowly increasing and unidirectional tensile load and the ability to align the specimen to avoid an uneven stress distribution during loading.

Large differences in bond strength results between different laboratories are common. Absolute values should therefore be treated with caution and it may be more appropriate to compare the ranking of materials.

In some circumstances, bond strength tests are only useful for screening. They may allow only rough guidance with respect to the clinical performance of an adhesive system. Low values are more likely correlated with poor clinical performance namely retention in adhesive cavities. However, bond strength values above a certain threshold value might not indicate better clinical performance.

### 5.1.2 Tooth substrate and storage

#### 5.1.2.1 Substrate

Use either human permanent premolars/molars or bovine mandibular incisors of animals for the measurement of bond strength. The donor bovine animals should not be more than five years old.

When measuring bond strength to human dentine, this Technical Specification recommends to use the buccal superficial dentine that is as close to enamel as possible in order to reduce variations. It is preferable to use third permanent molars from 16-year-old to 40-year-old individuals, if possible.

#### 5.1.2.2 Time after extraction

There is increasing evidence that changes in dentine occurring after extraction that may influence bond strength measurements. The effect may vary with different types of bonding materials. Ideally, bond strengths should be measured immediately post-extraction, but this is not generally feasible. It appears that most changes occur in the initial days or weeks after extraction and therefore, teeth one month, but not more than six months, after extraction should be used. Teeth that have been extracted for longer than six months may undergo degenerative changes in dentinal protein.

#### 5.1.2.3 Condition of teeth

Human teeth used for bond strength measurement should be caries-free and preferably unrestored. However, small and superficial restorations not in the adhesion test area may be acceptable. Root filled teeth should not be used.

There is some evidence to suggest that different teeth in the dentition may give different results with bonding to dentine and enamel. It is not possible to have complete control of variables such as the age of the donating patient, cultural and dietary history, state of health, or to standardize the composition and structure of the teeth.

#### 5.1.2.4 Storage of teeth

Immediately after extraction, human teeth should be thoroughly washed in running water and all blood and adherent tissue removed, preferably by the clinician using sharp hand instruments. Bovine teeth should be cleaned as soon as possible after extraction and the soft tissue in the pulp chamber should be removed in a similar fashion.

Teeth should then be placed in distilled water of grade 3 in accordance with ISO 3696:1987 or in a 1,0 % chloramine-T trihydrate bacteriostatic/bacteriocidal solution for a maximum of one week and thereafter, stored in distilled water (ISO 3696:1987, grade 3) in a refrigerator, i.e. nominal 4 °C. To minimize deterioration, the storage medium should be replaced at least once every two months. It is essential that no other chemical agents be used as they may be absorbed by tooth substance and alter its behaviour.

PD ISO/TS 11405:2015  
**ISO/TS 11405:2015(E)**

Licensed copy: University of Manchester Library, The University of Manchester Library, Version correct as of 18/07/2015

#### 5.1.2.5 Tooth surface preparation

A standard, reproducible, flat surface is required. Tooth surfaces should be kept wet at all times during preparation because exposure of a tooth surface to the air for several minutes may cause irreversible changes in bonding character. Dentine is especially sensitive to dehydration.

To control the planing and the angle of the surface during preparation, the tooth should be mounted in a holder by means of dental die stone or cold-curing resin.

**NOTE** The absorption of resin and the heat of polymerization may adversely affect the tooth. Use a slow setting, viscous resin. The pulp chamber of bovine teeth should be blocked, for example, by wax, to prevent penetration of resin into dentine. Alternatively, use a high viscosity potting medium that does not penetrate the pulp chamber. This may be verified by preparing a set of potted teeth and examining the pulp chambers for the presence of polymerized resin.

Ensure that the tooth has form (undercuts, holes, or retentive pins) that will secure retention in the mounting medium. Place the mounted tooth in water at  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$  as soon as possible.

Resins will set under water. Die stone should be allowed to set in 100 % RH.

A standard surface should be prepared by planing against silicon carbide abrasive paper with a grit size of P400 as defined in ISO 6344-1:1998 [median grain size  $(35,0 \pm 1,5) \mu\text{m}$ ] under running water.

Plane the exposed surface of the tooth on the wet carborundum paper fixed to a hard, plane surface. Grind until the surface is even and smooth when inspected visually. Discard teeth that have perforations into the pulp chamber. Ensure that the surface is confined to superficial coronal dentine and that the surfaces of all teeth have been prepared to a similar depth.

#### 5.1.2.6 Application of adhesive

The tooth surface prepared for application of adhesive material should be preconditioned according to the manufacturer's instructions. If no instructions are given, rinse with running water for 10 s and remove visible water on the surface with a filter paper or by a light/brief stream of oil-free compressed air immediately before application of the adhesive material. Mix if necessary and apply the adhesive material according to the instructions given by the manufacturer. The procedure should be performed at  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$  and  $(50 \pm 10) \%$  RH.

#### 5.1.3 Treatment of results

The bond strength values obtained by tensile or shear testing generally show large coefficients of variation, i.e. (20 - 50) %, and should be tested statistically by an appropriate method. If the coefficient of variation is above 50 %, a thorough inspection of the overall procedure is recommended.

Pre-test failures, unless clearly due to specimen mishandling, should be ascribed bond strength value of 0 MPa.

Bond strength results should be based on appropriate statistical methods and a sufficient number of specimens. If the data are normally distributed, a mean, standard deviation, and coefficient of variation may be calculated. Means may be compared by analysis of variance (ANOVA). However, results from adhesion testing are often not normally distributed. Therefore, the use of probability of failure calculated from the Weibull distribution function provides a suitable means of comparing many materials.<sup>[3]</sup> The stress to give 10 % failure ( $P_{f10}$ ) and that to give 90 % failure ( $P_{f90}$ ) are convenient ways of characterizing the strength of a bond. A minimum of 15 specimens is required in each group for the application of Weibull statistics. If the number of specimens is smaller, non-parametric tests should be used. In general, increasing the number of specimens gives more certainty in estimating the true mean and standard deviation.

**5.1.4 Tensile bond strength****5.1.4.1 General requirements**

Two critical parameters should be considered when designing test equipment and preparing specimens for tensile testing of bond strength

- alignment of the tensile forces acting on the specimen;
- limitation of the bonding area.

**5.1.4.2 Alignment**

The test apparatus should secure alignment between substrate and adhesive material, i.e. the tensile force should be applied at a 90° angle to the planed substrate surface.

The connection between the apparatus and the crosshead of the universal testing machine should be by a universal joint, chain, or wire.

**5.1.4.3 Adhesive and/or adherend material in bulk**

If it is intended that the adhesive should be applied as a thin film with the adherend material in bulk or that the adhesive material should be applied in bulk, a limitation of the bonding area is an important consideration<sup>[4]</sup> (see NOTE). A clearly defined and limited area for bonding has been used by many workers. This allows demarcation of the extent of the adhesive, restriction of the substrate treatment, and permits accurate measurement of the bonded surface. This may be achieved by a material holder with a sharp edge contacting the tooth surface and able to stabilize the material(s) on the tooth surface for curing.

**NOTE** During the drafting of the shear test described in ISO 29022,<sup>[1]</sup> data were considered that demonstrated negligible differences when using a bonding area limitation or without one (i.e. either protocol could be used to document a claim that a dental adhesive adheres to tooth substance). In the standard shear method, therefore, no limitation is specified. This simplifies the test procedure and removes any interference that a tape limiter may create [e.g. potential contamination from adhesive on a tape limiter, artificial effects on thickness, and shape (e.g. meniscus shape) of adhesive layer; difficulty air-thinning primers and bonding agents, difficulty placing multi-step bonding agents (e.g. that require rubbing action), and difficulty centring a mould over the masked-off area].

For light-curing adhesives or adherend materials, the material holder should give sufficient access to the curing light (e.g. by being made partly or totally of a transparent material). The amount of light energy reaching the material should be in accordance with the manufacturer's instructions.

Coat the inner part of the material holder with a mould-releasing agent when using material holders several times. Avoid coating the edge of the holder. Apply a thin layer of the adhesive material onto the tooth surface. Fill the material holder to slight excess with the adhesive or the adherend material and place it firmly in the correct position on the tooth. Ensure that the material holder maintains contact with the tooth surface in the correct alignment during fixation. The fixation of the material holder should be finished within the manufacturer's stated working time of the adhesive material.

If the manufacturer recommends a particular polymer composite restorative material for use with the adhesive under investigation, then this composite should be used for all tests of that adhesive.

**5.1.4.4 Adhesive material as thin film and adherend material as preformed rod**

If it is decided to restrict the bonding area and use an adherend rod, fix a thin tape of material that is non-reactive with the adhesive with a hole of the same dimensions as the contact area of the rod to the planed tooth surface. Apply a thin layer of the adhesive material on the tooth surface inside the hole in the tape and lower the adherend rod to contact the adhesive material inside the hole. Fix the rod in exact position and alignment and place a load of 10 N on top for 10 s. The total procedure from application of the material to the fixation of the upper rod should be performed within the manufacturer's stated working time. Remove the tape after curing without applying any adverse force on the bonded specimen.

PD ISO/TS 11405:2015  
**ISO/TS 11405:2015(E)**

#### 5.1.4.5 Storage of test specimens

Test specimens should be prepared at  $(23 \pm 2)$  °C and stored in water at  $(37 \pm 2)$  °C prior to testing. Storage in water for 24 h is normally sufficient to discriminate between materials that may withstand a wet environment and those that may not. Thermocycling between 5 °C and 55 °C may be used as an accelerated ageing test. Longer periods of water storage may be necessary to show durability of the bond. Simple water storage has been found to mimic clinically observed restoration degradation.<sup>[19]</sup>

The recommended procedures are the following:

- test type 1: short-term test after 24 h in water at 37 °C;
  - test type 2: thermocycling test comprising 500 cycles in water between 5 °C and 55 °C starting after (20 – 24) h storage in water at 37 °C;
- The exposure to each bath should be at least 20 s and the transfer time between baths should be (5 – 10) s.
- test type 3: long term test after six months storage in water at 37 °C (medium changed every seven days to avoid contamination).

The specimens should be tested for bond strength immediately after removal from water.

#### 5.1.4.6 Tensile loading

Perform the test at  $(23 \pm 2)$  °C and  $(50 \pm 10)$  % RH. Mount the tensile test specimen in the testing apparatus. Do not apply any bending or rotational forces to the adhesive material during mounting. Apply the tensile load as described in [5.1.4.7](#).

#### 5.1.4.7 Strain rate for bond breakage

The standard strain rate for testing a bonded specimen is recommended to be  $(0,75 \pm 0,30)$  mm/min crosshead speed or a loading rate of  $(50 \pm 2)$  N/min.

NOTE The stiffness of the various testing machines and bond assemblies varies widely and hence, loading rate is more meaningful than crosshead speed.

## 5.2 Gap measurement test for adhesion to dentine

### 5.2.1 General

The gap measurement test is another approach that may demonstrate the efficacy of an adhesive material that is intended to bond a filling material to dentine.<sup>[5],[6]</sup> This type of test involves the laboratory preparation of a tooth cavity and its subsequent filling by the test material or combination of materials. The resulting “restoration” and tooth are sectioned or ground to reveal the cavity wall/restoration interface.

If the filling has been placed correctly, the principal reason for the formation of a gap or gaps around it is the polymerization shrinkage of the restorative material system. The dentine-bonding agent is intended to withstand the forces of this shrinkage and, if it is totally effective, no gap will be formed.

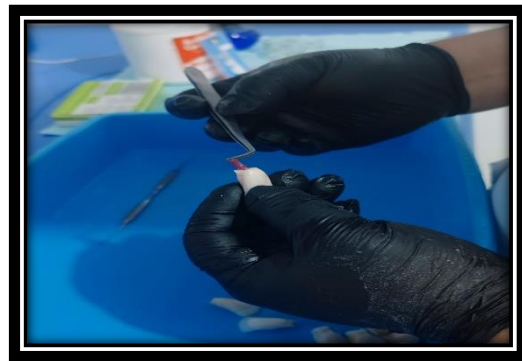
If the bond is partially effective at withstanding the forces, some of the polymerization shrinkage will be manifested by external dimensional changes before the interface breaks down. Therefore, a small gap will demonstrate a more effective agent compared to the one associated with a large gap. The test may be used to evaluate the effectiveness of the adhesive at various times after completion of the restoration.

It is important that if a particular bonding agent is recommended for a specific restorative material, then this particular combination should be tested. The test is technique sensitive and the tester needs good training in handling and application of all the materials used in the procedure as well as being proficient at dental cavity preparation.<sup>[5]</sup>

➤ **ANEXO B:** Extracción de dientes bovino.



➤ **ANEXO C:** Corte de raíz y sellado de la cámara del diente bovino.



➤ **ANEXO D:** Colocación de los dientes en base acrílico y distribución de grupos.



➤ **ANEXO E:** Ficha técnica de adhesivo de 5ta generación (Adper Single Bond 2).

## Adper Single Bond 2

### Adhesivo con nanotecnología



#### ■ Descripción

El Adhesivo Adper Single Bond 2 es un agente adhesivo a esmalte y dentina, de técnica adhesiva de grabado total. Presenta un copolímero funcional que ayuda a la resistencia contra el efecto deteriorante de la humedad del ambiente con una elevada humedad relativa.

Es rápido, fácil y práctico para el procedimiento adhesivo de rutina en la consulta dental.

Indicado para restauraciones directas e indirectas.

#### ■ Ventajas

- Tecnología de nanorelleno patentada que evita que el relleno se sedimente; no necesita agitar antes de usar.
- Su solvente de etanol/agua es menos volátil que el de los adhesivos con base de acetona, menos desperdicio y un desempeño más homogéneo.
- Contiene copolímero Vitrebond permitiendo una buena adhesión en dentina húmeda.
- Botella anaranjada translúcida que permite ver la cantidad de producto remanente.
- Versátil, indicado para restauraciones directas e indirectas
- Su tapa abatible (Flip-top) se cierra herméticamente minimizando la evaporación: menos desperdicio y un desempeño más homogéneo.

#### ■ Indicaciones de Uso

- Restauraciones directas adhesión de resinas compuestas foto polimerizables
  - Reparación de porcelana/resina
  - Desensibilización de superficies radiculares
- Adhesión de restauraciones indirectas en combinación con cemento de resina.

#### ■ Instrucciones de Uso



#### ■ Presentación

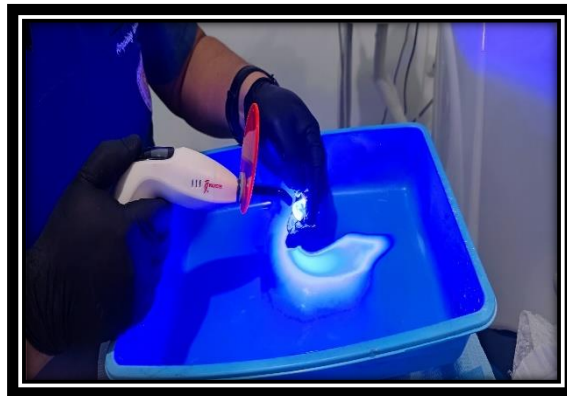
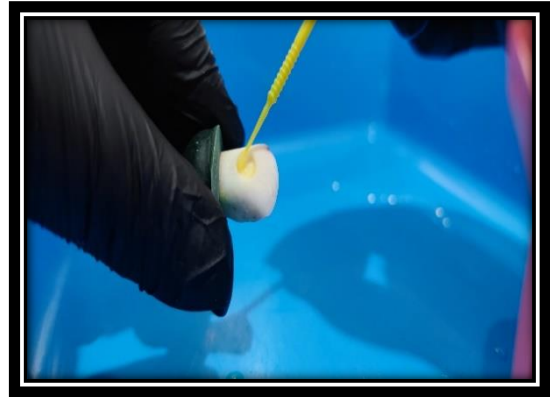
Adper Single Bond 2, botella 6 g.  
Instructivos

Actualizado Diciembre 2017

- **ANEXO F:** Preparación de las muestras para el sistema adhesivo 5tageneracion y 8va generación (Grabado total y autograbado).



- **ANEXO G:** Aplicación del adhesivo de 5ta generación (Adper Single Bond 2) control.



➤ **ANEXO H:** Ficha técnica de adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal).

## Single Bond Universal



### ■ Descripción

Single Bond Universal es un adhesivo fotopolimerizable de un componente, disponible en botella para la dosificación múltiple.

El adhesivo se utiliza dependiendo de la indicación:

- en el procedimiento «Self-Etch» (autograbado), para lograr un tiempo de tratamiento lo más corto posible y minimizar las sensibilidades postoperatorias.
- con grabado selectivo del esmalte, para maximizar la adherencia al esmalte dental y minimizar las sensibilidades postoperatorias.
- en el procedimiento «Total-Etch»( grabado total) con un paso previo de grabado con ácido fosfórico.

También sirve para cementar restauraciones indirectas en conjunto con RelyX Ultimate de 3M.

### ■ Ventajas

Capacidad de ser utilizado en cualquiera de las técnicas adhesivas, grabado total, grabado selectivo de esmalte o auto grabado.

Alta tolerancia a la humedad para permitir la unión constante a dentina grabada húmeda y seca, gracias a la presencia de Copolímero de Vitrebond.

Virtualmente no hay sensibilidad post-operatoria.

Actúa como acondicionador / adhesivo con capacidad para adherirse a sustratos indirectos (metales, óxido de zirconio, alúmina y cerámicas de vidrio) gracias a la presencia en su composición de MDP y Silano.

Nuevo formato tapa Flip Cap, de fácil apertura y cierre,

### ■ Indicaciones de Uso

Recomendaciones de uso bajo el composite:

Independiente si usted utiliza técnica de grabado total, de grabado selectivo de esmalte o técnica de autograbado; la técnica de colocación bajo el composite es la siguiente:

- Aplicar el adhesivo con el aplicador desechable cubriendo la superficie sustancia del diente y friccionar durante 20 segundos.
- Seguidamente soplar el líquido durante aprox. 5 segundos con aire suavemente, hasta que ya no se mueva y el disolvente se haya evaporado por completo.
- Polimerizar el adhesivo durante 10 segundos con una lámpara de fotocurado.

### ■ Presentación

Single Bond Universal: frasco de 5 ml

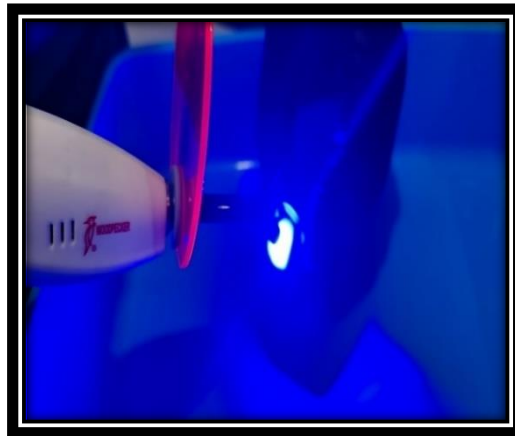
Single Bond Universal : frasco de 3 ml

Actualización Nov 2017

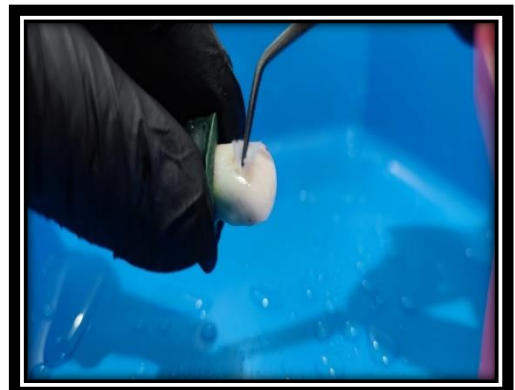
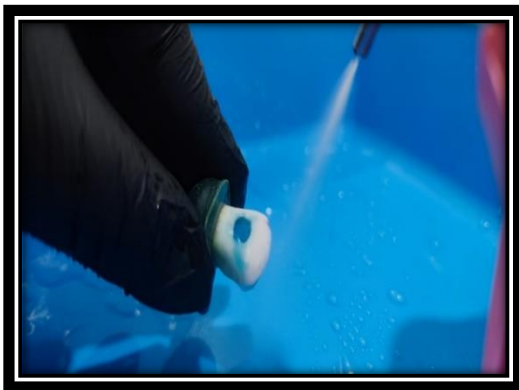
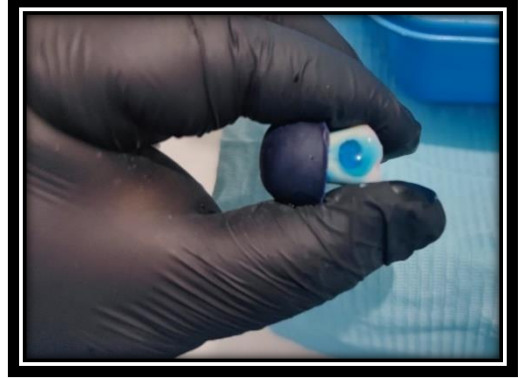
3M Chile. Centro de Atención al Consumidor ☎ 600 300 3636 ✉ atencionconsumidor@3m.com 🌐 www.3m.cl

**3M**

- **ANEXO I:** Aplicación del sistema adhesivo 8va generación (Single Bond Universal) autograbado.



➤ **ANEXO J:** Aplicación de Ac. Ortofosfórico al 37%.



➤ **ANEXO K:** Ficha técnica de resina Nanohíbrida 3M™ Filtek™. Z350 XT .

## Filtek Z350 XT

( Restaurador Universal con Nanotecnología)



### ■ Descripción

Filtek Z350 XT de 3M ESPE es un resina foto polimerización diseñada para ser utilizada en restauraciones anteriores y posteriores.

Necesita de un adhesivo dental, como Single Bond 2 o Single Bond Universal.

Disponible en un amplio rango de colores y en distintas opacidades, dentina, esmalte, cuerpo y translúcidos. Para realizar reconstrucciones en técnica de una solo opacidad, opacidad dual, y estratificación completa.

Viene en presentación de jeringas de 4 g.

### ■ Ventajas

#### Nanotecnología

- El 100% del tamaño del relleno es nanométrico, que le confieren un brillo y estética mayor que el resto de los composites.
- Por otro lado el contenido de nanocluster en el relleno ( aglomeraciones de nanopartículas), produce una integridad estructural ofreciendo un composite con gran resistencia a la fractura y al desgaste.

#### Versatilidad

- Se puede utilizar en técnica incremental con una sola opacidad, opacidad dual, o estratificación completa, dependiendo de los requerimientos estéticos de su paciente.
- Disponibles en: Opacidades dentina, cuerpo, esmalte y translúcidos para técnica estratificada.

### ■ Indicaciones de Uso

Restauraciones directas en anteriores y posteriores

- Fabricación de núcleos
- Ferulizaciones
- Restauraciones indirectas incluyendo inlays, onlays y carillas
- Restauraciones Clase I, II, III, IV y V
- Odontología Mínimamente Invasiva (OMI)
- Técnica sándwich con Ionómeros de vidrio
- Reconstrucción de Cúspides

Actualización Nov 2017

### ■ Instrucciones de Uso

#### Restauraciones anteriores y posteriores.

- Una capa → Cuerpo o Body
- Dual → Dentina / Esmalte o Cuerpo / Esmalte
- Multicapa o estratificación de 4 opacidades: → Dentina, Cuerpo, Esmalte, Translúcido.

#### Tiempos de Polimerización:

- Opacidades Cuerpo, Esmalte y Translúcidos:
- Capa de 1.5 a 2.0 mm 20 seg.

Opacidad dentina:

- Capa de 1.5 a 2.0 mm 30 seg.

### ■ Presentación

#### Jeringas de 4 g.:

Dentina: A1, A2, A3, A4; WD

Body: A1, A2, A3.5, A4, B1, B2, B3, C2, XWB

Esmalte: A1, A2, A3, B2, D2, WE, XWE,

Translúcido: AT, BT, CT, GT,

#### Kit 5 jeringas Filtek Z350 XT opacidades BODY (tonos cuerpo) + Adhesivo SBU (3 ml)

Tonos: A1B; A2B, A3B, A3.5B, B2B

#### Kit 5 jeringas Filtek Z350 XT opacidades BODY (tonos cuerpo) + Adhesivo SBond 2 (3 g)

Tonos: A1B; A2B, A3B, A3.5B, B2B

#### Kit 12 jeringas para estratificación Filtek Z350 XT (para estratificación en tonos A2, A3 y A3.5) + Adhesivo SBU (3ml)

Opacidades Dentina: A3D, A4D,

Opacidad Body (cuerpo): A2B, A3B, A3.5B, A4B.

Opacidad Esmalte: A1E, A2E, A3E, D2E

Opacidad Translúcido: AT y CT.

1 rueda de colores

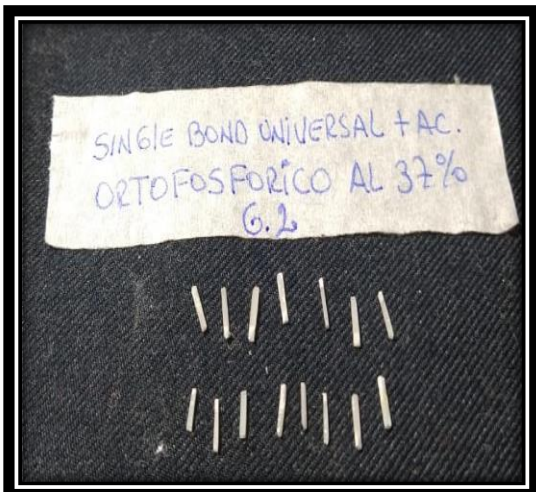
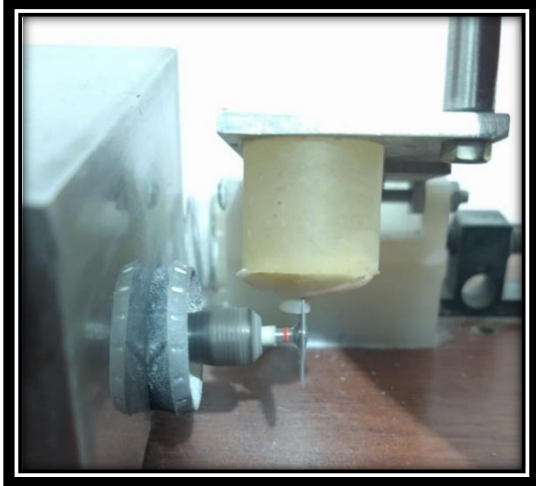
1 guía técnica

Instrucciones de uso

- **ANEXO L:** Colocación de la resina Nanohíbrida 3M™ Filtek™. Z350 XT para los grupos.



- ANEXO M: Corte y prueba de tracción para todas las muestras.



- ANEXO N: Carta de presentación al laboratorio de Operatoria dental.



**Universidad Nacional  
Federico Villarreal**

*"Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad"*

**FACULTAD DE  
ODONTOLOGIA**

---

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO**

Pueblo Libre, 03 de diciembre de 2019.

Oficio N° 0339-2019-DA-FO-UNFV

Magister  
**CATHERINE CHRISTIE RUIZ YASUDA**  
*Responsable del Taller Clínico de Operatoria*  
Presenta. -

**ASUNTO:** Recopilación de información para Ejecución de trabajo de Investigación.

**REFERENCIA:** Carta S/N de la Oficina de Grados y Títulos (29/11/2019)

---

*Es grato dirigirme a usted, para saludarla cordialmente y en atención al documento de la referencia, sírvase brindar las facilidades del caso al Bachiller **ARQUINIGO LAVADO HENRY FRANK**, con la finalidad de recopilar datos, la misma que estará bajo la supervisión de la Mg. Medina y Mendoza Julia Eibla, el cual permitirá desarrollar su trabajo de Investigación: Titulado: **"RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE RESTAURACIONES CON RESINA UTILIZANDO UN ADHESIVO UNIVERSAL CON GRABADO TOTAL Y AUTÓGRABADO EN DENTINA – IN VITRO"**.*

*Sin otro particular es propicio la oportunidad para expresarle los sentimientos de nuestra especial consideración.*

Atentamente,



**Mg. C.D. ELOY JAVIER MENDOZA GARCIA**  
*Director (e)*  
**Departamento Académico**

Se adjunta Protocolo de Tesis 045-2019 (13 folios)  
JFlor Barrera



---

Calle San Marcos N°351 - Pueblo Libre

Correo Electrónico: [dafo@unfv.edu.pe](mailto:dafo@unfv.edu.pe)

Teléfono: 747-0888 - Anexo 8327

➤ **ANEXO O:** Ficha de recolección de datos por cada grupo.

Especímenes: GRUPO 1: CONTROL (ADPER SINGLE BOND 2)			
n°	N	Mm <sup>2</sup>	Mpa
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Especímenes: GRUPO 2: EXPERIMENTAL (SINGLE BOND UNIVERSAL + AC. ORTOFOSFORICO AL 37%)			
n°	N	Mm <sup>2</sup>	Mpa
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Especímenes: GRUPO 3: EXPERIMENTAL (SINGLE BOND UNIVERSAL)			
n°	N	Mm <sup>2</sup>	Mpa
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

➤ **ANEXO P:** Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>¿Existe diferencias en la resistencia a la tracción de restauraciones con resina (Z350) utilizando un adhesivo universal con grabado total y autograbado en dentina in vitro?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar la resistencia a la tracción de restauraciones con resina Nanohíbrida (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando un adhesivo (Single Bond Universal) con grabado total y autograbado en dentina in vitro.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Evaluar la resistencia a la tracción de restauraciones con resina Nanohíbrida (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando un adhesivo (Single Bond Universal) con la técnica de autograbado en dentina.</li> <li>. Evaluar la resistencia a la tracción de restauraciones con resina Nanohíbrida (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando un adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal) con la técnica de grabado total en dentina y secado con gasa absorbente.</li> <li>. Evaluar la resistencia a la tracción de restauraciones con resina Nanohíbrida (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando un adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal) con secado con gasa absorbente.</li> <li>. Evaluar la resistencia a la tracción de restauraciones con resina Nanohíbrida (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando un adhesivo de 5ta generación (Adper Single Bond 2) con la técnica de grabado total en dentina y secado con gasa absorbente.</li> <li>. Comparar la resistencia a la tracción de restauraciones con resina Nanohíbrida (3M™ Filtek™. Z350 XT) utilizando un adhesivo de 8va generación (Single Bond Universal) con grabado total y autograbado en dentina con secado de gasa absorbente y el adhesivo de 5ta generación (Adper Single Bond 2) con la técnica de grabado total.</li> </ul>	<p>Variable dependiente: Resistencia a la tracción.</p> <p>Variable independiente: Técnicas de aplicación en dentina del adhesivo.</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Experimental, prospectivo, transversal.</p> <p><b>Población y muestra</b> La cantidad de muestra fue determinada con el ISO/TS-11405:2015 (Anexo 1) que nos indica que como mínimo debemos tener 15 especímenes por grupo, en total la muestra fue de 45 incisivos mandibulares de bovino divididos en 3 grupos.</p> <p><b>Instrumentos.</b> Ficha de recolección de datos Máquina de ensayo universal CMT-5L.</p> <p><b>Análisis de datos</b> Se usó el programa estadístico Spss v.24.0 y la base de datos fue Excel. Los resultados obtenidos se presentan en cuadros y figuras. Los datos no muestran una distribución normal, las medias pueden compararse por la prueba F (Fisher).</p>

## ➤ ANEXO Q: Carta de presentación.

Lima, 14 de mayo del 2023

Ing. ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN

Gerente

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

Presente:

De mi especial consideración:

Yo, HENRY FRANK ARQUINIGO LAVADO bachiller de odontología, tengo el agrado de dirigirme y presentarme ante usted, quien me encuentro realizando el trabajo de tesis titulado:

**RESISTENCIA A LA TRACCION DE RESTAURACIONES CON RESINA UTILIZANDO UN ADHESIVO UNIVERSAL CON GRABADO TOTAL Y AUTOGRABADO EN DENTINA – IN VITRO**

En tal virtud, mucho agradeceré que me brinde las facilidades del caso para la recopilación de datos, la cual permitirá el desarrollo de mi trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente:

  
Arquinigo Lavado Henry Frank  
DNI 70378319



➤ **ANEXO R: Certificado de calibración de la máquina de ensayos.**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LMF - 2022 - 018**

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2022-08-16  
Fecha de expiración: 2023-08-16  
Expediente: LMC-2022-0098

**1. SOLICITANTE : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.**  
Dirección : Nro. 1199 Int. 116 Urb. Los Jardines de San Juan, Etapa II, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MAQUINA DIGITAL DE ENSAYOS UNIVERSALES**

Marca	: LG	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades 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.  El usuario está en la obligación de recalibrar 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.
Modelo	: CMT-5L	
Serie	: 7419	
Identificación	: No indica	
Rango de indicación	: 5000,00 N	
División mínima	: 0,01 N	
Tipo de Ensayo	: Tracción	
Tipo de indicación	: Digital	
Procedencia	: Corea	
Ubicación	: No indica	
Fecha de Calibración	: 2022-08-15	

**3. METODO DE CALIBRACIÓN:**

\* La calibración se realizó por medición directa y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad nacional. Se tomó como referencia la norma ISO 7500-1: 2004 Materiales Metálicos. Verificación de máquinas de ensayos universales parte 1. Máquinas de ensayo tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.

LABORATORIOS MECALAB S.A.C. no es responsable 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.

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

**5. CONDICIONES AMBIENTALES:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,1 °C	20,4 °C
Humedad Relativa (%HR)	59 %HR	57 %HR

**6. PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón	Identificación	Certificado de Calibración
ISI-INACAL	Trazabilidad	PT-III-02	LII-084-2021 Cal. Septiembre
BMELAB	Juego de pesas 1 g a 2 kg / M2	PM-042-02	LMB-2022-008 Cal. Febrero 2022
BMELAB	Juego de pesas 5 kg, 10 kg, 20 kg / M2	PM-042-01	LMB-2022-024 Cal. Marzo 2022



Gerente de Metrología



Firmado digitalmente  
por Jorge Padilla Dueñas  
Fecha: 2022.08.16  
10:05:52 -05'00'

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIOS MECALAB S.A.C."

**7. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:****MEDICIÓN DE TRACCIÓN**

Indicación del Patrón (N)	Indicación del Equipo (N)	Corrección (N)	Incertidumbre (N)
500,00	501,13	-1,13	2,66
1 000,00	1002,35	-2,35	3,91
1 500,00	1501,94	-1,94	6,46
2 000,00	2003,05	-3,05	9,01
2 500,00	2504,22	-4,22	14,02
3 000,00	3005,86	-5,86	18,94
3 500,00	3507,46	-7,46	17,19
4 000,00	4009,69	-9,69	15,64
4 500,00	4515,35	-15,35	18,96
5 000,00	5020,01	-20,01	21,59

Indicación del Equipo (N)	Errores Relativos				Incertidumbre Expandida U (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad h (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	
501,13	-0,23	0,28	—	—	0,53
1 002,35	-0,23	0,25	—	—	0,59
1 501,94	-0,13	0,34	—	—	0,43
2 003,05	-0,15	0,33	—	—	0,45
2 504,22	-0,17	0,40	—	—	0,56
3 005,86	-0,19	0,32	—	—	0,63
3 507,46	-0,21	0,32	—	—	0,49
4 009,69	-0,24	0,34	—	—	0,59
4 515,35	-0,34	0,23	—	—	0,42
5 020,01	-0,40	0,29	—	—	0,43

Retorno a cero $f_g$	0,00%
----------------------	-------

Error relativo máximo permitido según la clase de la escala de la máquina de ensayo (ISO 7500-3)

Clase de la escala de la máquina	Errores Relativos				
	Exactitud q (%)	Repetibilidad h (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	Cero $f_g$ (%)
0,50	± 0,5	0,50	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,00	± 1,5	0,50	± 0,1
2	± 2,0	2,00	± 3,0	1,00	± 0,2
3	± 3,0	3,00	± 4,5	1,50	± 0,3

**8. OBSERVACIONES:**

- El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
- La incertidumbre de la medición que se presenta está basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

**9. CONCLUSIONES:**

- De las mediciones realizadas se concluye que el equipo se encuentra **calibrado** debido a que los valores medidos están dentro del rango normal de operación.
- Se recomienda realizar la próxima calibración en un plazo no mayor a un año desde la emisión de la misma.

FIG. DEL DOCUMENTO

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIO MÉCANICA S.A.C."