

## **Información Importante**

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Bibliotecas Bucaramanga**  
**Universidad Santo Tomás**

**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA AL  
CIZALLAMIENTO ENTRE DOS TÉCNICAS DE  
CEMENTACIÓN PARA LAS CERÁMICAS HÍBRIDAS  
ENAMIC**

Yolanda del Pilar Arenas Durán, Jorge Armando Gómez Aldana y  
Doris Esperanza Moreno Olaya

Trabajo de grado para optar el título de Especialistas en Rehabilitación Oral

Director  
Bernardo Enrique Mesa Gómez  
Tecnólogo en Laboratorio Dental

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga  
División de Ciencias de la Salud  
Facultad de Odontología  
2017

## RESUMEN

**Introducción:** Los sistemas cerámicos permiten la elaboración de restauraciones individuales así como restauraciones protésicas de múltiples unidades, con características de alta estética acompañadas de excelente función, se hace necesario formular los protocolos requeridos para la preparación de superficies de estas restauraciones y la selección de los agentes cementantes específicos, con la finalidad de asegurar una verdadera integración adhesiva entre los sustratos cerámicos y estructura dental. Los cementos de resina de fotocurado o duales son los materiales de elección para las restauraciones indirectas dadas sus excelentes propiedades ópticas, adecuado grosor de la película y propiedades mecánicas. El desarrollo de las restauraciones indirectas sólo sería posible gracias al uso de los cementos dentales, entre ellos los cementos a base de resina.

**Hipótesis:** existe diferencia en el grado de resistencia al cizallamiento entre las técnicas de cementación adhesiva y no adhesiva para la cerámica híbrida de la marca elegida. **Objetivos:** Comparar la resistencia al cizallamiento de premolares restaurados con cerámica híbrida Enamic utilizando las técnicas de cementación adhesiva y no adhesiva. **Materiales y métodos:** Fueron seleccionados 60 primeros premolares superiores, extraídos con fines ortodónticos previo consentimiento informado. Los dientes fueron asignados al azar en dos grupos: A1 (técnica de cementación adhesiva), A2 (técnica de cementación no adhesiva). Cada grupo estuvo conformado por 30 dientes, a los cuales se les realizó de manera individual un cubo en acrílico con medidas 2x2 cm, un corte horizontal a nivel del tercio medio con 3mm de cúspide y a 2 mm de fosa central. Estos cortes se realizaron con una fresadora BegoParaskop M con disco de diamante sinterizado. Sobre cada muestra se diseñó una reconstrucción que cumpliera con un estándar de morfología para los premolares según la librería dispuesta por el software (CAD/CAM). Los procedimientos para la cementación en los dos grupos, se desarrollaron de acuerdo a los protocolos establecidos. Posteriormente fueron sometidos bajo una carga de cizallamiento constante en la máquina de ensayo Instron a una velocidad de ensayo de 05mm/min hasta el punto de fractura. La carga fue medida en Newtons y convertida en resistencia al cizallamiento en MPa (Fuerza (F) por área ( $\pi r^2$ ):  $F/\pi r^2$ ). **Resultados:** Aunque el tiempo de resistencia a la fragmentación con la fuerza aplicada fue superior en los dientes sometidos a técnica no adhesiva (más de 50 segundos entre los dientes sometidos a técnica adhesiva 285,8 segundos versus no adhesiva 338,8 segundos), estas diferencias no resultaron significativas de manera estadística, así como tampoco los promedios de las fuerzas aplicadas hasta la fragmentación (adhesiva 504,1 Newtons versus no adhesiva 503,8 Newtons), ni el desplazamiento como consecuencia de la misma (adhesiva 2,4 milímetros versus no adhesiva 2,9 milímetros).

**Palabras Claves:** cerámica híbrida, resistencia de cizallamiento, técnica adhesiva, técnica no adhesiva, área de superficie

## ABSTRACT

**Introduction:** Ceramic systems allow the development of individual restorations as well as prosthetic restorations of multiple units, with high esthetics characteristics accompanied by excellent function, it is necessary to formulate the protocols required for the preparation of surfaces of these restorations and the selection of agents Cementants, in order to ensure a true adhesive integration between the ceramic substrates and dental structure. Photocuring or dual resin cements are the materials of choice for indirect restorations given their excellent optical properties, adequate film thickness and mechanical properties. The development of indirect restorations would only be possible thanks to the use of dental cements, including resin cements.

**Hypothesis:** there is a difference in the degree of shear strength between adhesive and non-adhesive cementation techniques for the hybrid ceramics of the chosen brand. **Objectives:** To compare the shear strength of restored premolars with Enamic hybrid ceramics using adhesive and non-adhesive cementation techniques. **Materials and methods:** The first 60 upper premolars were selected for orthodontic purposes with prior informed consent. The teeth were randomly assigned to two groups: A1 (adhesive cementation technique), A2 (non-adhesive cementation technique). Each group consisted of 30 teeth, each of them individually made of an acrylic cube measuring 2x2 cm, a horizontal cut at the level of the middle third with 3 mm of cusp and a 2 mm of central fossa. These cuts were performed with a BegoParaskop M milling machine with sintered diamond disk. On each sample, a reconstruction was designed that fulfilled a standard of morphology for the premolars according to the library provided by the software (CAD / CAM). The procedures for cementation in the two groups were developed according to established protocols. Subsequently they were subjected under a constant shear load on the Instron test machine at a test speed of 05mm / min to the point of fracture. The load was measured in Newtons and converted to shear strength in MPa (Force (F) by area ( $\pi r^2$ ):  $F / \pi r^2$ ).

**Results:** Although the time of resistance to fragmentation with the force applied was higher in the teeth submitted to non-adhesive technique (more than 50 seconds between the teeth submitted to adhesive technique 285.8 seconds versus non-adhesive 338.8 seconds), these Differences were not statistically significant, nor were the mean values of the forces applied until the fragmentation (adhesive 504.1 Newtons versus non-adhesive 503.8 Newtons), nor the displacement as a consequence of the same (adhesive 2.4 mm versus Non-adhesive 2.9 mm).

**Keywords:** Hybrid ceramics, shear strength, adhesive technique, non-adhesive technique, surface area

## CONTENIDO

RESUMEN .....	2
1. Introducción.....	9
1.1 Planteamiento del Problema.....	9
1.2. Justificación.....	10
2. Marco teórico .....	11
2.1. Materiales Cerámicos en Odontología.. .....	11
2.1.1. Clasificación de las Cerámicas Dentales .....	11
2.2. Adhesión.....	17
2.2.1. Adhesión a los tejidos dentarios .....	17
2.2.2 Clasificación de los Sistemas Adhesivos.....	19
2.2.3. Fracasos en la Adhesión. ....	21
2.3. Cementación de Restauraciones Indirectas.....	26
2.4. Restauraciones Cerámicas.....	27
2.5. Cementación Adhesiva y no Adhesiva.....	27
2.6. Retención no Adhesiva o Mecánica. ....	28
2.7. Técnica no adhesiva .....	28
2.7.1. Acondicionamiento de la sustancia dental: .....	28
2.7.2. Acondicionamiento de la restauración. ....	28
2.7.3. Colocación de la restauración: .....	29
2.7.4. Retención Adhesiva o Química. ....	29
2.8. Técnica adhesiva .....	29
2.8.1. Acondicionamiento del sustrato dental.....	29
2.8.2. Acondicionamiento de la restauración cerámica: .....	29
2.8.3. Colocación de la restauración: .....	30
2.9. Clasificación de los Cementos Según su Capacidad de Adhesión.....	30
2.9.1. Cementos De Resina. ....	30
2.9.2. Composición. Fase Líquida o Matriz:.....	30
2.9.3. Cementos de resina sin relleno. ....	30
2.9.4. Cementos de resina con relleno no autograbante.....	30
2.10. Características de los Cementos. ....	30
2.11. Propiedades de los cementos.....	31

2.12. Fuerzas de Cizallamiento.....	31
3. Objetivo General.....	32
3.1. Objetivos Específico. ....	32
4. Hipótesis. ....	32
5. Metodología.....	32
5.1. Tipo de Estudio. Estudio experimental in vitro.....	32
5.2. Muestra.....	32
5.2.1. Criterios de Inclusión.....	32
5.2.2 Criterios de Exclusión .....	33
5.2.3. Prueba Piloto.....	33
5.2.4. Estandarización de la técnica.....	33
5.3. Variables.....	33
5.4. Procedimiento.....	34
5.4.1. Preparación de la muestra.....	34
5.4.2. Protocolo de Cementación para Técnica Adhesiva y Técnica No adhesiva.....	35
5.4.3. Análisis de datos. ....	36
6. Resultados.....	36
7. Discusión. ....	41
7.1. Conclusión.....	42
7.2. Recomendaciones.....	43
8. Consideraciones Éticas. ....	43
9. Bibliografía .....	44
Apéndices.....	48
A. Estudio Comparativo in Vitro de la Resistencia de Cizallamiento entre dos Técnicas de Cementación para las Cerámicas Híbridas.....	48

## Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Clasificación de las cerámicas dentales según su punto de fusión</i> .....	14
<i>Tabla 2. Operacionalización de variables</i> .....	33
<i>Tabla 3. Protocolo de Cementación para Técnica Adhesiva y Técnica No adhesiva</i> .....	35
<i>Tabla 4. Promedios globales de tiempo, fuerza y desplazamiento</i> .....	37
<i>Tabla 5. Promedios de tiempo, fuerza y desplazamiento, en las muestras sometidas a la técnica adhesiva</i> .....	37
<i>Tabla 6. Promedios de tiempo, fuerza y desplazamiento, en las muestras sometidas a la técnica no adhesiva</i> .....	37
<i>Tabla 7. Prueba U de Mann Whitney para la suma de rangos de los tiempo y desplazamiento de las muestras por tipo de técnica</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Tabla 8. Prueba t de student para el promedio de la fuerza para la fragmentación de las muestras por tipo de técnica</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Tabla 9. Comparación de percentiles de los tiempos por tipo de técnica</i> .....	39

**Lista de Figuras**

*Figura 1. Diagrama de caja de los tiempos para la fragmentación por tipo de técnica (1 adhesiva, 2 no adhesiva)..... 39*

*Figura 2. Diagrama de caja de la fuerza aplicada para la fragmentación por tipo de técnica (1 adhesiva, 2 no adhesiva)..... 40*

*Figura 3. Diagrama de caja del desplazamiento por tipo de técnica (1 adhesiva, 2 no adhesiva).  
..... 40*

**Lista de Apéndices**

	Pág.
A. Estudio Comparativo in Vitro de la Resistencia de Cizallamiento entre dos Técnicas de Cementación para las Cerámicas Híbridas .....	48

## Estudio Comparativo in Vitro de la Resistencia al Cizallamiento entre dos Técnicas de Cementación para las Cerámicas Híbridas Enamic.

### 1. Introducción.

Con el desarrollo de los diferentes sistemas cerámicos, que permiten la elaboración de restauraciones individuales así como restauraciones protésicas de múltiples unidades, con características de alta estética acompañadas de excelente función, se hace necesario formular los protocolos requeridos para la preparación de superficies de estas restauraciones y la selección de los agentes cementantes específicos, con la finalidad de asegurar una verdadera integración adhesiva entre los sustratos cerámicos y dentinarios.

Los cementos de resina de fotocurado o duales son los materiales de elección para las restauraciones indirectas dadas sus excelentes propiedades ópticas, adecuado grosor de la película y sus propiedades mecánicas.

El desarrollo de las restauraciones indirectas sólo sería posible gracias al uso de los cementos dentales, entre ellos los cementos a base de resina. La variedad disponible de agentes cementantes como de cerámicas, provee una cantidad de combinaciones entre ambos, aún más complejo se torna al considerar el tratamiento tanto de las superficies dentaria como restauradora.

Los sistemas completos en cerámica han evolucionado dramáticamente en los últimos 20 años como respuesta a la creciente demanda de los pacientes por restauraciones libres de metal y los crecientes esfuerzos de los fabricantes para crear materiales dentales con propiedades biomecánicas y ópticas superiores aplicables a este tipo de restauraciones indirectas, adicionalmente, son sistemas que presentan mayor translucidez, transmisión de la luz, biocompatibilidad, baja conductibilidad térmica, resistencia a la abrasión, estabilidad del color y menor acumulo de placa bacteriana.

**1.1 Planteamiento del Problema.** La remoción del tejido cariado se basa en la experiencia clínica para diferenciar entre la dentina normal y la dentina infectada. El diagnóstico de la dentina cariada se define, excesivamente por los cambios en la consistencia y en la coloración de esa estructura, causados por la desorganización mineral y la eventual pigmentación derivada de la degradación proteica del colágeno. La caries dental se considera un problema de salud pública, debido a las altas prevalencias en la población colombiana, esta enfermedad tiene mayor incidencia en la población adolescente y su efecto aumenta en edades mayores con un porcentaje del 85 al 97 % de la población. Otras de las causas es la incidencia anual de las fracturas completas de dientes permanentes, está en torno al 5% de las cuales el 3.1% ocurre en molares y 1.3% en premolares. Las fracturas completas de los dientes son relativamente fáciles de diagnosticar y su tratamiento generalmente incluye las restauraciones o reconstrucciones de la corona dentaria. Esto nos conlleva a realizar restauraciones o reconstrucciones dentales. (1). (2)

La creciente demanda de restauraciones estéticas implica la evolución en las técnicas de fabricación de restauraciones libres de metal. Es tanta la importancia que ha tomado este tema,

que en la actualidad existen múltiples sistemas cerámicos que buscan el equilibrio entre los factores estéticos, biológicos, mecánicos y funcionales. (3).

Sin embargo, el 50% del éxito de una restauración indirecta se debe al manejo de los cementos por parte del profesional, constituyéndose la cementación como requisito esencial para la durabilidad de las restauraciones dentales. Por tal razón, se requiere seguir una técnica clínica para lograr que la mezcla, la dispersión y la carga del cemento se encuentren de manera adecuada. (4).

De otra parte, el uso de técnicas tradicionales para la cementación de los nuevos sistemas cerámicos, presenta un número significativo de fracasos y una menor longevidad de las restauraciones dentales indirectas. (4)

Igualmente se ha aumentado la evidencia de la importancia de los cementos, por tal motivo, es necesario conocer las propiedades de cada uno antes de realizar su selección. (4)

En los últimos 10 años se ha tratado de lograr una eficaz adhesión entre los materiales de restauración y el sustrato dental. Las técnicas adhesivas se basan en la investigación de la capa híbrida, química y mecánica de la adherencia, Intentando acortar la aplicación del tiempo de trabajo y reducir el número de pasos, con la creación de nuevos sistemas cerámicos y la calidad de las restauraciones estéticas, llevándolas a un mayor uso clínico. (5)

Según Christine Keul y Colaboradores en su estudio de los diferentes materiales utilizados en (CAD/CAM) encontraron que los métodos que utilizan pretratamientos presentan mejores resultados de adhesión y mayor éxito clínico (6).

Una de los métodos para evaluar la eficacia de estas técnicas de cementación es la aplicación de fuerzas tangenciales. La resistencia al cizallamiento puede ser definida como la carga necesaria para producir una fractura en la interfase de unión entre dos materiales cuando se aplican fuerzas paralelas de sentido contrario. (7)

Las casas comerciales pioneras y productoras de las cerámicas híbridas (VITA – 3M) proponen dos diferentes técnicas de cementación adhesiva y no adhesiva.

Las razones expuestas anteriormente, pretende dar respuesta a la pregunta: ¿Existe diferencia en la resistencia al cizallamiento entres dos técnicas de cementación adhesiva y no adhesiva para cerámicas híbridas?

**1.2. Justificación.** La primera cerámica dental híbrida en el mundo es una estructura dual que combina la mejor cerámica y el composite. Con el (CAD/CAM) diseño asistido por computador/maquinado asistido por computador, estos materiales no solo están indicados para inlays, onlays, mesoestructuras, pilares personalizados, carillas anteriores y posteriores; También se pueden utilizar para la fabricación de restauraciones mínima mente invasivas como lentes cerámicos y restauraciones en áreas con espacios limitados. (8)

La estructura dominante de la cerámica y la estructura de refuerzo de polímero están fusionadas entre sí, gracias a esta cadena de cerámica polímero, los beneficios plásticos de una resina se le imprimen a este producto híbrido. (9)

La investigación que se realizará es de gran importancia clínica debido a que estos novedosos materiales, que aún no están clasificados ni como resinas compuestas ni como cerámicas puras, poseen una correcta técnica de cementación, no hay suficiente evidencia aún que nos asevere el protocolo a seguir.

Mediante esta investigación queremos corroborar cuál de las dos técnicas de cementación planteadas por las casas comerciales es la más adecuada para este tipo de materiales.

## **2. Marco teórico**

**2.1. Materiales Cerámicos en Odontología.** Hablar de restauraciones estéticas implica hablar de restauraciones sin metal, han sido tan importantes los cambios y aportaciones en este campo en los últimos años que en la actualidad existen multitud de sistemas cerámicos. Todos ellos buscan el equilibrio entre los factores estéticos, biológicos mecánicos y funcionales. (10).

En la actualidad las restauraciones cerámicas presentan grandes ventajas frente a las restauraciones de resinas directas como mayor adaptación marginal, biocompatibles, durabilidad, resistencia al desgaste, resistencia a la corrosión, resistencia a la flexión, resistencia a la fractura, resistencia a la pigmentación y configuración morfológica. (11).

Durante los últimos 20 años de alta tecnología aplicados a las cerámicas dentales han permitido el desarrollo de distintas formas de obtención de restauraciones cerámicas, como coladas, prensadas, inyectadas, infiltradas, maquinadas e híbridas. (12), (13). (14).

Para seleccionar la cerámica más adecuada es necesario conocer las principales características de estos materiales y sus técnicas de confección. (14).

### ***2.1.1. Clasificación de las Cerámicas Dentales***

*2.1.1.1. Según su composición química: Un material cerámico es aquél de naturaleza inorgánica o mineral, no metálico, que se procesa mediante calor, en un horno o al fuego y cuya estructura final es parcial o totalmente cristalina. La mayoría de las cerámicas dentales, tienen una estructura mixta, es decir, son materiales compuestos formados por una matriz vítrea (cuyos átomos están desordenados) en las que se encuentran inmersas partículas más o menos grandes de minerales cristalizados (cuyos átomos si están dispuestos uniformemente). Es importante señalar que la fase vítrea es la responsable de la estética de la porcelana mientras la fase cristalina es la responsable de la resistencia. Por lo tanto la microestructura de la cerámica tiene una gran importancia clínica ya que el comportamiento estético y mecánico de un sistema depende directamente de su composición. (14) (15)*

Los cambios estructurales que se han producido en las porcelanas a lo largo de la historia hasta llegar a las actuales cerámicas. Químicamente, las porcelanas dentales se pueden agrupar en tres grandes grupos: feldespáticas, aluminosas y circonosias. (3). (14). (15).

- **Cerámicas Feldespáticas.** Contiene tres elementos básicos de la cerámica: feldespato, cuarzo y caolín. Con el paso del tiempo, la composición de estas porcelanas se fue modificando hasta llegar las actuales cerámicas feldespáticas, que constan de una magna de feldespato en el que están dispersas las partículas de cuarzo y en menor medida el caolín. El feldespato al descomponerse en vidrio, es el responsable de la translucidez de la porcelana. El cuarzo constituye la fase cristalina. El caolín confiere plasticidad y facilita el manejo de la cerámica cuando aún no está cocida. Además para Disminuir la temperatura de sinterización de la mezcla siempre se incorporan fundentes. Conjuntamente, se añaden pigmentos para obtener distintas tonalidades. Al tratarse básicamente de vidrios poseen unas propiedades ópticas que permiten conseguir buenos resultados estéticos; pero al mismo tiempo son frágiles y, por lo tanto, se usan en prótesis fijas y si no se apoyan sobre una estructura. Por este motivo, se utilizan para recubrimiento de estructuras metálicas o cerámicas. (3). (14). (15).

Debido a la alta demanda estética de las restauraciones, se fue modificando la composición de las cerámicas hasta encontrar nuevos materiales que tuvieran una tenacidad adecuada para confeccionar restauraciones totalmente cerámicas. Por lo cual surgieron las porcelanas feldespáticas de alta resistencia. Estas tienen una composición muy similar a la anteriormente descrita. Poseen un alto contenido de feldespato pero se caracterizan por que incorporan la masa cerámica a determinados elementos que aumentan la resistencia mecánica (100-300 MPa). Entre ellas encontramos:

Optech-HSP (Jeninc), Fortess<sup>®</sup> (Myron Int), Finesse<sup>®</sup>AllCeramic (Dentsply)e IPS Empress I (Ivoclar): Deben su resistencia de una dispersión de microcristales de leucita, repartidos en forma uniforme en la matriz vítrea. La leucita refuerza la cerámica porque sus partículas al enfriarse sufren una reducción volumétrica porcentual mayor a la de vidrio circundante. Esta diferencia de volumen entre los cristales y la masa amorfa genera unas tensiones residuales que son los responsables de contrarrestar la propagación de las grietas.

IPS Empress II (Ivoclar): Este sistema consta de una cerámica feldespática reforzada con disilicato y ortofosfato de litio. La presencia de estos cristales mejora la resistencia pero también aumenta la opacidad de la masa cerámica. Con este material podemos realizar la estructura interna de la restauración. Para conseguir buen resultado estético, es necesario recubrir el núcleo con una cerámica feldespática convencional.

IPS e max Preses. Cad (ivoclar): Estas nuevas cerámicas feldespáticas están reforzadas por cristales de disilicato de litio. Sobre estas cerámicas se aplica una porcelana feldespática convencional para realizar el recubrimiento estético mediante la técnica de capas. (3). (14). (15).

- **Cerámica Aluminosa:** Estas cerámicas incorporan cantidades importantes de óxido de aluminio provocan en la porcelana una reducción importante de la translucidez, que obliga a realizar tallados agresivos para alcanzar una buena estética. (3). (14). (15).

Cuando la proporción de alúmina supera el 50% se produce un aumento significativo de la opacidad. Por este motivo, en la actualidad las cerámicas de alto contenido de óxido de aluminio se reservan únicamente para la confección de estructuras internas, siendo necesaria recubrirlas con porcelanas de menor cantidad de alúmina, para lograr un buen mimetismo con el diente natural.

Los sistemas más representativos son:

**In ceram Alumina (vita):** Fabricación de coronas y puentes cortos utiliza cerámica compuesta en un 99% por óxido de aluminio sin fase vítrea.

**In-Ceram Spinell (Vita):** El óxido de magnesio a (28%) junto con el óxido de aluminio (72%) forma un compuesto denominado espinela ( $mGai_{204}$ ) están indicadas para elaborar núcleos de dientes vitales anteriores.

**In Ceram Zirconia (vita):** Estas restauraciones se caracterizan por una elevada resistencia, ya que está compuesta por alumina (67%) reforzada con zirconia (33%) e infiltrada con vidrio. Su tenacidad y tensión de la cerámica permite uso en puentes posteriores.

**Procera<sup>®</sup> Allceram (Nobel Bicare):** Este sistema emplea una alúmina de elevada densidad y pureza (>99,5%). Sus cofias se fabrican mediante un proceso prensado isostático en frío y sinterización final de 1550 °C. Con esta técnica, el material se compacta hasta una densidad teórica adquiriendo una microestructura cristalina. El resultado es una cerámica con una alta resistencia mecánica porque al desaparecer el espacio residual entre los cristales reduce la aparición de fisuras. (3). (14). (15).

- **Cerámicas Circoniosas:** Estas cerámicas de última generación están compuestas por óxido de circonio altamente sinterizado (95%), estabilizado con óxido de itrio (5%). El óxido de circonio ( $ZrO_2$ ) también se conoce químicamente con el nombre de zirconia o circona. La principal característica es su elevada tenacidad a que su microestructura es totalmente cristalina y posee un mecanismo de refuerzo denominado transformación resistente. Consiste en que la zirconia parcialmente estabilizada ante una zona de alto estrés mecánico como es la punta de una grieta sufre una transformación de fase cristalina, pasa de forma tetragonal a monoclinica. Adquiriendo resistencia y evita la fractura. (3). (14). (15).

Estas cerámicas presentan una resistencia a la flexión entre 1.000 y 1500 MPa, superando un amplio margen al resto de las porcelanas. La zirconia es considerada como acero cerámico. Estas características físicas han convertido a estos sistemas en candidatos para elaborar cerámicas en zona de alto compromiso mecánico. A este grupo pertenecen las cerámicas dentales de última generación: DC-Zircon<sup>®</sup> (DCS), Cercon<sup>®</sup> (Dentsply), In-Ceram<sup>®</sup> YZ (Vita), Procera<sup>®</sup> Zirconia (Nobel Biocare), Lava<sup>®</sup> (3M Espe), IPS e.max<sup>®</sup> Zir-CAD (Ivoclar), etc. Al igual que las aluminosas de alta resistencia, estas cerámicas son muy opacas (no tiene fase vítrea) y por ello se emplean para restauración de núcleos. (3). (14). (15).

**2.1.1.2. Según la temperatura de procesado.** Clásicamente las porcelanas se han clasificado según su temperatura de procesado en porcelanas de alta fusión, media fusión y baja fusión y ultra baja fusión. (3). (14). (15).

Tabla 1. Clasificación de las cerámicas dentales según su punto de fusión

Clasificación	Temperatura
Alta fusión	>1300°C (2372°F)
Media Fusión	1101 – 1300°C (2013-2072°F)
Baja fusión	850-1100°C (1562-2012°F)
Ultra-baja fusión	<850°C (1562°F)

2.1.1.3. Según su método de fabricación. En cerámicas condensadas, sinterizadas, infiltradas, inyectadas y mecanizadas o CAD/CAM.

- *Cerámicas Condensadas y Sinterizadas:* En las cerámicas condensadas y sinterizadas o a pincel se utiliza principalmente la porcelana feldespática, con mayor predominancia cerámica vítrea, utilizadas como cerámica de recubrimiento o blindaje, para hacer restauraciones conocidas como metal- cerámica, ya que se elaboran sobre una estructura metálica, aunque también pueden ser utilizadas sobre estructuras completamente cerámicas. Como ejemplo de estas cerámicas encontramos IPS d.sing, IPS inlive, Vita VM13, Vita Omega 900, Vita VMK95, Cerámica, Noritake. (3). (14). (15).

- *Cerámicas Infiltradas:* Son utilizadas para producir núcleos cerámicos o estructuras Libres de metal. En el proceso es utilizado un polvo de finas partículas con alto contenido de óxido de aluminio conocido como barbotina, este es humedecido y aplicado sobre un modelo de yeso refractario que por capilaridad elimina la humedad excesiva. Esa masa sinterizada formando una estructura cristalina organizada, pero muy porosa y débil; posteriormente se realiza un proceso de infiltración con vidrio de lantano, que a medida que se funde, produciendo una estructura de mayor resistencia. Luego esta estructura es recubierta con cerámica feldespática con la técnica de condensación y sinterización para generar finalmente restauración dental. Este sistema súper desarrollado en 1989 casa comercial VITA (Zahnfabrik, Alemania) conocido como In-Ceram® el cual ofrece tres variantes In-ceram Alúmina, Vita In-Ceram Spinell y Vita In-Ceram Zirconio. (3). (14). (15).

- *Sistemas Cerámicos Inyectados o Termoprensados:* Para su elaboración el método de la cera perdida, se obtiene un modelo en yeso de la preparación dental, sobre el cual se realiza un encerado de la restauración, este se reviste y es llevado a un horno. Una vez que se alcance la temperatura deseada se inyecta la cerámica en el molde obtenido del revestimiento. Esta técnica se utiliza para estructuras totalmente cerámicas que posteriormente se complementarían con cerámica condensada y sinterizada. Se conocen los sistemas de inyección como son IPS Empress (Ivoclar Vivadent) con el disilicato de litio como componente principal. Y el IPS

Empress 2 que se utilizaban pastillas de leucita y disilicato de litio. En la actualidad se comercializa la E-Max Press (Ivoclar Vivavent,) con el disilicato de litio modificado como componente principal. (3). (14). (15).

- *Restauraciones CAD /CAM y componentes del sistema:* Las restauraciones CAD-CAM fueron introducidas hace más de 50 años, gracias a los sofisticados programas de diseño, es posible lograr restauraciones cerámicas parciales o completas diseñadas y procesadas por computador. Estos sistemas controlados por computador consta de tres fases: La digitación, el diseño y el maquinado.

- *Digitación:* Es el método por el cual se logra el registro tridimensional de la preparación dentaria a través de un escáner; esta herramienta se encarga de obtener una información, una Impresión óptica o una imagen tridimensional de las preparaciones, de los dientes adyacentes y registros oclusales que serán procesados y transformados en datos digitales para obtener la estructura o restauración diseñada. El registro puede obtenerse en forma intraoral (sin tomar impresiones) o de manera extraoral (obtenida de una impresión) de la preparación dental. Actualmente existen dos tipos de escáner, el de contacto y el óptico o láser. (3). (14). (15).

- *Programa de Diseño:* El programa de digitación y diseño es proporcionado por cada sistema. Se traslada la información obtenida con el escáner al programa para diseñar la restauración. Este diseño es almacenado en un archivo y puede ser enviado al centro de producción o al equipo de procesado para que se mecanice la estructura.

- *Equipo de Maquinado:* Se distingue por el número de ejes, cuantos más ejes más complejidad del maquinado. Actualmente existen equipos de tres ejes como CEREC Sirona y Lava (3M), equipos de cuatro ejes y equipos de cinco ejes como el sistema Kavo Eberest. (3). (14). (15).

- *Cerámica híbrida:* Gracias a la matriz dual de cerámica y polímero, este material combina de forma ideal las ventajas de la cerámica y del composite, ofrece una enorme capacidad de carga y una extraordinaria capacidad de elasticidad e incluso una función integrada ante fisuras. (16).

Esta nueva clase de material es significativamente menos frágil que la cerámica dental no híbrida y presenta un comportamiento de abrasión mejor que los composites tradicionales, de modo que sus características se asemejan a las de un diente natural, gracias a su elevada capacidad de carga, es muy resistente a las fuerzas de cizallamiento y compresión, por lo que las indicaciones del material son muy amplias. (17).

La excelente conductibilidad de la luz proporciona resultados muy estéticos con un juego cromático natural. La cerámica híbrida ya tiene su resistencia final, de modo que la restauración puede colocarse directamente tras el fresado, sin tratamiento posterior. (17).

Los bloques CAD/CAM no sólo pueden utilizarse para la confección de inlays, onlays, carillas clásicas y coronas anteriores y posteriores, sino también para preparaciones mínimamente

invasivas, tales como carillas sin preparación y restauraciones en zona con espacios reducidos. (18). (19).

Existen dos materiales similares:

- Lava Ultimate de 3M- Espe: Contiene un 80 % de nano partículas cerámicas, por tal razón la casa comercial lo denomina resina nanocerámica, que le permite un límite elástico similar a la dentina, ideal según el fabricante para incrustaciones para el sector posterior y sobre implantes. Se presentan en dos tipos alta translucidez y baja translucidez es monocromática. (20).
- Vita ENAMIC: Está compuesta en un 86% de matriz de cerámica y reforzada por una matriz de polímero de acrilato en un 14% y estas matrices se entrelazan totalmente generando un elevado potencial para las fuerzas oclusales. Además el desgaste de los elementos de fresado es menor que cualquier otro material, permitiendo espesores mínimos. (15).
- Vita ENAMIC: Es la primera cerámica híbrida con matriz dual. Este material dental se refuerza con la estructura de red cerámica con una estructura de red polimérica, compenetrándose perfectamente entre sí, Por lo tanto, es un material compuesto que combina las características positivas de las cerámicas y del composite. (9)

Este innovador material híbrido garantiza un equilibrio único, con gran capacidad de carga, elasticidad y un elevado potencial de absorción de las fuerzas masticatorias.

VITA ENAMIC por su fiabilidad y por sus resultados de fresado precisos de ángulos estables, y por lo tanto fieles al detalle, este material híbrido de color dental presenta unas propiedades de máxima similitud con el diente natural, permitiéndole conseguir un juego cromático natural gracias a su excelente conductividad de la luz. (9)

#### *Propiedades y ventajas de la cerámica ENAMIC:*

- Fragilidad más reducida que la cerámica pura y mejor comportamiento de abrasión que el composite.
- Pueden fresarse restauraciones con grosores de pared más finos en comparación con la cerámica de silicatos. Ideal para restauraciones mínimamente invasivas.
- Propiedades de abrasión similares a las del esmalte, no daña el antagonista gracias a la matriz de la cerámica de estructura fina.
- Elasticidad notablemente mayor que la de la cerámica dental tradicional, ya que la matriz del polímero de acrilato aporta flexibilidad.
- Fiabilidad muy elevada: gracias a su estructura de matriz dual, VITA ENAMIC presenta una función anti fisuras.
- Resultados de fresado de las restauraciones más precisos y fieles a los detalles gracias a la extraordinaria estabilidad de los ángulos del material.
- Muy fácil de fresar con instrumentos de diamante.
- Las herramientas de fresado en el modo de fresado normal duran unas 4-5 veces más que

cuando se utilizan con cerámica de silicatos.

- Para coronas de molares, los tiempos de fresado en el modo de fresado rápido se reducen hasta en un 45 % en comparación con la cerámica de silicatos.
- Permite una fijación sencilla con composites autoadhesivos. (9).

*Indicaciones:*

- Coronas de dientes anteriores y posteriores implantosoportadas
- Coronas de dientes anteriores y posteriores
- Inlays, onlays.
- Carillas oclusales.
- Pilares sobre implantes.
- Carillas, pilares sobre implantes (17).

*Contraindicaciones:*

- Prótesis fija
- Parafuncion: Bruxismo (17)

**2.2. Adhesión.** Desde 1955 Buonocuore introdujo la técnica de grabado ácido del esmalte. Marcaba así uno de los hitos más importantes en la odontología, desde los tiempos de G.V.Black, inaugurando la era de la odontología adhesiva. A esta técnica se han incorporado diversas modificaciones; variando los tipos y concentraciones de los ácidos utilizados para preparar el esmalte y sus tiempos de aplicación; apareciendo nuevos polímeros, variando radicalmente la forma de polimerizar el material y se han incorporado el grabado ácido a la dentina como un procedimiento clínico rutinario. Así pues, la técnica actual de grabado total, utilizando básicamente ácido fosfórico en concentraciones entre 10% y 37% durante 15 a 30 segundos, lavado de los residuos, secado ligero y aplicación de una resina que formara una capa híbrida con el colágeno de la dentina y tang en microretenciones provocadas en el esmalte. (21). (22). (23)

### ***2.2.1. Adhesión a los tejidos dentarios***

#### *2.2.1.1. Adhesión al esmalte*

- *Características de esmalte:* Es un tejido derivado del ectodermo, hipermineralizado que recubre y protege el complejo dentinopulpar. El esmalte maduro, es su estructura está compuesta de hidroxiapatita en 96% tiene un 3% de agua y una matriz orgánica que constituye el 1%. (24). (25). (26).
- *Acondicionamiento al esmalte:* Los objetivos del acondicionamiento con ácido en el esmalte son, limpiar la superficie creando microporosidades para la disolución selectiva de los cristales de hidroxiapatita y aumentar la energía libre de la superficie para facilitar la disolución del ácido grabador en la zona que nos interesa; y se presenta generalmente de un color

contrastante. Toda superficie cavitaria que no sea recubierta por el ácido quedará sin acondicionar. Por tanto, no se producirá adhesión, lo cual con el tiempo provocará filtraciones marginales. (24). (25). (26).

Actualmente se utiliza ácido fosfórico en una concentración de 30 al 37% durante 15 segundos. En el esmalte nunca se debe utilizar ácidos débiles en concentraciones menores al 27%, acarrearía la formación de un precipitado poco soluble de fosfato de calcio deshidratado de difícil remoción, pudiendo perjudicar al mecanismo de unión. (24). (25). (26).

#### 2.2.1.2. Adhesión a la dentina:

- *Características de la dentina:* La estructura de la dentina está constituida por un enmarañado de fibras colágenas, que engloban la hidroxiapatita y se encuentra atravesada por túbulos dentinarios, desde la pulpa hasta el esmalte. Estos presentan a su vez, numerosas ramificaciones colaterales conocidas como canalículos dentinarios a lo largo de su extensión. (24). (25). (26).

Las paredes de los túbulos están constituidas por una dentina más mineralizada, prácticamente sin fibras colágenas, que se denominan dentina peritubular. El resto de la dentina es llamada intertubular, que es menos mineralizada y rica en fibras colágenas. (24). (25). (26).

- *Acondicionamiento a la dentina:* Desde 1979, Fusayama, fue el gran divulgador del acondicionamiento ácido de la dentina. El acondicionamiento tiene por finalidad retirar totalmente la capa del barro dentinario producida durante la preparación cavitaria y disolver parcialmente la hidroxiapatita, componente mineral de la dentina. En la dentina intertubular, dicha disolución expone una trama de fibras colágenas. En los túbulos dentinarios cuyas paredes están formadas por una dentina más mineralizada, la disolución de la hidroxiapatita promueve la apertura de los túbulos, los cuales quedan con una forma de cono. El tiempo de acondicionamiento del ácido en la dentina es de 15 segundos con ácido fosfórico de 30 y 37% y se consiguen porosidades de 0.05 a 1.0 micrómetro de diámetro en la dentina intertubular y de 1 a 3 micrómetros en la dentina peritubular. Estas porosidades son más pequeñas que las que se crean en el esmalte y son de 5 a 7 micrómetros. (24). (25). (26).

#### 2.2.1.3. Adhesión a las cerámicas:

Las cerámicas son materiales que presentan complejidad de manejo de laboratorio, baja resistencia a las tensiones de tracción y una elevada dureza. Por otro lado, ningún material es capaz de sustituir el esmalte dentario con características ópticas estéticas y mecánicas con tanta excelencia como la cerámica. (27).

Previamente el proceso adhesivo, es fundamental limpiar la restauración de preferencia con arenado de óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$ , a presión de 60 a 80 Ib/pul y durante cinco segundos. El arenado con óxido de aluminio permite crear microporosidades para la retención micro mecánica de los cementos. (27).

El mecanismo de adhesión a la cerámica implica generalmente un proceso de acondicionamiento del ácido y posterior silinización de la superficie interna de la restauración.

Se ha comprobado que el acondicionamiento con ácido fluorhídrico de 9% al 12% promueve una óptima interacción entre el cemento resinoso y la cerámica, favoreciendo la retención y minimizando de microfiltración.

El acondicionamiento interno de la cerámica provoca disolución de los cristales, permite la adhesión por infiltración del adhesivo en las áreas disueltas de la cerámica y promueve la eliminación de rajaduras superficiales y hendiduras en la superficie interna de la restauración. (27).

**2.2.2 Clasificación de los Sistemas Adhesivos.** Van Meerbeek y colaboradores, en 1998, propusieron una clasificación de los sistemas adhesivos basada en el modo de interacción con el sustrato, contemplando también el número de pasos clínicos requeridos para su aplicación:

1. Adhesivos de un solo paso: adhesivos que modifican el barrido dentinario.
2. Adhesivos de dos pasos:
  - a) Adhesivos que modifican el barrido dentinario.
  - b) Adhesivos que disuelve el barrido dentinario.
  - c) Adhesivos que eliminan el barrido dentinario.
3. Adhesivos de tres pasos: adhesivos que eliminan el barrido dentinario.

De igual manera, se propuso una clasificación basada en la estrategia de adhesión, en la cual tres mecanismos de adhesión, están en uso actualmente con los sistemas adhesivos modernos:

1. Adhesivos de grabado y lavado.
2. Adhesivos autograbadores.
3. Adhesivos de ionómeros de vidrio e ionómeros de vidrio modificados con resina.

Sin embargo, la clasificación de los sistemas adhesivos contemporáneos más comúnmente utilizada es la que se basa en el tratamiento dado a la dentina y la cronología de aparición de estos materiales en el mercado, separándolos en generaciones, esta clasificación fue propuesta por Kung'el y colaboradores. (28). (29).

- *La Primera Generación de Sistemas Adhesivos:* Se basó en el uso de dimetacrilatos de ácido glicerosfórico (GMDP), para mejorar la unión de la resina al esmalte, el cual fue desarrollado por Buonocore y colaboradores, en el año 1956. Más tarde evolucionaría a la molécula bifuncional N-fenilglicil y glicidil metacrilato (NPG-GMA), pero la resistencia de unión era muy pobre, de solo 1 a 3 MPa. (28). (29).

- *Segunda Generación:* Se enfocó hacia el mejoramiento de los agentes de unión de los adhesivos, es así como a comienzos de la década de 1970 se incorporan ésteres halofosforados, bisfenol al glicidil metacrilato (bis-GMA) o al hidroxietil metacrilato (HEMA), basando su acción en la unión iónica al calcio por los grupos clorofosfatos sin embargo, la resistencia de unión seguía siendo muy baja, de 5 a 7 MPa, lo que permitía la hidrólisis por la exposición a la saliva causando microfiltración. (28). (29).

- *Tercera Generación:* A finales de la década de los 70, el grabado ácido parcial de la dentina, se introduce para modificar parcialmente el smearlayer, incrementando la permeabilidad dentinal. La utilización de dos componentes como son: el imprimador primer con moléculas de monómeros bifuncionales con un extremo hidrofílico y otro extremo hidrófobo extremo carboxilo, que tienen la capacidad de transportar una molécula hidrófoba como son los monómeros adhesivos a un tejido con humedad relativa como la dentina, al cual tiene la capacidad de unirse por su extremo hidroxilo a los monómeros hidró- fobos del adhesivo por su extremo carboxilo, permitiendo incremento significativo de la fuerza de adhesión a la dentina, entre 8 y 15 MPa, lo que eliminó la necesidad de preparaciones cavitarias retentivas para las restauraciones adhesivas, disminuyendo de igual manera la sensibilidad posoperatoria. (28). (29).
- *Cuarta Generación:* Hacia 1980 se introdujo la técnica de grabado total, que permite remover completamente el smearlayer, grabando simultáneamente esmalte y dentina con la utilización de ácido fosfórico; sin embargo, la principal preocupación era evitar el colapso de la red de fibras colágenas expuestas en la capa de dentina desmineralizada y favorecer la formación de las interdigitaciones de resina (resintags) y ramificaciones laterales (lateral branches) en los túbulos dentinales, lo que conforma la denominada capa híbrida, descrita por Nakabayashi en 1982, quien la define como la zona de interdifusión dentina-resina, formada por la infiltración de monómeros del imprimador y el adhesivo en la red de fibras colágenas expuestas por la acción del acondicionador ácido sobre la dentina peri- e intertubular, estos componentes pueden ser utilizados por separado o mezclados al momento de la aplicación lo que podría aumentar la sensibilidad de la técnica. (28). (29).
- *La Quinta Generación:* Permitió simplificar el procedimiento clínico de aplicación del sistema adhesivo, reduciendo relativamente el tiempo de trabajo. En la década de 1990, esta generación inicia el sistema de un frasco, combinando el imprimador y el adhesivo dentro de una solución aplicada después del grabado de esmalte y dentina con ácido fosfórico al 35-37% por 15 a 20 segundos, permitiendo la formación de las interdigitaciones de resina (resintags y lateral branches) y de la capa híbrida, creando una retención micromecánica de la resina al sustrato desmineralizado, lo cual demostró valores de resistencia de unión tanto a esmalte como a dentina de aproximadamente de 29 MPa. (28). (29).
- *Sexta Generación o Sistemas Autograbadores:* Estos permitieron eliminar el paso del grabado ácido, realizando el grabado simultáneo del sustrato dentario y su acondicionamiento para recibir el adhesivo, empleando imprimadores autograbadores y mezclas de adhesivos con imprimadores, generando retención micromecánica en los tejidos duros, permitiendo la unión directamente sobre el smearlayer que cubre la dentina.

Este nuevo sistema se diferencia de los adhesivos de grabado y lavado en varios aspectos como su pH inicial, el tipo de monómeros ácidos, el número de frascos y pasos, la concentración de agua y solventes e hidrofiliidad de la capa de unión. (28). (29).

- *Sexta Generación:*

*Tipo I:* donde es aplicado inicialmente el primer autograbadador, es aireado, posteriormente se aplica el adhesivo, de nuevo se airea y se fotopolimeriza.

Otra característica de este sistema es que generalmente es compatible con los cementos de resina de autocurado, con este sistema se aplica inicialmente el imprimador en el diente, se airea y posteriormente se aplica y fotocura el adhesivo y finalmente se aplica el cemento de resina de autocurado para cementar la restauración.

*Tipo II:* mezcla el imprimador y el adhesivo, previo a su aplicación en el diente, la primera capa es aireada por diez segundos y la segunda se fotocura. Este sistema generalmente no es compatible con los cementos de resina duales, de autocurado y reconstructores de muñón como son las resinas compuestas convencionales de autocurado. La acidez del agente adhesivo puede interferir en el fraguado de la resina compuesta.

Esta incompatibilidad se produce debido a que la polimerización química de resinas se da mediante un sistema binario de curado dual o Redox que consiste en un peróxido y una amina terciaria aromática. (28). (29).

- *Séptima Generación son Adhesivos Autograbadadores de un Frasco y un solo Paso:* En los cuales la técnica ha sido simplificada al máximo permitiendo mantener en una solución de los componentes de monómeros ácidos hidrofílicos, solventes orgánicos y agua, indispensables para la activación del proceso de desmineralización de la dentina y el funcionamiento del sistema. Los solventes como acetona o alcohol son mantenidos en la solución, pero al ser dispensados se inicia la evaporación de los solventes, la cual dispara la reacción de la fase de separación, la formación de múltiples gotas de agua y la inhibición por el oxígeno, disminuye su grado de conversión, lo cual favorece la degradación hidrolítica, afectando la capacidad de unión en la interfase adhesiva. (28). (29).

**2.2.3. Fracasos en la Adhesión.** Las distintas técnicas adhesivas suponen el empleo de una técnica compleja y además el conocimiento de los distintos sistemas adhesivos que vayan a ser usados por el clínico. (30)

En los últimos años han aparecido en el mercado sistemas adhesivos, cada vez más fáciles de manejar, con menor número de pasos con objeto de simplificar la técnica. Debemos tener en cuenta que cuantos más pasos y más complejidad haya para realizar un trabajo, más fácil es que se cometa algún error en alguno de los pasos realizados. (30)

Por otro lado el conocimiento cada vez es mayor de los comportamientos de las distintas estructuras dentarias, de los distintos materiales adhesivos y el estudio con técnicas microscópicas sofisticadas como el MET microscopio electrónico de transmisión,

ESSEM Environmental Scanning Electron Microscope de las distintas interfaces, nos proporcionan información detallada sobre los fallos a distintos niveles. Si sabemos donde se producen los fallos y como evitarlos estaremos en el camino adecuado para que nuestras restauraciones adhesivas tengan éxito. (30)

Los fracasos en la adhesión se van a traducir en fallos a distintos niveles de las distintas interfaces.

La localización de este fallo tiene importancia por dos motivos principalmente:

- La resistencia adhesiva a uno u otro nivel.
- Por su importancia biológica, pues el fallo adhesivo según al nivel que sea tendrá repercusiones clínicas como la microfiltración, caries marginal y sensibilidad postoperatoria. (30).

Clasificación de los fallos adhesivos y fallos cohesivos:

- **Un fallo adhesivo:** sería aquel que ocurre entre dos estructuras distintas, es decir en la interfase entre ambas.
- **Un fallo cohesivo:** sería aquel que ocurre en el interior de la estructura del material. (30).

#### 2.2.3.1. Fallos Adhesivos entre:

- Esmalte y material adhesivo.
- Dentina y material adhesivo.
- Resina compuesta y material adhesivo. (30)

#### 2.2.3.2. Fallos Cohesivos en:

- Esmalte.
- Dentina.
- Resina compuesta.
- Material adhesivo. (30)

2.2.3.3. Fallos Adhesivos entre Esmalte y Material Adhesivo. El esmalte por su estructura y su composición sigue siendo el sustrato ideal para la adhesión. Desde que Buonocore en 1955 sentó las bases de la adhesión a esmalte, previo grabado con ácido ortofosfórico. Para que no se produzcan fallos a este nivel es necesario que el esmalte tenga una energía superficial alta, y el ácido y la resina adhesiva una humectabilidad también alta. En circunstancias normales el esmalte tiene una energía superficial baja esto le preserva su integridad estructural y además impide la adherencia bacteriana. (30)

La falta de aislamiento correcto nos va a producir contaminación con saliva y con sangre aumentado la energía superficial.

También la contaminación con aceite y agua por las conducciones de aire comprimido de los equipos van a alterar la energía superficial. Y por supuesto un esmalte sucio. Según distintos estudios uno de ellos publicado por la Dra. Osorio y colaboradores, la mejor manera de limpiar el esmalte sería con el aparato a presión de agua y bicarbonato; las pastas profilácticas producirían disminución de la energía superficial por el contenido en restos orgánicos. La limpieza del

esmalte con bicarbonato tendría interés fundamentalmente cuando vayamos a colocar un sellador o brackets en ortodoncia, que de esta manera nos mejoraría la adhesión. (30).

La Falta de bisel correcto (60 y 80°): Es necesario decorticar y biselar correctamente el esmalte para mejorar la adhesión, eliminar la cutícula, aumentar la superficie de adhesión, eliminar la zona aprismática y mejorar la estética.

Una vez que tengamos el esmalte preparado realizaremos el grabado con ácido orto fosfórico al 37% esperaremos 15 segundos y procederemos a realizar un lavado exhaustivo de la superficie. Si este paso no lo realizamos correctamente podemos provocar un fallo adhesivo porque las retenciones micromecánicas que habíamos realizado con el grabado aparecerán cubiertas de cristales de hidroxiapatita y restos de material inorgánico que impedirán la difusión del adhesivo de una manera correcta. (30).

2.2.3.4. *Fallos Adhesivos entre Dentina y Material Adhesivo.* La dentina ha sido y sigue siendo un reto para la adhesión, como lo demuestran los constates estudios que se siguen realizando para hacer de su estructura un buen sustrato para la técnica adhesiva. (30).

El aislamiento incorrecto nos impedirá una correcta adhesión por la contaminación de saliva y de sangre. Algunos adhesivos actuales que son fundamentalmente hidrofílicos parece que no son tan sensibles a la contaminación con saliva, pero no olvidemos que la saliva tiene proteínas y que estas nos van a alterar la energía superficial de la dentina. En cuanto a la contaminación con sangre puede resultar catastrófica. Destacaremos un estudio de Kaneshima y colaboradores. En el que estudia las repercusiones de la contaminación con sangre en la resistencia adhesiva y encuentra que en la etapa del grabado no existen repercusiones importantes pues podemos volver a lavar, pero después de colocar el primer la resistencia disminuyó de una manera importante. Cuando la contaminación se produce entre las distintas capas de composite las repercusiones pueden ser muy negativas por la eliminación de la capa inhibida y por las tinciones. (30).

- *El acondicionamiento incorrecto de la superficie dentinaria:* La técnica de grabado total que elimina el barrillo dentinario parece ser más eficaz para aumentar y mejorar la adhesión. Pero lo importante es elegir un sistema adhesivo actual y manejarlo correctamente, según el fabricante. La eliminación del barrillo con el ácido nos deja una superficie dentinaria con los túbulos abiertos y el entramado de fibras de colágeno expuestas. (30).

- *Falta de formación de la capa híbrida o formación inadecuada de la misma:* En 1982 Nakabayashi describe la formación de la capa híbrida que parece ser esencial para adhesión dentinaria. El adhesivo debe ser capaz de penetrar a través de ese entramado de fibras de colágeno ocupando todo el espesor de dentina desmineralizada formando un entramado tridimensional, para que la durabilidad de la adhesión sea grande. Según Nakabayashi, la dentina desmineralizada debe ser de aproximadamente 1-2 micras para que se produzca la perfecta difusión del adhesivo. (30).

Nakajima y colaboradores. Encontraron que en dentina afectada de caries la capa híbrida que se forma es más densa que en dentina normal quizás por la más alta desmineralización pero las fuerzas traccionales que se encontraron con distintos adhesivos eran menores que en dentina libre de caries. (30).

- *Falta de grado óptimo de humedad:* Para que las fibras de colágeno se muestren receptivas, sueltas para recibir al material adhesivo es necesario que la dentina permanezca suficientemente húmeda, de lo contrario el colágeno se encuentra colapsado en su superficie y no se forma la capa híbrida. El problema es saber el grado de humedad óptimo. Se aconseja secar con papel absorbente, algodón y con jeringa de aire a distancia, Si dejamos agua en exceso podemos estar abocados al fracaso en la adhesión. (30).

Si dejamos agua en exceso se formaran vesículas acuosas entre el adhesivo y la dentina o entre el primer y la resina hidrofóbica y esto nos proporcionará fallos a este nivel. Estas vesículas se denominan zonas hibroides y aparecen como zonas no densas al microscopio electrónico de transmisión (MET). (30).

Este exceso de humedad también puede alterar la polimerización por competir el agua con la resina. Si decidimos optar por la técnica seca tendremos quizás menos problemas porque es más fácil de controlar la desecación de la dentina, desde un punto de vista clínico, pero necesitaremos imprimadores o adhesivos vehiculizados en medios acuosos que descompacten el colágeno para que se pueda formar una capa híbrida correcta. Estos adhesivos parece que obtienen cifras de fuerza adhesiva menores que los otros pero suficientes. (30).

- *Ausencia o formación inadecuada de los Tag de resina:* En la dentina superficial el número de túbulos es menor por lo que los tag de resina tendrán menor repercusión pero al existir más dentina intertubular la capa híbrida adquiere mayor importancia. También los tag de resina podrían ser un mecanismo de protección pulpar pues al tapar la entrada de los túbulos evitarían la invasión bacteriana y el dolor postoperatorio. (30).

*2.2.3.5. Fallos por el solvente.* Los adhesivos van vehiculizarse mediante acetona, alcohol y agua o mezclas de ellos. El solvente de acetona funciona bien con la técnica húmeda descrita por Kanca y Gwinnett 1992. El de alcohol funciona bien en húmeda y seca y el agua funciona bien en la técnica seca. (30).

Con los adhesivos de alcohol y de acetona debemos tener cuidado de no dejar la tapa abierta tras su uso pues se evaporan con gran facilidad y podría suceder que al cabo de unos cuantos usos nos fracasara la adhesión. (30).

*2.2.3.6. Fallos en la correcta colocación del adhesivo.* El adhesivo se debe colocar con Delicadeza en el esmalte pues los prismas están descalcificados y podrían desprenderse. En cambio en la dentina debemos de realizar movimientos de frotamiento para permitir la interdifusión del adhesivo. Además los monómeros de esta manera parece que son aspirados e incorporados al entramado de colágeno para formar la capa híbrida. Esta técnica produce al microscopio una imagen que se ha denominado alfombra de lana, porque el colágeno aparece verticalizado y entrelazado. (30).

Es importante colocar una capa uniforme y de cierto espesor, para que amortigüe las tensiones provocadas por el composite y por la masticación. Con algunos adhesivos es necesario colocar varias capas del mismo. (30).

Es interesante que el adhesivo tenga espesor de capa para amortiguar tensiones, pues los fabricantes han sacado al mercado adhesivos con microrrelleno o nanorrelleno que nos van a proporcionar dicho espesor, pero son más viscosos y esto podría impedir el paso del adhesivo al interior de la capa híbrida y al interior del túbulo dentinario.(30).

Es importante para evitar fallos, una vez colocado el adhesivo, esperar entre diez y quince segundos antes de eliminar el exceso del solvente con la jeringa de aire y antes de la polimerización del mismo, para darle tiempo al adhesivo para que penetre correctamente en el interior de la capa de colágeno.(30).

- *Polimerización incorrecta:* Es muy importante polimerizar correctamente durante 20 segundos de no ser así se produciría la desadaptación entre el adhesivo y la dentina. Las consecuencias de los fallos a este nivel van a ser la microfiltración y por tanto la caries recurrente y el fracaso final de nuestras restauraciones adhesivas. (30).

*2.2.3.7. Fallos adhesivos entre resina compuesta y material adhesivo.* La contracción de polimerización del composite puede ser un factor muy importante para la desadaptación entre los dos materiales. Debemos evitar que el composite se deforme antes de que fraccione el adhesivo, para ello tendremos que tener un factor de conversión lo más favorable posible. Si esto no es posible debemos solventar con la técnica incremental, en lo que respecta a la manipulación del composite. (30).

El exceso de agua puede ser negativo para la unión del adhesivo y el composite, como han estudiado Pashley y colaboradores, dado el carácter hidrófobo del composite; Este exceso de agua es más frecuente en los adhesivos que contienen agua en su composición, porque es más difícil eliminar el agua que el otro tipo de solventes. (30).

#### *2.2.3.8. Fallo cohesivo en esmalte y dentina*

Las causas suelen ser por:

1. Desmineralización excesiva causada fundamentalmente por exceso de tiempo de grabado ácido o por utilizar ácidos muy fuertes o de concentración elevada.
2. Esta desmineralización puede ser debida al propio proceso cariogénico.
3. La tracción excesiva del composite cuando se polimeriza.
4. Los traumatismos. (30).

#### *2.2.3.9. Fallo cohesivo en resina compuesta*

Las causas más frecuentes son:

1. Contaminación de saliva y de sangre entre las distintas capas del composite cuyas implicaciones van a ser la pérdida de la capa inhibida y la pigmentación.
2. La técnica incorrecta sobre todo por polimerizar capas demasiado gruesas, implicará el fallo cohesivo.
3. Por eliminación de la capa inhibida. La capa inhibida es una capa de 15mm de espesor que resulta trascendental para la unión entre las distintas capas del composite y que se forma en presencia de oxígeno.
4. Los traumatismos. (30).

*2.2.3.10. Fallos cohesivos en el material adhesivo.* Es difícil discernir entre un fallo cohesivo y un fallo adhesivo. Las zonas donde más frecuente es el fallo son la capa superficial de la capa híbrida y la zona profunda de la misma. (30).

Las causas no son bien conocidas, pues debemos de tener en cuenta que se trata de una zona de aproximadamente 0,5 y 1 mm. Debido a este pequeño tamaño es difícil su estudio, incluso son difíciles de interpretar las imágenes de microscopía electrónica. (30).

En la zona superficial los fallos son debidos a un colapso de la zona superficial del colágeno y también parece que existe un colágeno desnaturalizado resistente al ácido clorhídrico y a las colagenasas, esta capa parece que no interfiere en la difusión de los monómeros pero deja una capa más débil a nivel superficial de la capa híbrida. (30).

La causa de fallo en la zona profunda de la capa híbrida parece ser la mayor afinidad de los monómeros por las paredes de los túbulos, quizás por su mayor concentración de agua. Dan una imagen como de champiñón al microscopio electrónico de transmisión.

Otra causa puede ser el fallo a este nivel, que es la aparición de gap que debilitan e hidrolizan el colágeno. (30).

**2.3. Cementación de Restauraciones Indirectas.** La odontología restauradora actual para poder cumplir con la filosofía preventiva, conservadora y de máxima preservación de las estructuras dentales, tiene desarrollados materiales restauradores que requieren diversas técnicas de cementado. Con estos materiales ya se ha comprobado que se logran rehabilitaciones con excelentes resultados estéticos y funcionales. (31).

Las restauraciones cerámicas pueden ser cementadas con diversos protocolos según su composición, ya que las mismas pueden ser ácido sensible o ácidos resistentes. Cada una necesita una técnica de cementado diferente, para poder lograr retención, sellado y soporte íntimo de la propia restauración. (31).

Toda rehabilitación oral debe tener siempre como requisito previo, una planificación diagnóstica funcional y estética ordenada y una programación secuenciada de procedimientos, cuya complejidad variará según las exigencias del caso. Esta programación terapéutica secuencial es de gran ayuda para optimizar resultados y que el tratamiento sea eficaz y eficiente. (31)

El profesional de la odontología actual debe conocer a fondo cada material, identificar sus ventajas, desventajas, indicaciones, contraindicaciones y protocolos de manejo para optimizar el pronóstico clínico. (31)

**2.4. Restauraciones Cerámicas.** Los materiales restauradores estéticos indirectos han ido evolucionados y mejorando sus propiedades físico – químicas y un número creciente de sistemas cerámicos libre de metal, están disponible para uso clínico. (31).

Los mismo requerirán de diferentes medio de cementante según su composición, por lo que es de suma importancia conocer su dicha estructura tendrán resistencia intrínseca y podrá ser cementada convencionalmente (cerámicas ácido – resistentes), o requerirá del cementado adhesivo para lograr una resistencia mecánica intrínseca adicional (cerámicas ácido- sensible). (31).

**2.5. Cementación Adhesiva y no Adhesiva.** El desarrollo de los sistemas adhesivos y de los cementos resinosos posibilitó el restablecimiento de la estética y de la función en dientes extremadamente destruidos. La cementación adhesiva además de garantizar una mayor retención de la pieza protésica al remante dental, en los casos de coronas cortas o muy expulsivas, promueven un mejor sellado dentinario y aumenta la resistencia del conjunto diente restauración. Por lo tanto las superficies del diente y de la pieza protésica requieren tratamientos previos que promoverán la unión entre el tejido dentario y el cemento resinoso y de este con el material restaurador. La unión del cemento resinoso al diente se debe al empleo de los sistemas adhesivos, y la unión del cemento resinoso a la pieza protésica dependerá del tipo de tratamiento realizado en la superficie interna de la misma. La literatura presenta diferentes técnicas de tratamiento de superficie, que incluyen asperización de la superficie interna de la pieza protésica con puntas diamantadas, chorro de partículas de óxido de aluminio, condicionamiento con ácido fluorhídrico, y silanización. (32).

La adhesión a la cerámica dental y a la resina compuesta es el resultado de una interacción físico-química a través de la interfaz entre el adhesivo y la energía de la superficie de la cerámica dental, Anusavice, 2004; Catell M. y Cos: 1999. A pesar de los aumentos de la adhesión aún se considera un problema la cementación de restauraciones cerámicas porque la contracción de polimerización puede afectar la adhesión y el estrés de polimerización aumenta con elevado factor de configuración, como es el caso de la mayoría de restauraciones cerámicas. (32).

El grabado con ácido fluorhídrico ha sido empleado con soluciones entre 2,5% y el 10% y con tiempos de aplicación que van desde 20 segundos a 3 minutos, siendo el tiempo de acondicionamiento dependiente de la fase vítrea de la cerámica, Holland W. y col., 2000. En el procedimiento la matriz vítrea se elimina selectivamente y la estructura cristalina queda expuesta. Las microporosidades aumentan en el área de superficie y logran una retención micro mecánica del cemento de resina según Kansu G. y Gokdeniz B., 2011. (32).

Otros métodos como: la abrasión con instrumentos rotatorios de diamante, abrasión de partículas

De aire con dióxido de aluminio, chorro de arena y combinaciones de cualquiera de estos métodos se han propuesto para proporcionar rugosidad y promover la retención micromecánica. Sacacoglu A. y col., 2004. (32)

Chang y colaboradores en 2003 La principal causa de fracaso en el cementado de las prótesis de cerámicas se halla en la interfase cemento – cerámica. Es por ello que debe tratarse de conseguir la máxima unión a cerámica. Ésta unión puede ser a través de una retención adhesiva y una retención no adhesiva. La preparación de la superficies en cuestión será necesario cuando vayamos a cementar coronas cerámicas, inlays, onlays, carillas y también en aquellas situaciones en las que debamos realizar reparaciones de la cerámica de prótesis fija. (33).

Es conveniente valorar separadamente las cerámicas en base a sílice (feldespáticas, feldespáticas reforzadas con cristales de leucita y vitocerámicas) de las cerámicas aluminosas (In- ceram y Procera All- Ceram) ya que el comportamiento de ambas frente a los métodos para crear retención adhesiva y no adhesiva. Dentro de las cerámicas en base a sílice también hay que incluir las utilizadas en el sistema CEREC (Vita Cerec Blocks – Feldespáticas - Dicor Cerec Blocks – Vitrocerámicas). (33).

## **2.6. Retención no Adhesiva o Mecánica.**

- Se Puede conseguir con arenado con partículas de óxido de aluminio de 50 micras, generando una rugosidad a la superficie y una apariencia mate.
- El arenado presenta el problema añadido de que si es excesivo produce un desgaste de la cerámica pudiéndola debilitar. (33)

## **2.7. Técnica no adhesiva**

### ***2.7.1. Acondicionamiento de la sustancia dental:***

- Grabar la superficie del esmalte y dentina con ácido fosfórico al 37 % (SDI SUPER ETCH), durante 20 segundos. Y secar durante 20 segundos y comprobar que la superficie grabada debe tener un color blanco opaco.
- Aplicar mediante un suave masaje una capa de adhesivo (3M ESPE Singlen Bond Universal) durante 20 segundos.
- Secar cuidadosamente con chorro de aire durante 5 segundos.
- No se fotopolimeriza.

### ***2.7.2. Acondicionamiento de la restauración.***

- Desengraso la restauración con alcohol.
- Realice el arenado con óxido de aluminio con grano de tamaño  $\leq 50 \mu\text{m}$  (Cojet™), hasta que toda la superficie adquiera una apariencia mate.

- No grabe con ácido fluorhídrico retire los exesos de la arena con alcohol y seque con aire. No utilice ningún otro agente químico.
- Aplique el Adhesivo Scotchbond Universal a la superficie de adhesión de la restauración y frótelo durante 20 segundos
- Expande el adhesivo con un chorro de aire hasta que el solvente se evapore.
- No se fotopolimeriza. (34).

### ***2.7.3. Colocación de la restauración:***

- Aplique una capa uniforme del cemento adhesivo de resina RelyXU200 (3M ESPE) al diente o la restauración para asegurar una interfaz sin espacios.
- Inserción de la restauración.
- Fotopolimerización por 20 segundos por cada superficie del diente.(34)

**2.7.4. Retención Adhesiva o Química.** Se realiza a través de los silanos, Lacy y Col, 1988, Sheth y Col 1988, Díaz-Arnold y col, 1989, Bailey 1989. Kamada y Col 1998. Los silanos establecen enlaces de hidrógeno y covalentes con la superficie de la cerámica con los grupos de hidroxilo libres y son fundamentalmente para conseguir buenas uniones a las cerámicas a base de sílice. Además se unen a la matriz orgánica de la resina.

La forma de presentación de los silanos son variadas en forma no hidrolizada o prehidrolizada, o con diferente estructura química.

## **2.8. Técnica adhesiva**

### ***2.8.1. Acondicionamiento del sustrato dental.***

- Grabar la superficie del esmalte y dentina con ácido fosfórico al 37 % (SDI SUPER ETCH), durante 20 segundos. Y secar durante 20 segundos y comprobar que la superficie grabada debe tener un color blanco opaco.
- Aplicar mediante un suave masaje una capa de adhesivo (3M ESPE Singlen Bond Universal) durante 20 segundos.
- Secar cuidadosamente con chorro de aire durante 5 segundos.
- No se fotopolimeriza.(35)

### ***2.8.2. Acondicionamiento de la restauración cerámica:***

- Desengrasar la restauración con alcohol antes de colocarla.
- Aplicar ácido fluorhídrico al 5 % (VITA CERAMICS ETCH), Durante 60 segundos.
- Eliminar todos los restos de ácido aplicando agua pulverizada durante 60 segundos.
- Dejar secar durante 20 segundos.
- Aplicar silano en las superficies grabadas (VITASIL). Esperar hasta que se evapore por

completo.

- Aplique el Adhesivo Scotchbond Universal a la superficie de adhesión de la restauración y frótelo durante 20 segundos
- No fotopolimerizar.
- Preparar para la inserción protegiendo de la luz. (35).

### 2.8.3. *Colocación de la restauración:*

- Aplique una capa uniforme del cemento adhesivo de resina RelyXU200 (3M ESPE) al diente o la restauración para asegurar una interfaz sin espacios.
- Inserción de la restauración.
- Fotopolimerización por 20 segundos por cada superficie del diente.(35)

## 2.9. **Clasificación de los Cementos Según su Capacidad de Adhesión.**

**2.9.1. *Cementos De Resina.*** Cementos de composite que aportan una adhesión por mecanismo de retención micromecánica al esmalte, por hidratación de la dentina. Constituidos por una matriz en la cual se encuentran los elementos que aportan propiedades adhesivas y un relleno que proporciona propiedades ópticas y mecánicas. (36). (37).

**2.9.2. *Composición.*** Fase Líquida o Matriz: Es la parte del cemento que aporta sus propiedades adhesivas. Forma el entramado polimérico cuando se polimeriza el material.

Fase Sólida o Relleno: es el componente que aporta sus propiedades ópticas y mecánicas. El tipo y cantidad de relleno determinan la densidad y el grosor de la capa. (38).

**2.9.3. *Cementos de resina sin relleno.*** Es una resina adhesiva no autograbante con monómero sin relleno inorgánico lo cual disminuye las propiedades mecánicas del cemento. (39). (40).

**2.9.4. *Cementos de resina con relleno no autograbante.*** Es un composite en base a Bis-GMA de polimerización dual con muchos componentes lo cual le aporta versatilidad en el cementado de diferentes materiales aunque requiere una mayor atención a la técnica a mayor número de pasos mayores posibilidad de cometer algún error. Al no ser autograbante precisa grabado ácido y adhesivo en el diente. . (39). (40).

**2.10. *Características de los Cementos.*** Deben ser biocompatibles, permitir suficiente tiempo de trabajo, ser suficientemente fluido para permitir el asentamiento completo de la restauración, formar rápidamente una masa dura suficientemente fuerte para resistir las fuerzas funcionales. (39). (40).

### 2.11. Propiedades de los cementos.

- Resistencia.
- Módulo de elasticidad.
- Deformación plástica.
- Solubilidad y estabilidad.
- Grosor de película.
- Tiempo de trabajo.
- PH y Sensibilidad.
- Translucencia.
- Adhesión y Retención.
- Liberación de flúor. (39). (40). (41).

**2.12. Fuerzas de Cizallamiento.** En la odontología, la capacidad de carga de un material se mide en muchos casos mediante ensayos de rotura in vitro y suele hacer referencia a la resistencia a la flexión, que se mide en megapascales (MPs). Tal y como muestran los ensayos con la nueva cerámica híbrida, una elevada resistencia a la flexión no siempre se corresponde con una elevada capacidad de carga. Así, por ejemplo, gracias a su resiliencia en combinación con su elasticidad, VITA ENAMIC ofrece una capacidad de carga muy alta, a pesar de que su resistencia a la flexión es menor que la de otros materiales. (43).

- **Definición:** La resistencia al cizallamiento puede ser definida como la carga necesaria para producir una fractura en la interfase de unión entre dos materiales cuando se aplican fuerzas paralelas de sentido contrario. (7). (42). (43).

Las fuerzas tangenciales, de cizallamiento aparecen como pruebas muy idóneas para estudiar la resistencia de las uniones entre los materiales odontológicos. (7). (42). (43).

La resistencia de los materiales puede estudiarse de diferentes formas: hay estudios con cargas o fuerzas de compresión (axial o angulada), de flexión en tres puntos o cuatro puntos, de deslizamiento, de cizallamiento, tracción y torsión. Se ha escogido la prueba de cizallamiento por considerar que reproduce muy bien muchas situaciones de la dinámica máximo -mandibular sobre muchas restauraciones. De acuerdo con A-I Doham y Colaboradores., la resistencia de unión al cizallamiento es el más apropiado para evaluar las fuerzas de unión de la cerámicas.

Los ensayos puros de compresión o de carga en tres puntos (flexión), van encaminados a simular a in vitro las condiciones bucales de las restauraciones pero no estudian el comportamiento de las fuerzas del cizallamiento que aparecen en diferentes zonas laterales de las restauraciones, sobre todo en la interface entre materiales.

Las fuerzas de cizallamiento hasta ahora no han sido muy utilizadas, pero últimamente se llama la atención, desde diferentes sectores, sobre su evidente interés, ya que este tipo de solicitudes mecánicas están muy presentes en la fisiología de todo complejo estomatognático. (7). (42). (43).

### 3. Objetivo General.

Comparar la resistencia al cizallamiento entre la cementación adhesiva y no adhesiva para la cerámica híbrida Enamic, sobre la estructura dental.

#### 3.1. Objetivos Específico.

- Determinar la resistencia al cizallamiento de la unión entre la cerámica híbrida Enamic con la estructura dental usando una técnica de cementación adhesiva.
- Determinar la resistencia al cizallamiento de la unión entre la cerámica híbrida Enamic con la estructura dental usando una técnica de cementación no adhesiva.
- Identificar la técnica de cementación más adecuada para las cerámicas híbridas Enamic y la estructura dental, de acuerdo con los resultados de la resistencia al cizallamiento de los dos grupos de premolares evaluados en este estudio.

### 4. Hipótesis.

- **H0:** No existe diferencia significativa en la resistencia al cizallamiento entre la técnicas de cementación adhesiva y no adhesiva para este tipo de cerámica híbrida.
- **H1:** Existe diferencia significativa en la resistencia al cizallamiento entre la técnicas de Cementación adhesiva y no adhesiva para cerámica híbrida.

### 5. Metodología

**5.1. Tipo de Estudio.** Estudio experimental in vitro.

**5.2. Muestra.** La muestra estará constituida por 60 dientes primeros premolares superiores, que cumplen con el promedio estándar de un ancho vestíbulo – palatino de 10mm, medidos con un micrómetro digital. Estos estarán divididos en dos grupos de 30 dientes cada uno, en un grupo se realizará la cementación adhesiva y en el otro la no adhesiva.

#### 5.2.1. Criterios de Inclusión.

- Dientes primeros premolares superiores sanos extraídos con fines ortodónticos.
- Dientes premolares que cumplan con dimensiones promedio estar de ancho vestíbulo – palatino de 10mm.
- Dientes donados que cuenten con el consentimiento informando firmado de manera voluntaria por parte de la persona.

### 5.2.2 Criterios de Exclusión

- Dientes cariados.
- Dientes que después del corte horizontal presenten alguna asimetría.
- Dientes durante los cortes horizontales presentan exposición los cuernos pulpares.

**5.2.3. Prueba Piloto.** Se realizará una prueba in vitro en 10 dientes primeros premolares superiores, que estarán divididos en dos grupos de 5 dientes cada uno diferentes a la muestra, el primer grupo se cementará con la técnica adhesiva y el segundo con la no adhesiva. Con el fin de establecer los procedimientos definitivos más adecuados para la investigación, se probarán los formatos de recolección de datos verificando si estos elementos son eficaces y se estimará el tiempo para llevar a cabo los procedimientos.

**5.2.4. Estandarización de la técnica.** Se realizará una prueba para saber cuáles de los tres integrantes, tiene mayor habilidad y técnica para realizar los cortes de las estructuras dentales con el fin de que un solo integrante realice el proceso y así estandarizar la muestra.

Los demás integrantes estarán entrenados para realizar los protocolos de cementación establecidos por las casas comerciales, con el fin de desarrollar cada uno de los procedimientos.

### 5.3. Variables

Tabla 2. Operacionalización de variables.

Variable	Definición	Clasificación Según Naturaleza	Clasificación Según Nivel de medición	Unidad de medida o categoría
Técnica de cementación adhesiva	Se realiza mediante agentes químicos como el ácido fluorhídrico y silanos.  Los silanos establecen enlaces de hidrógeno y covalentes con la superficie de la cerámica con los grupos de hidroxilo libres y son fundamentalmente para conseguir buenas uniones a las cerámicas a base de sílice. Además se unen a la matriz orgánica de la resina.	Cualitativa	Nominal	Si No
Técnica de cementación adhesiva	Se Puede conseguir con arenado con partículas de óxido de aluminio de 50 micras, generando una	Cualitativa	Nominal	Si No

rugosidad a la superficie y una apariencia mate.

Resistencia de cizallamiento	de La resistencia al cizallamiento puede ser definida como la carga necesaria para producir una fractura en la interfase de unión entre dos materiales cuando se aplican fuerzas paralelas de sentido contrario	Cuantitativa	Razón	MPa
------------------------------	---	--------------	-------	-----

*Nota:* Carreño Lozano, M (2012). Resistencia al cizallamiento de tres sistemas totalmente cerámicos: estudio comparativo. Es.wikipedia.org

## 5.4. Procedimiento

**5.4.1. Preparación de la muestra.** Este estudio in vitro se desarrollará en el laboratorio dental de la Universidad Santo Tomás sede Floridablanca y algunos procesos en el laboratorio de investigación de la Universidad UNICIEO en la ciudad de Bogotá. Se utilizarán en 60 dientes primeros premolares superiores humanos que cumplan con los criterios de inclusión.

Posteriormente, los dientes serán asignados al azar en dos grupos: A1 (técnica de cementación adhesiva), A2 (técnica de cementación no adhesiva). Cada grupo estará conformado por 30 dientes, a los cuales se les realizará de manera individual un cubo en acrílico con medidas 2x2 mm, un corte horizontal a nivel del tercio medio con 3mm de cúspide y un 2mm de fosa central.

Estos cortes se realizarán con una fresadora BegoParaskop M y un disco de diamante sinterizado de aro rojo de 40 micras, con abundante agua y aire a 10.000 revoluciones por minuto, con el fin de estandarizar el área de cada diente. Luego con la fórmula geométrica ( $\pi r^2$ , r) se definirá el área de cada superficie resultante y finalmente se calculará el promedio del área para el grupo.

Se realizará el escaneo de cada premolar y serán calibrados y analizados por medio de un microscopio según los criterios de inclusión, en un equipo Cerec (sironacerec MC - XL).

Sobre cada muestra se va a diseñar una reconstrucción que cumpla con un estándar de morfología para los premolares según la librería dispuesta por el software. Se procederá al fresado por CAM (MC XL de sirona) con bloques de cerámica Vita Enamic y se realizará un proceso selectivo uno a uno para evitar mezclar las restauraciones con otras que no estén indicadas.

Se lavará con agua destilada y con un pincel se retirarán los excesos de la fresadora. Posteriormente se realizará un secado con toallas adsorbentes.

Los procedimientos para la cementación en los dos grupos, se desarrollarán de acuerdo a los protocolos de cada casa comercial, como se observa en el tabla 4.

- **Área de la superficie de los premolares:** El área es un concepto métrico que permite asignar una medida a la extensión de una superficie expresada en milímetros (mm).

Los dientes premolares se calcularán el área de la superficie mediante un programa de diseño asistido por computador (AUTOCAD).

Promedio área global = 57,55 mm

Promedio área técnica adhesiva = 57,16 mm

Promedio área técnica no adhesiva = 57,93 mm

Comportamiento normal de la variable

No hay diferencia estadística entre las dos áreas ( $p=0,6413$ )

Los procedimientos para la cementación en los dos grupos, se desarrollarán de acuerdo a los protocolos de cada casa comercial, como se observa en el Cuadro 2.

#### 5.4.2. Protocolo de Cementación para Técnica Adhesiva y Técnica No adhesiva.

Tabla 3. Protocolo de Cementación para Técnica Adhesiva y Técnica No adhesiva.

<u>TÉCNICAS ADHESIVA</u>	<u>TÉCNICA NO ADHESIVA</u>
<p><b><u>ACONDICIONAMIENTO DEL SUSTRATO DENTAL</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grabar la superficie del esmalte y dentina con ácido fosfórico al 37 % (SDI SUPER ETCH), durante 20 segundos. Y secar durante 20 segundos. Comprobar: la superficie grabada debe tener un color blanco opaco.</li> <li>3. Aplicar mediante un suave masaje una capa de adhesivo (3M ESPE Singlen Bond Universal) durante 20 segundos.</li> <li>5. Secar cuidadosamente con chorro de aire durante 5 segundos</li> <li>7. No fotopolimerizo.</li> </ol>	<p><b><u>ACONDICIONAMIENTO DE LA SUSTANCIA DENTAL</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grabar la superficie del esmalte y dentina con ácido fosfórico al 37 % (SDI SUPER ETCH), durante 20 segundos. Y secar durante 20 segundos. Comprobar: la superficie grabada debe tener un color blanco opaco.</li> <li>3. Aplicar mediante un suave masaje una capa de adhesivo (3M ESPE Singlen Bond Universal) durante 20 segundos.</li> <li>5. Secar cuidadosamente con chorro de aire durante 5 segundos</li> <li>7. No fotopolimerizo.</li> </ol>
<p><b><u>ACONDICIONAMIENTO DE LA RESTAURACIÓN CERÁMICA</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desengrasar la restauración con alcohol antes de colocarla.</li> <li>2. Aplicar ácido fluorhídrico al 5 % (VITA CERAMICS ETCH), Durante 60 segundos.</li> <li>3. Eliminar todos los restos de ácido aplicando agua pulverizada durante 60 segundos.</li> <li>4. Dejar secar durante 20 segundos.</li> <li>5. Aplicar silano en las superficies grabadas (VITASIL). Esperar hasta que se evapore por completo.</li> <li>6. Aplique el Adhesivo Scotchbond Universal a la</li> </ol>	<p><b><u>ACONDICIONAMIENTO DE LA RESTAURACIÓN</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desengrasar la restauración con alcohol antes de colocarla</li> <li>2. Realice el arenado con oxido de aluminio con grano de tamaño <math>\leq 50 \mu\text{m}</math> (Cojet™), hasta que toda la superficie adquiera una apariencia mate.</li> <li>3. No grabe con ácido fluorhídrico.</li> <li>4. retire los exceso de la arena con alcohol y seque con aire. Y no utilizo ningún otro agente químico.</li> <li>5. Aplicar una capa de adhesivo (3M ESPE Singlen Bond Universal), expande el adhesivo con</li> </ol>

- 
- |  |  |
|--|--|
| superficie de adhesión de la restauración y frótelo durante 20 segundos. | un chorro de aire.                                   |
| 7. No fotopolimerizar.   | 6. No fotopolimerizar.                               |
| 8. Preparar para la inserción protegiendo de la luz.                     | 7. Preparar para la inserción protegiendo de la luz. |

#### COLOCACIÓN DE LA RESTAURACIÓN

1. Aplique una capa uniforme del Cemento adhesivo de resina RelyXU200 (3M ESPE) al diente o la restauración para asegurar una interfaz sin espacios.
2. Inserción de la restauración.
3. Fotopolimerización por 20 segundos por cada superficie del diente.

#### COLOCACIÓN DE LA RESTAURACIÓN

1. Aplique una capa uniforme del Cemento adhesivo de resina RelyXU200 (3M ESPE) al diente o la restauración para asegurar una interfaz sin espacios.
  2. Inserción de la restauración.
  3. Fotopolimerización por 20 segundos por cada superficie del diente.
- 

*Nota:* Vita Enamic® forCeramillMotion 2 vita Shade, vita Made. vitaFarbkommunikation toma del color vita comunicación del color vita reproducción del color vita control del color vita versión 09.13 instrucciones de uso. Lava\_Ultimate\_ifu-na.pdf.

Veinticuatro (24) horas después de la cementación de las restauraciones se realizará la aplicación de las cargas de cizallamiento.

Procedimiento de Cizallamiento. Los 60 dientes primeros premolares superiores después de las 24 horas estarán bajo una carga de cizallamiento constante en la máquina de ensayos instron a una velocidad de 1 mm/min hasta el punto de fractura. La carga estará medida en Newtons.

**5.4.3. Análisis de datos.** Se evaluará la distribución normal de las variables cuantitativas mediante la prueba de ShapiroWilk. Se comparará la media de la resistencia al cizallamiento entre los dos grupos evaluados, utilizando la prueba T de Student en caso de presentar distribución normal o la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Se tendrá en cuenta un valor de significancia estadística de 0,05.

## **6. Resultados**

Se evaluaron 60 piezas dentales (30 piezas para cada grupo), a los cuales se les aplicó cada una de las dos técnicas de cementación evaluadas, analizando los resultados de las variables mencionadas y se establecieron comparaciones por tipo de técnica utilizada.

Inicialmente se evaluó la normalidad de las variables analizadas mediante la prueba Shapiro Wilk, resultando la variable fuerza aplicada distribuida normalmente mientras que las variables tiempo de fragmentación y desplazamiento tuvieron un comportamiento no normal.

De manera global (para las 60 piezas dentales), los promedios de las variables analizadas fueron los que se muestran en la tabla 6.

*Tabla 4. Promedios globales de tiempo, fuerza y desplazamiento.*

<b>VARIABLE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>DESVIACIÓN</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>MÁXIMO</b>
Tiempo para fragmentación	60	312,3	161,8	34,0	721,9
Fuerza para fragmentación	60	503,9	145,6	228,1	928,1
Desplazamiento	60	2,7	1,3	0,8	6,0

*Nota:* \*El tiempo está medido en segundos, la fuerza en Newtons y el desplazamiento en milímetros.

Para la técnica de cementación adhesiva, los promedios de las tres variables analizadas se muestran en la tabla 7.

*Tabla 5. Promedios de tiempo, fuerza y desplazamiento, en las muestras sometidas a la técnica adhesiva.*

<b>VARIABLE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>DESVIACIÓN</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>MÁXIMO</b>
Tiempo para fragmentación	30	285,8	141,8	34,0	604,1
Fuerza para fragmentación	30	504,1	117,3	268,8	812,5
Desplazamiento	30	2,4	1,1	0,9	5,0

*Nota:* \*El tiempo está medido en segundos, la fuerza en Newtons y el desplazamiento en milímetros.

Para la técnica de cementación no adhesiva, los promedios de las tres variables analizadas se muestran en la tabla 8. La variable que mayormente presentó diferencias por tipo de técnica fue la variable tiempo para la fragmentación, la cual mostró mayor prolongación en la técnica no adhesiva.

*Tabla 6. Promedios de tiempo, fuerza y desplazamiento, en las muestras sometidas a la técnica no adhesiva.*

<b>VARIABLE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>DESVIACIÓN</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>MÁXIMO</b>
Tiempo para fragmentación	30	338,8	178,0	95,9	721,9
Fuerza para fragmentación	30	503,8	171,3	228,1	928,1
Desplazamiento	30	2,9	1,5	0,8	6,0

*Nota:* \*El tiempo está medido en segundos, la fuerza en Newtons y el desplazamiento en milímetros.

La realización de las pruebas estadísticas para establecer posibles diferencias se realizó de acuerdo a la distribución de los datos, siendo utilizada la prueba t de student para las variables normales (fuerza) y la prueba de Mann Whitney para las no normales (tiempo y desplazamiento).

No se presentaron diferencias estadísticas en las variables analizadas que tuvieron comportamiento no normal (tiempo y desplazamiento), como se muestra en la tabla 7.

*Tabla 7. Prueba U de Mann Whitney para la suma de rangos de los tiempo y desplazamiento de las muestras por tipo de técnica.*

	OBSERVACIONES	SUMA DE RANGOS	VALOR P
<b>VARIABLE TIEMPO</b>			
Técnica Adhesiva	30	848	
Técnica No Adhesiva	30	982	0,3219
<b>VARIABLE DESPLAZAMIENTO</b>			
Técnica Adhesiva	30	854	
Técnica No Adhesiva	30	976	0,3671

*Nota:* El tiempo está medido en segundos y el desplazamiento en milímetros.

De igual forma, tampoco se evidenció diferencia estadística en la variable fuerza aplicada para la fragmentación, la cual presentó un comportamiento normal como se muestra en la tabla 10.

*Tabla 8. Prueba t de student para el promedio de la fuerza para la fragmentación de las muestras por tipo de técnica.*

VARIABLE FUERZA	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DESVIACIÓN	VALOR P
Técnica Adhesiva	30	504,1	117,3	
Técnica No Adhesiva	30	503,8	171,3	0,9935

\*La fuerza está medida en Newtons.

Por otra parte, se analizó el comportamiento de cada variable por tipo de técnica de manera visual mediante gráficos de cajas y bigotes; la variable tiempo para la fragmentación muestra que efectivamente los tiempos fueron más prolongados en la técnica no adhesiva, a expensas principalmente de las piezas que presentaron tiempos superiores a la mediana, tal y como se muestra en la figura 1.

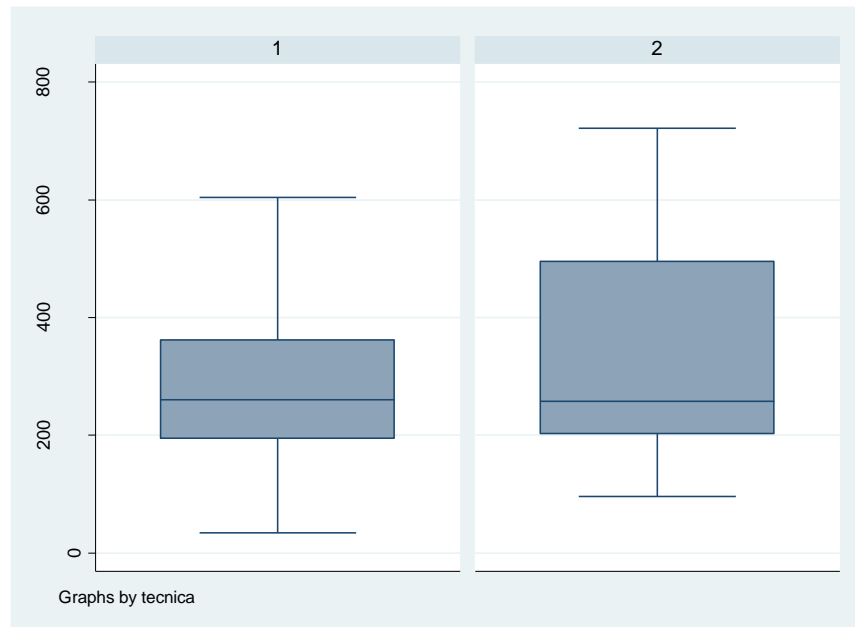


Figura 1. Diagrama de caja de los tiempos para la fragmentación por tipo de técnica (1 adhesiva, 2 no adhesiva).

Para verificar de manera más objetiva este comportamiento de la variable tiempo para la fragmentación, se muestra en la tabla 6, los percentiles por tipo de técnica, evidenciando que los datos de la técnica no adhesiva ubicados por encima de la mediana fueron los que presentaron mayor prolongación para la fragmentación en comparación con la técnica adhesiva; mientras que los datos de los percentiles 25 y 50 tuvieron un comportamiento similar por tipo de técnica (ver tabla 11).

Tabla 9. Comparación de percentiles de los tiempos por tipo de técnica.

VARIABLE TIEMPO	OBSERVACIONES	PERCENTIL	INTERVALO DE CONFIANZA 95%
Técnica Adhesiva	30		
Percentil 25		194,11	117,8 – 212,45
Percentil 50		260,02	196,68 – 315,25
Percentil 75		369,06	293,49 – 510,20
Técnica No Adhesiva	30		
Percentil 25		200,71	153,3 – 227,64
Percentil 50		257,82	214,65 – 453,18
Percentil 75		497,23	389,00 – 593,16

Por su parte, tal y como se había mencionado, los datos de la variable fuerza aplicada para la fragmentación, tuvieron un comportamiento similar por tipo de técnica, con la diferencia que los datos de la técnica no adhesiva fueron más dispersos (ver figura 2).

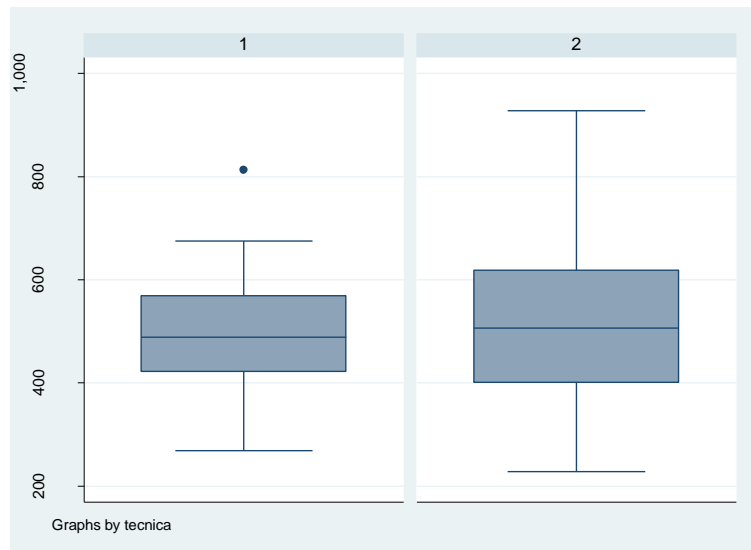


Figura 2. Diagrama de caja de la fuerza aplicada para la fragmentación por tipo de técnica (1 adhesiva, 2 no adhesiva).

Por último, los datos de la variable área presentaron un comportamiento similar al variable tiempo, es decir, los datos por encima de la mediana fueron superiores en la técnica no adhesiva comparada con la técnica adhesiva, pero estas diferencias son mínimas por la naturaleza de la variable (ver figura 3).

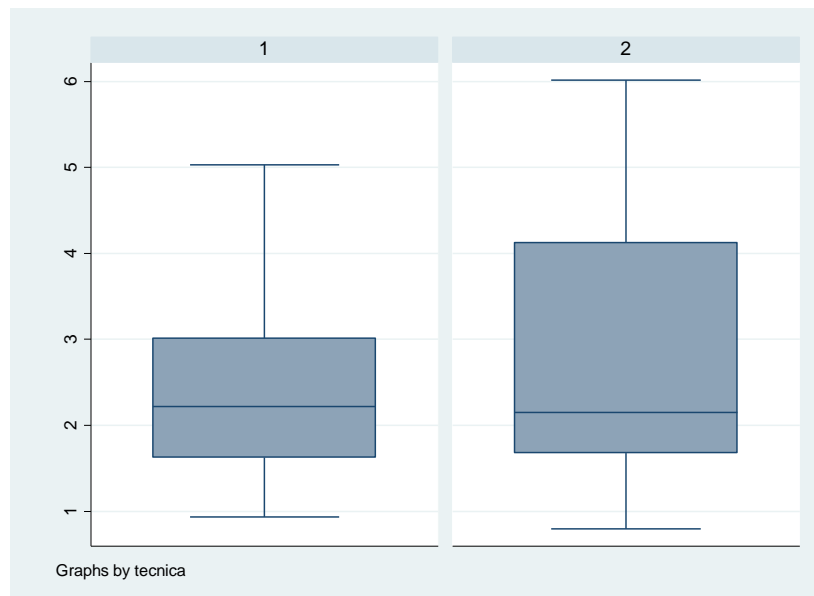


Figura 3. Diagrama de caja del desplazamiento por tipo de técnica (1 adhesiva, 2 no adhesiva).

En la tabla 12, se muestra que los datos del área de la técnica no adhesiva ubicados por encima de la mediana fueron superiores en comparación con la técnica adhesiva; mientras que los datos de los percentiles 25 y 50 tuvieron un comportamiento similar por tipo de técnica (ver tabla 12).

*Tabla 7. Comparación de percentiles de los tiempos por tipo de técnica.*

VARIABLE ÁREA	OBSERVACIONES	PERCENTIL	INTERVALO DE CONFIANZA 95%
Técnica Adhesiva	30		
Percentil 25		1,62	1,28 – 2,00
Percentil 50		2,22	1,71 – 2,73
Percentil 75		3,07	2,54 – 4,25
Técnica No Adhesiva	30		
Percentil 25		1,67	1,27 – 1,89
Percentil 50		2,14	1,78 – 3,94
Percentil 75		4,14	3,62 – 4,94

## 7. Discusión.

En la odontología, la capacidad de carga de un material se mide en muchos casos mediante ensayos de rotura in vitro y suele hacer referencia a la resistencia a la flexión, que se mide en megapascuales (Mpa), pero tal como se muestra en los ensayos de las cerámicas híbridas, una elevada resistencia a la flexión no siempre se corresponde a una elevada capacidad de carga. Así, por ejemplo, gracias a su resiliencia en combinación con su elasticidad, VITA ENAMIC ofrece una carga muy alta, a pesar que su resistencia a la flexión es menor que la de otros materiales CAD/ CAM comenta el Dr: MICHAEL SADOON de la universidad de París. (42).

La cerámica híbrida se caracteriza por su combinación inteligente de resistencia y elasticidad, de modo que el material ofrece a los laboratorios y clínicas que utilizan la tecnología CAD/CAM una capacidad de carga muy elevada. Mediante la matriz cerámica integral y la matriz polimérica orgánica se imita la estructura de los dientes naturales. El Dr: Michael Swain, afirma que la combinación de módulo de elasticidad y resiliencia es elevada y comparable a la de los dientes naturales y marca la diferencia respecto a los materiales cerámicos y de composites tradicionales.

Por ejemplo, la mayoría de los materiales cerámicos presenta un módulo de elasticidad más elevado que VITA ENAMIC, es decir son más rígidos y falla típicamente con un alargamiento de rotura de 0,1%. Gracias a su matriz polimérica infiltrada en todo el material, VITA ENAMIC ofrece una capacidad de carga cuatro veces mayor, a pesar de su módulo de elasticidad más reducido. VITA ENAMIC, antes de romperse, resiste un alargamiento de ruptura entre 200 y 400 % mayor que la mayoría de las demás cerámicas. Este comportamiento tiene una especial relevancia en la boca, donde son sobre todo los dientes de la arcada dentaria los que limitan el alargamiento de la rotura de un diente. (42).

En el ensayo de carga de rotura estática, la cerámica híbrida VITA ENAMIC obtuvo una carga de rotura de 2.766 Newtons, aproximadamente, el valor más alto de todos materiales ensayados,

y la demostración de su extraordinaria capacidad de carga. También en el ensayo en el articulador, el nuevo material obtuvo unos resultados excelentes; la cerámica híbrida consiguió un índice de supervivencia de 100% tanto con paredes normales como paredes de grosor mínimo. (42).

Los resultados del estudio compararon la resistencia al cizallamiento de la unión entre la cerámica Híbrida Enamic con la estructura dental, no encontrándose diferencias estadísticamente significativa entre la técnica adhesiva de 504,1 Newtons y no adhesiva de 503,8 Newtons.

La resistencia de los materiales, en general, es estudiada de diferentes maneras, hay estudios con cargas o fuerzas de compresión, axiales o anguladas de flexión, de tracción o de torsión y de cizallamiento. Para el presente estudio se escogió la prueba de cizallamiento por considerar que reproduce muy bien muchas situaciones de la dinámica Maxilo-Mandibular sobre muchas restauraciones. Se entiende por cizallamiento que es aquella situación en que el material es sometido a la acción de dos fuerzas opuestas que se aproximan entre sí sobre diferentes rectas paralelas.

En la revisión bibliográfica realizada encontramos diversos trabajos que investigan la resistencia en la unión entre material metal- cerámicos, y totalmente cerámicos. Pero no hemos encontrado ningún que realice la comparación propuesta por nosotros de las técnicas de cementación adhesiva y no adhesiva para las cerámicas híbridas. (7).

De acuerdo con Al- Doham y cols, la resistencia de la unión al cizallamiento es el más apropiado para evaluar la fuerza de unión de las porcelanas.

En el estudio que desarrollan donde compara la resistencia al cizallamiento de cuatro sistemas cerámicos frente a uno ceramo-metálico, en los sistemas incluye dos con óxido de zirconio, los resultados muestran que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los sistemas cerámicos y el ceramo-metálico. (43)

**7.1. Conclusión.** A la vista de los resultados obtenidos en la presente investigación se puede obtener las siguientes conclusiones.

- De las dos técnicas de cementación adhesiva y no adhesiva analizadas podría ser utilizadas clínicamente con buenos resultados desde punto de vista de resistencia al cizallamiento.
- La cerámica Híbrida Enamic se puede cementar con cualquiera de las dos técnicas de cementación analizadas según los resultados del presente estudio. Los resultados obtenidos no mostraron diferencias estadísticamente significativas a la resistencia al cizallamiento para la cerámica híbrida enmaic.
- Los resultados demostraron que aunque no hay diferencia estadísticamente significativa en la variable tiempo, una diferencia en el tiempo promedio para la fragmentación superior a 50 segundos en favor de la técnica no adhesiva cobra importancia a nivel de la práctica clínica.

los resultados demostraron que, la resistencia al cizallamiento que presentaron las muestras analizadas en este estudio son tan altos que algunas de estas muestras se fracturaron antes de presentar la descementación.

**7.2. Recomendaciones.** Realizar el mismo estudio sometiendo las muestras a un termo-ciclado de 600 ciclos térmicos de 5°C a 55°C antes de la carga.

Realizar un estudio con muestras similares sometiéndolas a una carga dinámica con 1,2 millones de ciclos a 200 Nw, con una frecuencia de 1,6 Hz.

### **8. Consideraciones Éticas.**

La presente investigación se rige por las normas científicas, técnicas y administrativas, de acuerdo a la resolución No 008430 del ministerio de salud.

En esta prevalece el criterio del respeto a la dignidad humana y la protección de los derechos y bienestar de las personas, de acuerdo con lo definido en el artículo 5.

La investigación se ajustó a los principios científicos y éticos establecidos y fue realizada por los residentes de rehabilitación oral de la facultad de odontología de la Universidad Santo Tomás de Floridablanca, quienes supervisaron los recursos y materiales empleados.

Se debe resaltar que si bien los resultados de la investigación beneficiarán a seres humanos, el presente estudio se realizará in vitro. Las personas que acepten participar en el estudio donarán sus piezas dentales, las cuales en todos los casos serán extraídos dentro de tratamientos de ortodoncia y de manera independiente a la participación en el estudio.

Los investigadores garantizan la protección de la privacidad de las personas que donen sus piezas para la investigación, sin identificarla en ningún caso según lo definido en el artículo 8 de la misma resolución.

Para tal motivo, se contará con un consentimiento informado por escrito de las personas donantes de las piezas para la investigación de acuerdo a lo definido en los artículos 14,15 y 16. (Anexo.)

## 9. Bibliografía

1. Calatrava Oramas, L. A.. Revolution or evolution, in treatment of dental caries. *Odous Científica*. 2014; 15 (1).
1. Zúñiga, E. S., & Porras, J. V. Comportamiento epidemiológico de la caries dental en Colombia/Epidemiology of Dental Caries in Colombia. *Universitas Odontologica*, (2013); 32(68), 117.
2. Martínez RF, Pradies RG, Suarez MJ, Rivera G. Cerámicas dentales: Clasificación y criterios de selección. *ROSE Rv Llustre Cons Gen Col. Odontol Estomatol Esp* 2007; 12. 4: 257-263
3. Ahmad Irfan. La cementación predecible de restauraciones estéticas indirectas. *Dental Tribune. The World's Dental Newspaper. Hispanic and latin american Edition*. 2012; 9 (7)
5. Hernandez, Martín. Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. *Universidad de Valencia. Av. Odontostomatol*. 2004; 20 (1): 19-32

6. Keul C, Hahl Manuel, Eishberger Marlis, Liebermann Anja, Roos Malgorzata, cols. Impact of different adhesives on work of adhesion between CAD/ CAM polymers and resin composite cements. *J Dent*. 2014 Sep;42(9):1105-14. doi: 10.1016/j.jdent.2014.02.020.
7. Vega del Barrio, Jose Maria. Shear resistance of one all-ceramic system versus seven ceramo-metallic systems a comparative study. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de odontología departamento de Estomatología II. RCOE 2005; 10 (5-6): 529-539.
8. Zahnfabrik V. VITA ENAMIC: la primera cerámica dental híbrida en todo el mundo. Available at: <https://www.vita-zahnfabrik.com/es/VITA-ENAMIC-la-primera-ceramica-dental-hibrida-en-todo-el-mundo-3466,57343.html>. Accessed Mar 22, 2017.
9. vitazahnfabrik [Internet]. [cited 22 marzo de 2017]. <http://ww2.vitazahnfabrik.com/?folio=7POYGN0G2>
10. Monografias.com SO. La cerámica en usos dentales - Monografias.com. Available at: <http://www.monografias.com/trabajos82/ceramica-usos-dentales/ceramica-usos-dentales.shtml>. Accessed Mar 22, 2017.
11. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J* 2011 Jun;56 Suppl 1:84-96. doi: 10.1111/j.1834-7819.2010.01299.x
12. Rascón Alfredo, Nevárez Martina, Molina Ronell, Gomez Eduardo, Cols. Characteristics of ceramic materials currently used in dentistry practice. *Revista. ADM* 2012; 69 (4): 157- 163.
13. Koushyar, K.J. Recomendaciones para la selección del material cerámico libre de metal de la restauración en la arcada. *Int.J. Odontostomat*, 2010; 4 (3) 237-240,
14. C.D. Kia Juan Koushyar partida. Consideraciones de los materiales disponibles en América Latina para la fabricación de coronas cerámicas libres de metal. *Med oral*, 2010; 12, (2): 67-81.
15. Perez Caparoso Carlos, Duque Vargas Javier. Cerámicas y sistemas para restauraciones CAD/CAM: *Revista facultad de odontología universidad de Antioquia*. 2010; 22 (1).
16. Vita Enamic. [Internet]. Germany. VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG [cited 22 marzo de 2017] Instrucciones de uso file:///C:/Users/Usuario/Downloads/VITA\_1982\_1982SP\_ENAMICneutral\_VA\_ES\_V03\_es.pdf
17. Australasian Dental Practice. [Internet]. Vita hybrid ceramic provides a new definition of strength and aesthetics. 2013. [cited 22 marzo de 2017]. [http://www.dentalpractice.com.au/index.php?option=com\\_zend&controller=article&task=read&article\\_id=b0ca6a1f-dc98-34c9-6c8f-50c488946f12](http://www.dentalpractice.com.au/index.php?option=com_zend&controller=article&task=read&article_id=b0ca6a1f-dc98-34c9-6c8f-50c488946f12)
18. Duarte S, Sartori N, Phark J. Ceramic-Reinforced Polymers: CAD/CAM Hybrid Restorative Materials. *Curr Oral Health Rep* 2016 /09/01;3(3):198-202.

19. Conrad HJ, Seong W, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2007 /11/01;98(5):389-404.
20. Lava Ultimate CAD/CAM Restorative. Available at: [http://www.3m.com/3M/en\\_US/dental-us/products/lava-ultimate/](http://www.3m.com/3M/en_US/dental-us/products/lava-ultimate/). Accessed Mar 22, 2017.
21. Madrid M. Tecnología de la Adhesión. Departamento Técnico de Loctite España. Pág. 1-59.
22. Aníbal Aguilera M., Jaime Guachalla P., Gabriel Urbina S., Marcial Sierra F. y Vladimir Valenzuela A. Revisión Bibliográfica Sistemas Adhesivos de Autograbado Self-Etching Adhesive Systems. *Revista Dental de Chile*. 2001; 92 (2): 23- 28.
23. Mandri, M N, Aguirre Grabre de Prieto, A, Zamudio, M. Adhesive systems in restorative dentistry [Artículo on line][cited 22 marzo de 2017] 2014. [http://www.scielo.edu.uy/pdf/ode/v17n26/en\\_v17n26a06.pdf](http://www.scielo.edu.uy/pdf/ode/v17n26/en_v17n26a06.pdf)
24. Gildo Coelho Santos Jr. Maria Jacinta Moraes, Coelho Santo. Amin S. Rizkalla, Adhesive Cementation of Etchable Ceramic Esthetic Restoration. 2009; 75. (5). 2009
25. Frankenberger R, Hartmann VE, Krech M, Krämer N, Reich S, Braun A, et al. Adhesive luting of new CAD/CAM materials. *Int J Comput Dent* 2015;18(1):9-20.
26. Díaz Romeral, P; Orejas Pérez, J; López, E, Veny, T. Cementado adhesivo de restauraciones totalmente cerámicas. *Cient Dent* 2009; 6 (1): 137- 151.
27. Mezzomo E., Makoto Suzuki R. Rehabilitación Oral Contemporánea – Tomo 1. 1st ed.: Amolca; 2010.
28. Rincón Zambrano Fernando R, Carnejo Aguilar Defren. Adhesivos dentales en odontología conceptos fundamentales. 2005; 44(3).
29. Parra M. Garzón H. Sistemas Adhesivos Autograbadores, Resistencia de union y nanofiltración : una revisión. *Rev Fac Odontologia Universidad de Antioquia*. 2012; 24 (1): 133-150.
30. Herrera E. I. Fracasos en la adhesión. *Av. Odontoestomatol* 2005; 21(2): 63-69
31. Cort Jose Pedro, Abella Rosario. Cementation Protocols for ceramic restorations. *Actas Adontologicas* 2013; 10(2).
32. Bernal C, Medeiros C, Campos J. Restauraciones Ceramicas: Como Cementarlas. *acta Odontologica Venezolana*. 2010; 148 (1).
33. Díaz-Romeral, P.; Orejas Pérez, J.; López, E.; Veny, T. Cementado adhesivo de restauraciones totalmente cerámicas. *Cient Dent* 2009;6;1:137-151.

34. Lava™ Ultimate CAD/CAM Restorative [Internet]. Germany. 3M ESPE Dental Products. [2015][cited 22 marzo 2017] <http://multimedia.3m.com/mws/media/747392O/lava-ultimate-restorative-instructions-for-use-english.pdf>
35. Zahnfabrik V. VITA ENAMIC: indicadores de uso. Available at: <https://www.vita-zahnfabrik.com/es/VITA-ENAMIC-la-primera-ceramica-dental-hibrida-en-todo-el-mundo-3466,57343.html>. Accessed Mar 22, 2017.
36. Calatrava Oramos L A. Protocol for the selection of adhesive cement. Merida Venezuela. Revista Odontologica de los Andes. 2009; 4(2).
37. Guzmán H J. Protocolos para la Cementación Adhesiva de Restauraciones Cerámicas, Revisión Actualizada del 2013. Fundación Universitaria UniCIEO. 2013. p. 106-112
38. Echeverri DM, Garzón H. Cementación de estructuras para prótesis parcial fija en zirconio. Rev Fac Odontol Universidad de Antioquia. 2013; 24 (2): 321-335.
39. R.W.Wassell D. Barker and J.G. Steele. Crowns and other extra-coronal restoration: Try-in and cementation of crowns. 2002;193 (1).
40. Hill EE. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. Dent Clin North Am 2007 Jul;51(3):658, vi. 10.1016/j.cden.2007.04.002
41. Shane White BdentSc. Cementos Adhesivos y Cementation. La carta odontologica. 2000; 5 (14). 18-27.
42. Giordano R, Cima M, Pober R. Effect of surface finish on the flexural strength of feldspathic and aluminous dental ceramics. Int J Prosthodont 1995 Jul-Aug;8(4):311-319.
43. Werner H. Mormann, Swain Michael. El material CAD/CAM del futuro. Dental Visionist 1(13)

## Apéndices

### A. Estudio Comparativo in Vitro de la Resistencia de Cizallamiento entre dos Técnicas de Cementación para las Cerámicas Híbridas



#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

#### ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA DE CIZALLAMIENTO ENTRE DOS TÉCNICAS DE CEMENTACIÓN PARA LAS CERÁMICAS HÍBRIDAS

Como estudiantes de la facultad de rehabilitación oral de la Universidad Santo Tomás de Aquino, de Floridablanca, realizaremos estudio comparativo para medir la resistencia de dos técnicas de cementación entre el diente y la cerámica.

Antes de que usted decida participar en este estudio es importante que entienda lo que se hará, de manera que usted tenga la información necesaria para tomar esta decisión. Esto quiere decir que usted es libre de escoger si participa o no en la investigación.

**Propósito del estudio:** Determinar la resistencia al cizallamiento de dos técnicas de cementación entre cerámicas híbridas y la estructura dental.

**Quienes Pueden participar.** Aquellas personas que de manera voluntaria deseen donar los dientes que han sido extraídos dentro del tratamiento de ortodoncia.

**Procedimiento del estudio:** una vez que usted firme el consentimiento informado donde usted expresa donar los dientes extraídos al estudio, estos serán enviados al laboratorio de microbiología de la universidad santo tomas de la sede de Floridablanca – Santander donde se realizarán las pruebas.

**Confidencialidad:** Para garantizar y respetar la privacidad de la información obtenida, a todos los dientes donados se les asignará un código para su identificación; su nombre no se incluirá en ninguno de los formatos de recolección de datos ni en los resultados del estudio. Los integrantes en el grupo de investigación firmarán un acuerdo de confidencialidad con el uso y manejo de los datos.

**Riesgos y beneficios:** Teniendo en cuenta que la extracción se realiza de manera independiente a la realización de la presente investigación, su participación no generará ningún tipo de riesgo, pues las pruebas se realizarán en un laboratorio sobre los dientes donados. Sin embargo si usted decide participar, los resultados del estudio ayudarán a entender cuál es la mejor técnica de cementación para el uso de las cerámicas híbridas en personas que requieran restauraciones de este tipo.

**Costos y compensación:** Usted no recibirá pago alguno por su participación en este estudio.

**Preguntas y dudas:** Si usted desea hacer alguna pregunta con respecto al estudio podrá comunicarse con los estudiantes: Jorge Armando Gómez (3165209374), Doris Esperanza Olaya (3127637990), Yolanda Del Pilar Arenas (3167083193), ó con la Dr. Bernardo Mesa Director (6800801 ext 2431).

**Declaración de Participación:** Está de acuerdo en donar sus dientes extraídos para participar en la investigación  
SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_

Si usted ha entendido la información que acaba de leer y ha aceptado participar por favor escriba su nombre completo y firma en el siguiente espacio, de lo contrario, por favor realice la devolución del documento:

Nombre del paciente \_\_\_\_\_  
C.c. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_  
Firma: \_\_\_\_\_

Nombre Testigo 1:

Firma:  
C.c:

Nombre Testigo 2:

Firma:  
C.c

**Declaración del investigador:** Certificamos que le hemos explicado a la persona arriba firmante sobre esta investigación y que esta persona entiende la naturaleza, el propósito del estudio.

Todas las preguntas que esta persona ha hecho le han sido contestadas.

Nombre del investigador 1: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

CC: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_