



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

Facultad de Odontología

Especialidad: Rehabilitación Oral III Cohorte

**“Sistemas adhesivos utilizados en la cementación de restauraciones indirectas:  
Revisión Sistemática de la Literatura”**

Tesis previa a la obtención  
del título de:

*Especialista en  
Rehabilitación Oral*

Autor:

Od. Marix Belén Naranjo Yépez

CI: 0105140859

Director:

Dr. Cristian Gustavo Abad Coronel. MSc, PhD.

CI: 0102211273

**Cuenca – Ecuador**

04/04/2019



## Resumen:

**Objetivo:** Realizar una revisión sistemática de los sistemas adhesivos, utilizados en la cementación de restauraciones indirectas con base en a la evidencia científica disponible, basados en la fuerza de unión de estos a los tejidos dentarios.

**Materiales y métodos:** Se realizó una revisión de la bibliografía disponible en dos bases digitales, Pubmed y Cochrane en donde se identificaron estudios relevantes que tratan de los sistemas adhesivos, asociados al comportamiento clínico y fuerza de unión a los tejidos dentales. La búsqueda incluyó artículos en inglés, realizados in vitro, publicados entre los años 2012 al 2018. Esta revisión sistemática utilizó la guía PRISMA, para asegurar la calidad de la información incluida. Para ello se manejó la lista de comprobación de ítems incluida en dicha guía. Se incluyó además el sistema PICO.

**Resultados:** Se seleccionaron 12 artículos, estudios con diversos diseños y la falta de estandarización de las muestras y protocolos fue un denominador común. Sin embargo, se pudo determinar que existió mayor fuerza de unión en los sistemas adhesivos de tres pasos y en sistemas de cementación autograbante + un grabado selectivo previo.

**Conclusiones:** La heterogeneidad de los estudios dificultó establecer un consenso, sin embargo, la mayor parte de los estudios para valorar la fuerza de unión emplean técnicas de tracción microtensil y resistencia al cizallamiento. Se determinó que los sistemas de tres pasos alcanzan los valores más altos de fuerza de adhesión independientemente del método de evaluación empleado y del uso clínico. Estos sistemas forman una verdadera capa híbrida con el sustrato, mientras que los sistemas simplificados alcanzan valores de unión más bajos, y forman capas híbridas superficiales, más propensas a la degradación.

**Palabras clave:** Restauraciones indirectas. Fuerza de unión. Autoadhesivo. Grabado y lavado. Sistemas adhesivos. Cementos resinosos.



## **Abstract:**

**Objective:** To carry out a systematic review of the adhesive systems, used in the cementation of indirect restorations based on the available scientific evidence, based on the bonding strength of these to the dental tissues.

**Materials and methods:** A literature review was made available in two digital databases, Pubmed and Cochrane, where relevant studies dealing with adhesive systems were identified, associated with clinical behavior and strength of attachment to dental tissues. The search included articles in English, carried out in vitro, published between 2012 and 2018. This systematic review used the PRISMA, guide to ensure the quality of the information included. For this, the checklist of items included in said guide was handled. The PICO System, was also included.

**Results:** Finally, 12 articles were selected, studies with different designs and the lack of standardization of samples and protocols was a common denominator. However, it could be determined that there was greater bond strength in the three-step adhesive systems and self-etching systems + a previous selective etching. It was not possible to perform a summation of the adhesion strength since the studies were not performed with standardized samples, both in the size of the sample and in the materials used to obtain the results.

**Conclusions:** The heterogeneity of the studies made it difficult to establish a consensus on the best conditions of application of the adhesive systems, however, most of the studies to assess the bond strength use microtensile traction techniques and shear strength. It was determined that the three-step systems achieve the highest values of adhesion strength independently of the evaluation method used and the clinical use. These systems form a true hybrid layer with the substrate, while the simplified systems reach lower bonding values, and form superficial hybrid layers, more prone to degradation.

**Keywords:** Indirect restorations. Bond strength. Self etch. Etch and rinse. Adhesive System. Resin cements.



Índice del Trabajo

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCION Y JUSTIFICACION</b> .....	9
1.1	Fundamento teórico.....	9
1.1.1	Antecedentes .....	9
1.1.2	Clasificación de los sistemas adhesivos.....	12
1.1.3	Componentes básicos de los sistemas adhesivos .....	18
1.1.4	Efecto del agua.....	21
1.1.5	Restauraciones indirectas y los sistemas adhesivos .....	22
1.1.6	Causas de fracaso de las restauraciones indirectas .....	25
1.1.7	Métodos de medición de la resistencia de unión .....	29
1.1.8	Factores que pueden modificar los resultados de los estudios in vitro .....	31
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	32
2.1	Objetivo general .....	32
2.2	Objetivos específicos.....	32
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	33
3.1	Criterios de inclusión y criterios de exclusión.....	34
3.1.1	Criterios de inclusión: .....	34
3.1.2	Criterios de exclusión: .....	34
3.2	Términos de búsqueda.....	34
3.3	Consultas: .....	35
3.4	Extracción de datos: .....	36
3.5	Síntesis de resultados.....	37
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	38
4.1	Diagrama de flujo de los estudios seleccionados, según el sistema PRISMA (62).....	38
4.2	Características de los estudios seleccionados.....	39
4.3	Recoleccion de resultados.....	44
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	47
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES:</b> .....	56
<b>7.</b>	<b>PERSPECTIVAS FUTURAS</b> .....	58
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	58
8.1	<b>PROTOCOLOS</b> .....	58
8.1.1	Tratamiento interno de la superficie restauradora .....	58
8.1.2	Tratamiento De La Superficie Dental .....	60
8.1.3	Tablas de recomendaciones clínicas elaborado conforme los artículos revisados .....	61
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	64

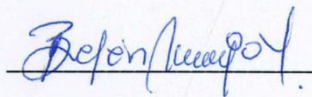
## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Marix Belén Naranjo Yépez en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales de la tesis **“Sistemas adhesivos utilizados en la cementación de restauraciones indirectas: Revisión Sistemática de la Literatura”**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, abril de 2019



Marix Belén Naranjo Yépez

C.I: 0105140859




## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Marix Belén Naranjo Yépez, autora de la tesis: **“Sistemas adhesivos utilizados en la cementación de restauraciones indirectas: Revisión Sistemática de la Literatura”** certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, abril de 2019



Marix Belén Naranjo Yépez

C.I: 0105140859



## DEDICATORIA

A mis padres quienes con su enseñanza de persistencia y perseverancia me han motivado cada día en la búsqueda de mis anhelos personales y profesionales.

A mi compañero de camino, que con su paciencia e incondicionalidad ha sido un pilar de impulso en los días de dificultad.

*Belén*



## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios Padre generoso, que conforme a su riqueza en amor y misericordia me ha permitido llegar al fin de esta etapa, sustento y herramienta de trabajo y servicio para la sociedad.

Al mejor de mis amigos y ayuda idónea, Marlon, por su paciencia, por la palabra adecuada en el momento justo, y el actuar oportuno.

Al amor incondicional, reflejo del corazón de Dios, mis padres, por su bondad, entrega y sabiduría impartida.

Al Dr. Cristian Abad por su generosidad profesional y humana, gracias a su tiempo y paciencia, carisma y don de enseñar.

A la Universidad de Cuenca, que ha abierto sus puertas y ha acogido a quienes buscamos saciar la necesidad de aprender y servir mejor a la comunidad, mediante el esfuerzo y el estudio de calidad.





## 1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Nuevos adhesivos son continuamente introducidos al mercado odontológico, acompañados de diversos componentes que interactúan de manera diferente con los tejidos dentarios; por ello la importancia de seleccionar el sistema adhesivo, pues de ello dependerá el éxito y longevidad de las restauraciones, y la preservación del sustrato. La fuerza de adhesión al tejido dentario es uno de los indicativos del comportamiento de los sistemas adhesivos e influye en el comportamiento de los tratamientos directos e indirectos. De ahí la necesidad de realizar una revisión de la evidencia científica publicada para fundamentar la selección de los materiales que interactúen de manera idónea en cada situación clínica, con resultados predecibles y eficientes.

### 1.1 Fundamento teórico

#### 1.1.1 Antecedentes

Debido a las múltiples diferencias entre las superficies de contacto del tejido dental y la restauración, es necesario un agente adherente cuyo uso sustituya el método de retención tradicional. (1) En el año de 1955 Michael Buonocore observó el efecto del grabado ácido a nivel del esmalte, seguido por Bowen y su estudio de la afinidad del Bis – GMA (bisfenol-glicidil-metacrilato) con el tejido grabado, basando su funcionamiento en la interacción entre los fosfatos y el calcio de dentina y esmalte. Con estas bases aún rudimentarias Nakabayashi en 1982 introdujo el término de “capa híbrida” es decir la imbricación del sistema adhesivo resinoso en la dentina y los túbulos dentinarios parcialmente descalcificados, a través de la formación de “tags” de resina. (1)

El objetivo de adherir una restauración es lograr un sellado con una interfase que no sobrepase los estándares clínicos a nivel del sustrato dentario (2). Esta unión íntima es considerada un reto, por lo que es necesario analizar la anatomía de los tejidos a adherir.



En el esmalte, la adhesión es muy confiable. Está formado por un 94 a 96% de material inorgánico, 1 a 4 % de agua y 4 a 5% de material orgánico y presenta una mayor fuerza intermolecular, alta energía superficial. Está formado por prismas que parten de la unión amelodentinaria a la superficie externa del esmalte. La aplicación del ácido actúa a nivel de estos prismas generando 3 diferentes patrones de grabado. El patrón 1 actúa a nivel del núcleo de los prismas. El patrón 2, actúa a nivel de la periferia de los prismas, y el patrón 3 es una combinación de los dos anteriores. La aplicación del ácido fosfórico en concentraciones del 30 al 37% durante 30 segundos resulta en la formación de fosfato de calcio con una pérdida definitiva de estructura adamantina.

A nivel de dentina la adhesión es más compleja, pues es un tejido poroso, húmedo, compuesto por partículas de hidroxiapatita en una matriz proteica de colágeno, lo que hace que la adhesión sea comprometedor. Presenta una baja fuerza intermolecular y baja energía superficial. Muestra en su composición un 50 a 70% de materia inorgánica, 20 a 30% de materia orgánica y un 10 a 20% de humedad.

Los túbulos dentinarios incrementan su diámetro y densidad en relación con su cercanía con la pulpa. El contenido de agua en la dentina es más bajo en la superficie y más alto en la proximidad de la pulpa. Además, la dentina es un tejido sometido a numerosos cambios que aparecen con la edad de manera fisiológica, entrando en un proceso de envejecimiento, con un incremento del grosor de la dentina y reducción de su permeabilidad producidos por procesos de esclerosis y caries. Por ello en este tejido la adhesión se logra gracias a procesos de hibridación e integración (3).

Esta retención micromecánica se manifiesta en el esmalte como un enclavamiento del material resinoso en las porosidades creadas por el grabado ácido, mientras que a nivel de la dentina se produce un entrelazamiento de la "resina" con el colágeno expuesto. Pese a que algunos adhesivos presentan un pH leve y que no logra exponer todo el colágeno, la hibridación se logra por



enlaces iónicos entre componentes afines como los monómeros ácidos del adhesivo y el calcio de la hidroxiapatita (4) (5) (6) (7)

La adhesión busca generar una unión fuerte, reteniendo el material restaurador o el agente cementante, minimizando la microfiltración, la pigmentación marginal, la caries secundaria y la reducción del estrés por contracción. Otro objetivo de la adhesión es generar procedimientos menos invasivos que eviten el desgaste de tejido con finalidades retentivas (4) (6) (8).

Los componentes básicos de los sistemas adhesivos se describen a continuación:

1. **El ácido grabador**, que en el esmalte altera el contorno superficial de la región al remover una capa de frotis de aproximadamente 10um, donde están los cristales químicamente no reactivos y la película adquirida, elevando la energía de la superficie. Además de remover el barrillo dentinario, el grabado ácido elimina el contenido mineral de la zona más superficial y reduce de modo drástico el contenido de hidroxiapatita en las capas subyacentes. Como consecuencia de esto, el diámetro de los túbulos es mayor, así como la permeabilidad de la dentina y la presión intrapulpar, exponiendo un tejido conjuntivo débil rico en fibrillas de colágeno, lo que resulta, en una estructura menos mineralizada, más porosa, más húmeda y más rugosa. El substrato por ende, presenta una menor capacidad de interactuar con monómeros resinosos hidrofóbicos (6).
2. El segundo componente es un **agente imprimante anfifílico** es decir, eleva la capacidad de humectabilidad del sustrato hidrofílico como la dentina, en la unión a un sustrato hidrofóbico como el caso del material resinoso.
3. El **agente adhesivo** que permite formar un enlace covalente entre el adhesivo propiamente y el compuesto resinoso, está formado por monómeros similares al material restaurador, y se denomina también matriz funcional. Los monómeros pueden ser funcionales y reticuladores,



los primeros forman polímeros lineales, y los segundos forman polímeros entrelazados que dotan al adhesivo de resistencia mecánica tras la polimerización (6) (8).

### **1.1.2 Clasificación de los sistemas adhesivos**

Han sido numerosas las clasificaciones de los sistemas adhesivos: por generaciones, número de pasos clínicos y modos de acción. (9)

La clasificación por generaciones determinada por la industria dental, hace referencia al orden en el que estos fueron desarrollados según su complejidad. Cada generación ha buscado reducir el número de recipientes involucrados en el proceso, simplificando también el número de pasos. Esta se explica en el gráfico 1. (3)

Se han clasificado también de acuerdo a los pasos clínicos empleados durante el proceso, que refleja su modo esencial de uso, dejando de lado su desarrollo histórico. (Gráfico 2). 3)

#### **Adhesivos de grabado y lavado**

Este sistema consiste en el grabado y lavado del esmalte y la dentina con ácido orto fosfórico al 35% - 37% el mismo que una vez cumplido su objetivo es eliminado con un riguroso enjuague (8), seguido por la polimerización in situ del adhesivo que por efectos propios de capilaridad fluye en las porosidades creadas en el esmalte formando macro tags de resina entrelazada alrededor de los primas del esmalte, y en complemento, la formación de micro tags que penetran en los núcleos de los primas del esmalte; contribuyendo eficazmente a la retención del material.

En el tejido dentinario el efecto del ácido genera una red de colágeno micro porosa, donde la hidroxiapatita está casi ausente. Por ende, la adhesión depende de la hibridación o infiltración del adhesivo dentro de la malla de colágeno expuesta, en este contexto la adhesión “química” es cuestionada puesto que depende de la unión de los monómeros funcionales con la carente hidroxiapatita



(10). Este sistema de adhesivos de grabado y lavado puede ser empleado ya sea en sistemas de 2 o de 3 pasos.

En el sistema de 3 pasos, el grabado ácido, la aplicación del primer y la aplicación del adhesivo propiamente, se realizan por separado. En el sistema de dos pasos, el grabado ácido se realiza por separado, simplificando la impregnación del primer y adhesivo en un solo paso.

Lo primordial en el método de grabado y lavado es la aplicación del primer o componente hidrófilo del adhesivo que por lo general se disuelve en agua o solventes volátiles como la acetona y etanol, siendo utilizado también el butano terciario. El empleo de estos también denominados “cazadores hídricos” facilitan la eliminación del agua en la superficie dentinaria acompañada de la exposición de la malla colágena lista para recibir la porción hidrófoba del adhesivo, por lo cual, es importante considerar el solvente en función. Por ejemplo cuando se usa la técnica de “wet bonding” es necesario emplear un adhesivo a base de acetona, por el contrario en la técnica “dry bonding” se recomienda un adhesivo a base de etanol (6) (10) (11).

#### - **Adhesivos de autograbado**

Debido a la simplificación de los tiempos operatorios que ofrece esta técnica, es probablemente una de las más prometedoras y además implica la reducción de la sensibilidad del proceso; es decir un menor riesgo de cometer errores al no necesitar de una fase de grabado y lavado.

Una ventaja importante en este método es que la infiltración del sistema adhesivo ocurre simultáneamente con el proceso de autograbado, de tal manera que existe una reducción en el riesgo de discrepancias entre ambos procesos (8).

El principio del “autoadhesivo” ha pertenecido inicialmente al ionómero de vidrio, que no requiere de ningún pre tratamiento o acondicionamiento del tejido previo a su uso, sin embargo, la evidencia también demuestra que el uso de un ácido débil como el ácido polialquenoico mejora significativamente su eficiencia (12).





Este principio aplica en el caso de los sistemas adhesivos de autograbado. Estos pueden ser aplicados en uno o dos pasos, pues la capacidad retentiva está en la eliminación parcial del frotis generado durante el fresado, incorporando en el proceso de adhesión los cristales y fragmentos residuales de la hidroxiapatita, por lo que los logros de retención pueden ser atribuidos a 3 factores principales:

- 1) Un efecto de limpieza en la superficie, químico y mecánico; que inicia con la remoción de la periferia de los prismas del esmalte con un desgaste regular de la superficie. Durante la eliminación del ácido se remueven también las sales disueltas en las porosidades creadas.
- 2) Un efecto de desmineralización parcial que facilite el entrecruzamiento del adhesivo por medio de las microporosidades generadas y la malla de colágeno (hibridación).
- 3) La interacción química del ácido débil con la hidroxiapatita residual, dando lugar a una red de colágeno recubierta por hidroxiapatita con fibrillas expuestas, describiendo una adhesión doble tanto mecánica como química; reacción que ocurre por ejemplo con el sistema Clearfil SE en donde el monómero 10 MDP (10-metacrilóiloxidecilo fosfato de dihidrógeno) interactúa con la hidroxiapatita del barrillo (13).

Sin embargo, existe también el cuestionamiento de los efectos en el excedente del solvente, es decir si puede o no afectar la integridad del enlace creado, o un mayor riesgo de microfiltración, o inclusive la posibilidad de afectar a los monómeros infiltrados, de igual manera la estructura creada es más hidrofílica y por lo tanto es más propensa a la degradación por hidrólisis (10) (14) (15) (16).

El efecto de autograbado se logra por la incorporación de monómeros ácidos que cumplen con la función de grabado no selectivo, grupos ácido carboxílicos o fosfatos; y dependiendo de la agresividad del ácido en función, se pueden dividir en adhesivos de autograbado fuerte y adhesivos de autograbado suave. Los primeros (Fig. 1) por lo general presentan un pH de 1 que da lugar a un efecto de desmineralización considerablemente profundo, si se compara su efecto a nivel de esmalte,



es el mismo que si se tratara con ácido fosfórico, y a nivel del tejido dentinario la hidroxiapatita residual se elimina prácticamente por completo, es decir estos adhesivos de autograbado fuerte actúan técnicamente igual a los de grabado y lavado, presentando valores bajos de fuerza de unión.

Los sistemas adhesivos de autograbado suave tienen en cambio un pH de 2 y su efecto de desmineralización de la dentina es superficial, de aproximadamente  $1\mu\text{m}$ . Con este efecto, es posible conservar residuos de hidroxiapatita adherida al colágeno y al mismo tiempo crear una cantidad satisfactoria de microporosidades para el entrecruzamiento micromecánico del adhesivo. Si bien es cierto el espesor de la capa híbrida es reducido en comparación con los ácidos fuertes del sistema de grabado y lavado, la preservación de la hidroxiapatita puede permitir la recepción de enlaces químicos adicionales (4) (10) (12) (13) (16).



Gráfico 1: clasificación según generaciones (3)

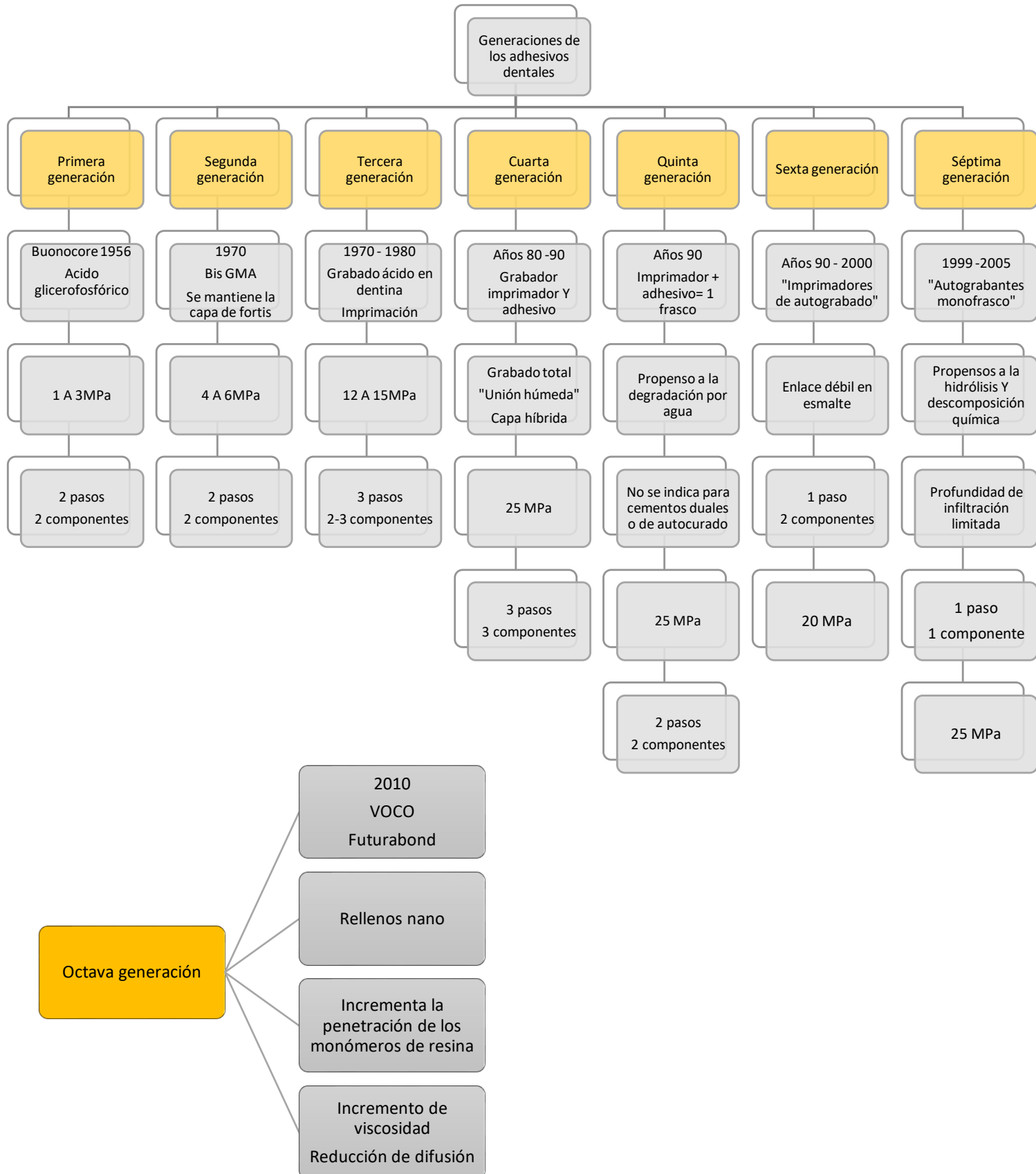
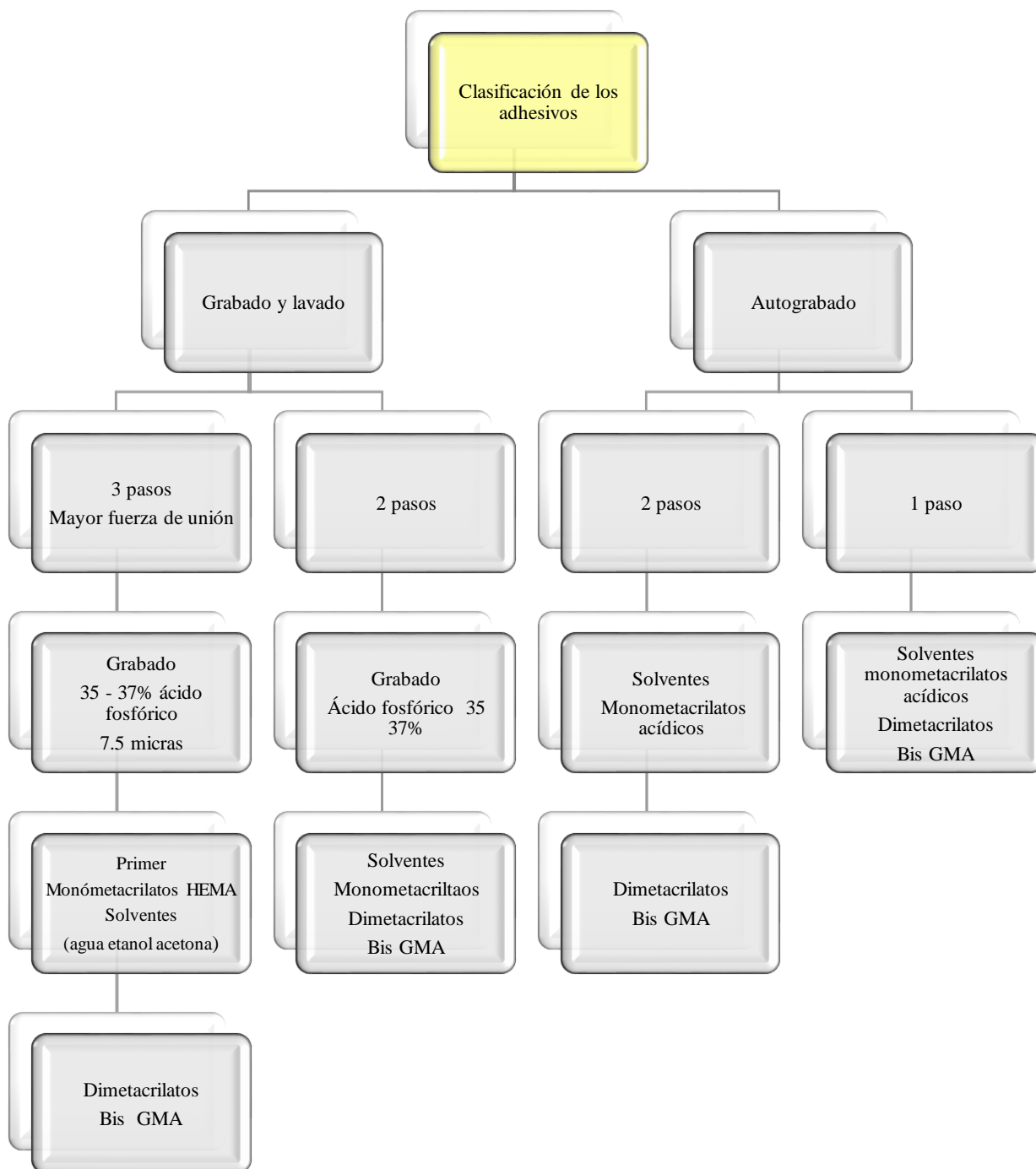




Gráfico 2: clasificación según el número de pasos (3)





### 1.1.3 Componentes básicos de los sistemas adhesivos

Dentro de sus componentes están principalmente moléculas bifuncionales, como el HEMA: 2 hidroxietilmetacrilato; BPDM: bifenil-dimetacrilato; 4META: 4 metacril-oxi-etil-trimelitato-anhídrido; moléculas poliméricas adhesivas BIS-GMA Bisfenol-glicidil-metacrilato, UDMA (uretano dimetacrilato), TEGDMA (Trietilglicidildimetacrilato), grupos químicos para la polimerización, diquetonas, canforoquinonas (CQ) o iniciadores químicos. Estos sistemas por lo general contienen HEMA, un monómero no funcional fuertemente hidrofílico. El agua, el etanol y la acetona son usados como solventes, y se consideran como un factor clave en el rendimiento clínico de estos sistemas, ya que influyen en el balance de los componentes hidrofílicos e hidrofóbicos; están formados también por micro rellenos, nano rellenos, y partículas de silicato fluoruro de aluminio que representan el 50% en el caso de los sistemas de dos pasos, y del 1 al 10% en los sistemas todo en uno (13). Tabla 1

**Tabla 1: componentes de algunos sistemas adhesivos**

Adhesivos de 3 pasos			Composición
Cuarta generación			
<b>Adper Purpose</b>	<b>Scotchbond</b>	<b>Multi-</b>	Paso 1: Ácido fosfórico H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 35%. Primer: HEMA, ácido polialquenoico, agua. Adhesivo: Bis-GMA, HEMA, aminas terciarias y foto iniciadores.
<b>All Bond 2</b>			Paso 1: Ácido fosfórico H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 32%. Primer: BPDM, agua, acetona, etanol. Adhesivo: Bis-GMA, UDMA, HEMA.





<p><b>Clearfil Liner Bond</b></p>	<p>Grabado: K-etchant.          Primer: agua, etanol.          Photo bond: Líquido catalizador: MDP (10-metacriloxidecil dihidrógeno fosfato), HEMA, Bis-GMA, di metacrilatos hidrofóbicos.          Líquido Universal: N0-diethanol Etanol.</p>
<p><b>Optibond FL</b></p>	<p>Grabado: H3PO4 37%.          FL Primer: HEMA, GPDM, MMEP, agua. Etanol.          FI Adhesivo: Bis-GMA, HEMA, GDMA.</p>
<p><b>Solobond Plus</b></p>	<p>Grabado: Vococid H3PO4 35%.          Primer: agua, acetona, monómeros ácidos, ácido maleico.          Adhesivo: acetona BIS-GMA, TEGDMA.</p>
<p><b>Grabado y lavado de dos pasos Quinta generación</b></p>	
<p><b>Adper Scotchbond 1 XT Adhesive (Single Bond)</b></p>	<p>Grabado: H3PO4 35%.          Adhesivo: dimetacrilatos, HEMA, Ácido polialquenoico, copolímeros, silano, sílice coloidal, etanol, agua, foto iniciadores.</p>
<p><b>Heliobond</b></p>	<p>Grabado: H3PO4 37%.          Adhesivo: Bis-GMA, TEGDMA, catalizadores, estabilizadores.</p>
<p><b>Polibond</b></p>	<p>Grabado: Vococid H3PO4 35%.          Adhesivo: BIS-GMA, TEGDMA,</p>



<b>Solobond M</b>	Grabado: Vococid H3PO4 35%. Adhesivo: BIS-GMA, HEMA, acetona, CQ, aminas aceleradores.
<b>Adhesivos autograbantes de dos pasos Sexta generación</b>	
<b>Clearfil Liner Bond 2</b>	Primer A: Fenil-P, 5-NMSA, CQ, etanol. Primer B: HEMA, agua, sílice coloidal.
<b>Optibond Solo Plus Self-etch</b>	Primer autograbante: HFGA-GMA, agua, etanol, CQ. Adhesivo: Bis-GMA, HEMA, GDMA, GPDM, etanol, CQ.
<b>Adhesivos autograbantes de 1 solo paso Séptima generación</b>	
<b>Admira Bond</b>	BIS-GMA, HEMA, fosfatos metacrilatos, BHT, acetona, CQ, aminas.
<b>Clearfil S3 Bond</b>	MDP (10-metacriloxidecil dihidrógeno fosfato), Bis-GMA, HEMA, foto iniciadores, etanol, agua, sílice coloidal.

Pese a la reducción de los tiempos operatorios que ofrece este sistema, también presenta una serie de desventajas (ver tabla 2), como por ejemplo que los monómeros ácidos pueden inhibir la polimerización de los componentes de autocurado debido a su interacción con las aminas terciarias en los procesos redox (proceso de reducción – oxidación mediante el cual un elemento libera electrones, mientras que otro los recibe), dando como resultado una fuerza de unión muy reducida por lo que es de gran importancia verificar el contenido y las



instrucciones del fabricante de los productos a utilizar. Es por esta razón que estos sistemas no son recomendables cuando se utilizan con cementos duales o de autocurado (13).

**Tabla 2 Problemas asociados a los adhesivos todo en uno**

<b>Bajo contenido de HEMA.</b>	<b>(Separación entre componentes hidrofóbicos e hidrófilos). Favorece la acumulación de agua en la capa adhesiva.</b>
<b>Alto contenido de HEMA.</b>	Incremento de absorción de agua en la dentina que compromete aún más la baja fuerza mecánica.
<b>Acumulación de agua a lo largo de la interfase adhesiva.</b>	Proceso de degradación progresivo.
<b>Formación incompleta de la capa híbrida.</b>	Permeabilidad. Sellado incompleto de la dentina.
<b>Grado de polimerización relativamente bajo.</b>	Baja resistencia mecánica. Mayor captación de agua.

#### 1.1.4 Efecto del agua

Son varios los mecanismos que contribuyen a la degradación de la interfase resina dentina, entre ellos están, la naturaleza hidrofílica de los monómeros empleados, la concentración de agua requerida para la creación de enlaces iónicos en los sistemas de autograbado, la técnica húmeda que aplica el grabado y lavado, y el fluido tubular propiamente. Por esto, el agua desempeña un papel importante en la degradación hidrolítica de los polímeros adhesivos, esta constituye el 10% del peso de la dentina, y cuando esta es tratada con ácido fosfórico al 37% genera, una desmineralización de los cristales de hidroxiapatita aproximadamente de 5 a 10µm, dejando en sustitución agua “no adherida” que



representa del 75 al 79% del total mientras que el 21 al 25% restante es agua no libre (17). En condiciones ideales el sistema adhesivo debe reemplazar el agua libre producto de la desmineralización, evitando así comprometer la interfase adhesivo dentina. Como se mencionó, los sistemas todo en uno o autograbantes, presentan una mayor tasa de baja resistencia mecánica, lo que puede asociarse a que se comportan como membranas permeables; es decir que permiten el paso del agua en todos los sentidos después de su polimerización, debido a su alto contenido de materiales hidrófilos, e irregular matriz hidrofóbica, sumado a ello el mismo comportamiento de transudación de los túbulos dentinarios, generando árboles de agua a lo largo de la interfase adhesivo dentina. Esta absorción genera una plastificación del sistema adhesivo dando como resultado la reducción de la fuerza microtensil cuando la estructura es sometida a carga. El efecto puede considerarse aún más grave cuando se emplean autograbantes débiles o suaves que pueden formar una capa híbrida de 0,5 a 1  $\mu\text{m}$  (18), lo que ocurre por ejemplo con el metacrilato 2 hidroxietilo (HEMA) que presenta disminución de sus propiedades físicas después de 24 horas tras la absorción de agua y monómeros sin reaccionar, esta concentración iónica elevada facilita que la interfase dentina adhesivo se presente hipertónica en relación el tejido dentinario circundante y por las diferencias del gradiente osmótico induzca el movimiento del agua desde la dentina a la interface. Adicional a ello el contenido de agua en el adhesivo influye en el cambio de bisfenol a metacrilato de diglicidilo (BisGMA) (5). Otro factor de importancia es considerar los componentes de los sistemas adhesivos, y conocer su afinidad por el agua (18). No se ha podido determinar si el agua libre es reemplazada por completo por el componente resinoso, sin embargo ante esta situación los solventes pueden influenciar directamente, ya que los monómeros son disueltos en solventes orgánicos para facilitar la difusión del monómero en la matriz de colágeno y permitir la eliminación del agua durante la evaporación del solvente (19).

### **1.1.5 Restauraciones indirectas y los sistemas adhesivos**

Las restauraciones dentales son colocadas en boca debido a varias razones como la presencia de caries, fracturas, o desgaste de los dientes, pérdida de



estructura y funcionalidad, así como también se usan en reemplazo de restauraciones anteriores fallidas, manteniendo el sellado marginal (20) (21). Si bien es cierto las técnicas adhesivas y el desarrollo de materiales de resina permiten una amplia aplicación de restauraciones directas, estas también presentan limitaciones, especialmente en el sector posterior o zonas de alta demanda funcional. Los mayores problemas asociados a su uso está la alta contracción de polimerización, formación de burbujas, poca resistencia al desgaste, inestabilidad de color y propiedades mecánicas insuficientes. Además de la posible inestabilidad en el área de contacto, dificultad para formar un correcto contorno, compromiso en el área marginal, entre otros (22) (23) (24).

En cambio, las restauraciones indirectas permiten un mayor control de la forma y función especialmente en situaciones de pérdida severa de tejido. Debido a la alta demanda estética actual, gran parte de las restauraciones indirectas son de cerámica, ya que sus propiedades físicas y ópticas tienen gran capacidad de mimetizar en el entorno buco dental, con armonía visual cumpliendo con los requerimientos estéticos y funcionales; su comportamiento clínico es similar o ligeramente mejor que las restauraciones de resina (25). Son ampliamente usadas como carillas, inlays, onlays, y restauraciones de recubrimiento total. Dentro de sus ventajas están la estabilidad química, biocompatibilidad, baja conductividad térmica, buena resistencia a la compresión, translucidez y fluorescencia (26) (27). Por lo general se emplean preparaciones conservadoras, mínimamente invasivas comparadas a técnicas convencionales y poco retentivas. Por lo tanto el factor adhesivo es un punto crítico en el éxito clínico. Pese a todas las ventajas mencionadas en el caso de las restauraciones indirectas se incrementa el reto pues se duplican las interfaces adhesivas en comparación con restauraciones directas; encontramos una interfase a nivel de la superficie del diente y a nivel de la superficie de la restauración (21) (22) (28) (29) (30) (31) (32).

Debido a la creciente demanda de atención y optimización del tiempo clínico, el empleo del CAD / CAM (diseño y maquinado asistido por computador) es una de las alternativas disponibles, presentando igualmente una serie de beneficios como diseñar y fabricar una restauración cerámica en una sola cita y en





ocasiones hasta obviando la necesidad de una fase de impresiones y restauraciones provisionales, evitando también el empleo de cementos temporales que en ocasiones pueden comprometer el efecto adhesivo de los cementos y adhesivos definitivos (33).

El proceso de adhesión se logra con cementos de resina mediante enclavamiento mecánico más unión química por medio de la silanización (34). Los materiales CAD/CAM poseen propiedades físicas y mecánicas más favorables que los materiales procesados convencionalmente en el laboratorio dental, con una reducción en la formación de burbujas, defectos y grietas, así como mayor resistencia a la abrasión (29) (35) (36).

El proceso adhesivo requiere de múltiples pasos para la preparación de la superficie dental y de la cerámica, siendo una técnica sensible y susceptible a la contaminación, que consume tiempo en la práctica clínica (37) (38). La correcta aplicación de la técnica constituye la clave para el éxito de las restauraciones, y longevidad de las mismas (38) (39) (40) (41), así como la selección adecuada del sistema de unión permite aprovechar todas las ventajas que ofrece un tratamiento indirecto y la adhesión como tal (21) (22) (28) (29) (38) (42) (43) (35). Por ejemplo, cuando el proceso adhesivo es exitoso la cementación permite una mayor resistencia a la fractura de los materiales cerámicos facilitada por la impregnación del cemento en las irregularidades de la superficie interna de la restauración y a su vez promueve mayor fuerza de unión e inhibe propagaciones de posibles fisuras. (36) (24) (32) (41)

Otro procedimiento asociado a las restauraciones indirectas es el sellado inmediato de la dentina, técnica que fue propuesta a inicios de 1990 y que consiste en la aplicación de un adhesivo dentinario en la preparación, pudiendo emplear sistemas adhesivos auto grabantes de 2 pasos, o sistemas de grabado total o 3 pasos, e inclusive en ciertas ocasiones cuando el espacio lo permita, se puede utilizar una resina fluida de baja viscosidad. Entre las ventajas otorgadas por este proceso están: la reducción de la sensibilidad posoperatoria o dolor causado por estímulos físicos externos pues sella los túbulos dentinarios reduciendo la permeabilidad dentinaria; la descontaminación de la dentina; la



mejora en la fuerza de unión dentina-resina-cemento en las restauraciones de procedimientos indirectos y la reducción de la micro filtración debido a una superficie más ácido resistente; la regularización de las superficies tras la remoción de lesiones cariosas o restauraciones deterioradas, evitando la mutilación de tejido sano cuando se emplean resinas de baja viscosidad. Sin embargo existen algunas condiciones que facilitarán el éxito de esta aplicación, como por ejemplo no usar poliéter como material de impresión, el bloqueo de aire durante la polimerización, y la aplicación de un chorro de aire ligero previo a la polimerización (44). Es importante considerar que los materiales provisionales a base de resina pueden llegar a unirse con el material del sellado dentinario haciendo difícil la remoción de la restauración provisional, por lo que se debe aislar con un medio de separación como vaselina. Para evitar interacciones con los materiales de impresión se puede limpiar la cavidad con una torunda con alcohol al 70% durante 10 segundos, o con gel de glicerina, manteniendo la precaución de no remover el sellado obtenido. Pese a que estos procedimientos reducen la interacción, no es posible controlarla del todo (45). Se sugiere como cemento provisional uno libre de eugenol para evitar comprometer el enlace creado y el enlace futuro con el cemento resinoso (46) (47). Para la aplicación de la restauración definitiva se han sugerido varios mecanismos de limpieza como el uso de aire abrasivo, abrasión con partículas de óxido de aluminio, pastas de piedra pómez libre de flúor, e incluso el uso de instrumentos de corte rotatorios de baja velocidad (44), sin embargo no se han establecido con certeza las pautas a seguir durante el proceso (47).

#### **1.1.6 Causas de fracaso de las restauraciones indirectas**

En un estudio con un tamaño de muestra significativa, se determinaron algunos factores de riesgo que contribuyen al fracaso de las restauraciones cerámicas, entre ellos la posición del contorno cervical de la restauración. Este factor está asociado al mejor comportamiento del adhesivo en esmalte que en dentina, y cuando las terminaciones se encuentran por debajo del límite amelocementario es un factor de riesgo mayor por el hecho de que las restauraciones en esta posición se someten a cargas aún más desfavorables tanto en restauraciones



indirectas como directas (25) (48). Otro factor de riesgo es la presencia de bases cavitarias como el ionómero de vidrio, puesto que este revestimiento contribuye al deterioro de la interfase generando fracturas; otro factor es el tipo de adhesivo utilizado, siendo el de tres pasos el estándar en la técnica adhesiva, y considerando a los adhesivos de protocolo reducido como un factor de riesgo que reduce la durabilidad a largo plazo de las restauraciones cerámicas (25) (49). Otro factor interesante es la caries secundaria que se observó en un estudio tras 8 años de seguimiento, que puede estar asociada al deterioro del cemento y la capa adhesiva además de la carga cíclica aplicada (50). El material empleado para las restauraciones indirectas no es considerado como un factor de riesgo, puesto que se requieren de los mismos materiales para el protocolo, excepto en el tratamiento de las superficies internas de la restauración. En este sentido las restauraciones realizadas mediante sistemas CAD/CAM, tuvieron un buen comportamiento clínico (25) (51).

En el caso de los cementos autoadhesivos, dentro de las principales causas de fracaso se consideran las fracturas y la decementación sin probabilidad de reparación, lo que puede estar asociado al fallo del adhesivo a lo largo de la interfase con la cerámica. Se considera también como otro factor de riesgo el secado excesivo de la dentina generando una disminución de la humedad intrínseca con un impacto negativo en la reacción del cemento autoadhesivo. En este punto es de gran importancia considerar que durante la cementación se debe realizar presión digital de la restauración sobre la preparación para asegurar una reacción adecuada e infiltración con el frotis y tejidos duros del diente. Adicionalmente, la presión con poca intensidad puede considerarse también un factor de riesgo (38).

El riesgo de fracaso también se ve influenciado por la extensión de la lesión (52) (53). Otro factor de riesgo considerado en la literatura es la contaminación con saliva durante el proceso de adhesión, representando una disminución en la fuerza de adhesión de las restauraciones, estudios han demostrado que si una superficie de cerámica es contaminada con saliva, la aplicación de ácido fluorhídrico es efectivo para reactivar la superficie cerámica (54), debido a su toxicidad su uso es contraindicado a nivel intraoral, como sustitutivo se emplea



el ácido fosfórico como agente de limpieza, siendo este un excelente disolvente orgánico (55).

La durabilidad de la adhesión entre el cemento - cerámica, y el cemento - esmalte y dentina influye en la tasa de éxito de las restauraciones indirectas, la fuerza de unión está igualmente asociada a la cantidad de polimerización del material empleado, pues ciertas características de las cerámicas pueden afectar el grado de polimerización de los materiales resinosos fotoactivados o duales. Debido a la diversidad de los componentes constitutivos de la cerámica, esta es considerada como un material ópticamente heterogéneo, posee partículas con diferentes índices de refracción lo que conlleva a la difusión de luz en diversas direcciones reduciendo la intensidad de luz transmitida. Otros factores asociados son: el espesor de la cerámica, el grado de translucidez y el color del cemento (41). Pasos y colaboradores, en su estudio han demostrado que incluso el color del cemento adhesivo puede interferir en la fuerza de adhesión microtensil. Según sus resultados, un cemento color A3 en una cerámica feldespática 5M3 fotocurado por 40 segundos, tuvo una fuerza microtensil más baja en comparación con un cemento transparente en una cerámica feldespática 0M1, el mismo que con 40 segundos de fotopolimerización presentó altos valores en la fuerza de adhesión. El resultado más relevante de este estudio fue que el tiempo de fotocurado por el fabricante no siempre logra el objetivo de polimerizar, es decir no siempre es el mismo para todas las situaciones clínicas, especialmente en los casos de cementos duales, ya que estos podrían presentar un enlace débil. Por esta razón se sugieren estudios para determinar tiempos de exposición necesarios para la polimerización de ciertos materiales de cementación según los diferentes tonos del cemento y la cerámica (41).

Es importante también la estabilidad de la interfase del adhesivo con el paso del tiempo, ya que una vez cementadas las restauraciones, es posible que la carga masticatoria pueda influenciar en las propiedades físicas y químicas del enlace resina - cerámica, es decir esta carga cíclica que es aproximadamente de 30,000 veces por año (56), puede propagarse a lo largo del material dando como resultado el debilitamiento de la restauración (26) (40). Rohor y colaboradores realizaron un estudio en donde se comparó la resistencia a la tracción indirecta



y resistencia a la compresión, entre cementos autoadhesivos y cementos convencionales después de un proceso de termociclado, le influencia del proceso de polimerización fue evaluado también, en este estudio la hipótesis de que los cementos adhesivos alcanza una mayor resistencia a la tracción indirecta y mayor resistencia a la compresión que los cementos autoadhesivos, fue rechazada ya que estas propiedades dependen de la composición y relleno individual de cada cemento; se comprobó que los cementos fotopolimerizables presentaron una mayor resistencia a la tracción que los cementos autopolimerizables, lo cual está asociado a un mayor grado de polimerización de las muestras, demostrando también que los cementos autopolimerizables son más susceptibles a los cambios de temperatura, pudiendo favorecer a la formación de micro grietas, acompañado de una degradación de la matriz del polímero y mayor capacidad de absorción de agua. La resistencia a la compresión también fue mayor para los cementos de foto que para los cementos auto. El grado de conversión, el tipo de monómero son factores que afectan a la resistencia mecánica de los cementos(57).

Otro factor de importancia es la microfiltración que facilita el paso de bacterias, fluidos orales, moléculas e iones. La microfiltración puede estar asociada a la discrepancia marginal, la presencia de esta brecha favorecerá la disolución del agente cementante, dando como resultado el desarrollo de caries secundaria e inflamación periodontal. Sin embargo, Abad y colaboradores realizaron un estudio donde se evaluó la correlación entre la microfiltración y la discrepancia marginal absoluta, para lo cual se emplearon terceros molares que recibieron cofias de circonio (Lava 3M Espe), divididos en cuatro grupos: Grupo uno en el cual se utilizó RelyX Unicem. En el grupo Grupo dos se usó Multilink, Grupo tres con Panavia y Grupo cuatro con Maxcem. Las muestras fueron sumergidas en safranina al 10% durante 72 horas. Para determinar la microfiltración, se empleó magnificación de 20x y para determinar la discrepancia marginal se midió la distancia entre el margen de la preparación y el margen de la restauración. El grupo de RelyX, mostro los valores más bajos de microfiltración, seguido de Maxcem y Multilink. El grupo de Panavia presento los valores más altos de microfiltración. En el caso de la discrepancia marginal los valores más altos



fueron para RelyX (254  $\mu\text{m}$ ) seguido de Panavia (242  $\mu\text{m}$ ) y Maxcem. Multilink presentó los valores más bajos de discrepancia marginal. Estos resultados pueden estar asociados a la tixotropía de los cementos utilizados, al tamaño de partícula y a la cantidad de relleno de los cementos; así como también a la técnica adhesiva. Este estudio no encontró una relación lineal entre la microfiltración y la discrepancia marginal. Se determinó que es el cemento y el proceso adhesivo seleccionado el que juega un papel importante en el sellado marginal. De ahí la importancia de las propiedades y características del cemento a utilizar (58).

### 1.1.7 Métodos de medición de la resistencia de unión

La resistencia de unión puede ser evaluada por medio de pruebas de laboratorio, pruebas de comportamiento clínico, y pruebas de duración de unión. Las pruebas de laboratorio se pueden subdividir en pruebas **estáticas** en las que la carga se aplica a un ejemplar fijo, en el caso de las pruebas **dinámicas** la muestra se encuentra en un estado dinámico (59) (60).

Al mismo tiempo las **pruebas estáticas** se clasifican de acuerdo con el tamaño del área de unión: **macro se define a** una superficie mayor a 3 mm, y **micro** a una superficie más pequeña menor a 1mm.

- **Métodos macro (estático):** estos pueden ser empleados bajo tres mecanismos, cizallamiento, tracción y expulsión.
  - **Resistencia de unión macro cizallamiento (SBS):** este método mide la tensión máxima que resiste un material previo a su fallo tras una carga de tipo cizalla. Consiste en juntar dos materiales que mediante un adhesivo se cargan a modo cizalla hasta la fractura. La desventaja de este método es que concentra gran parte de la tensión a nivel del tejido dentario generando un fallo prematuro, que no se refleja en la interfase adhesiva.
  - **Resistencia de unión macro tensil (TBS):** permite determinar la resistencia de la unión de un cemento a una superficie. Este método permite una distribución uniforme de la fuerza aplicada,



siendo ligeramente superior a la SBS. La carga es aplicada a ambos lados de la muestra (59).

- **Prueba de expulsión (PO):** este método se emplea para evaluar de manera dinámica la resistencia a la fatiga de los enlaces creados entre el adhesivo y la dentina, por lo general es utilizado para evaluar los selladores de conductos y la retención de los postes intrarradiculares. Aplica tensión a nivel de la unión entre la dentina y el cemento, y entre el cemento y el poste. Es una de las técnicas más valiosas para evaluar la fuerza de unión, sin embargo la preparación de las muestras, es altamente compleja, razón por la cual, no es un método aprobado (61).

- **Métodos micro:** estos se clasifican en tres subgrupos, micro cizallamiento, micro tracción, y micro expulsión.

- **Prueba de resistencia de adhesión de micro cizallamiento ( $\mu$ SBS):** este método es aplicable en pequeñas áreas de la superficie dentaria, se puede lograr mediante la aplicación de tensiones generadas por tracción que se producen durante el momento de la flexión durante la aplicación de la carga, responsable del inicio de la fractura.
- **Prueba de resistencia de unión microtensil ( $\mu$ TBS):** este método se basa en el recubrimiento de una superficie dental plana con un compuesto resinoso, el mismo que es almacenado en agua y posteriormente seccionado verticalmente. Es así como cada sección consta de una parte superior donde está el compuesto resinoso y en la parte inferior se halla la dentina. Este método requiere de un procesamiento especial de las muestras que deben ser seccionadas a nivel de la interfase en forma de reloj de arena. Esto hace que sea una técnica sensible, además de una posible deshidratación de las muestras. Otro problema asociado es la dificultad para medir valores menores a 5MPa. Por otro lado, este





método tiene la ventaja de que existe un mejor control de las discrepancias, mejor disposición de los especímenes, y mejor distribución de las fuerzas en una interfase más próxima a la realidad. La principal ventaja es que permite obtener las fallas exclusivamente del adhesivo en una superficie de  $1\text{mm}^2$  debido a la mejor distribución de la tensión en la interfase tejido-adhesivo. Sin embargo para tener resultados ideales, es necesario una estandarización de las muestras, y el corte de estas debe ser atraumático (59).

- **Prueba de expulsión micro:** este método permite medir la resistencia de unión de los postes intrarradiculares, se diferencia del método macro, en que este utiliza como muestras discos de dentina radicular con un espesor de 1mm o menos. Este método requiere de mayor investigación (61).

### **Pruebas de fatiga dinámicas**

Una prueba de fuerza de unión estática se considera de menor relevancia clínica, puesto que la aplicación repentina de carga no se produce en realidad. Es así como este tipo de método en donde las pruebas se someten a cargas cíclicas predice mejor la eficacia de adherencia de los sistemas adhesivos. Sin embargo estos estudios son considerablemente laboriosos y requieren de mayor tiempo. Dentro de las pruebas dinámicas se pueden mencionar pruebas de fatiga expulsivas, pruebas de fatiga de cizallamiento micro y macro, pruebas de fatiga micro rotativa y pruebas de fatiga de micro tensión (60).

#### **1.1.8 Factores que pueden modificar los resultados de los estudios in vitro**

Existen varios factores que pueden modificar los resultados de los estudios de laboratorio, entre ellos están los factores asociados al sustrato de trabajo, por ejemplo, al emplear dientes bovinos, estos presentan diferencias estructurales con túbulos dentinarios más amplios a nivel de la dentina coronaria, por lo que al emplear este tipo de muestra se recomienda considerar las capas de tejido más superficiales. Por esta razón se recomienda el uso de dientes humanos para



obtener resultados más confiables. Por otro lado, al emplear dientes humanos, también existen diferencias de sustrato, por ejemplo, cuando se utilizan terceros molares, estos presentan una dentina más permeable en relación con dientes erupcionados. Igualmente se emplean por lo general dientes previamente restaurados, con lesiones cariosas, que pueden presentar dentina esclerótica, que es menos ácido sensible pues los túbulos se encuentran ocluidos por cristales minerales, por lo que la fuerza de unión es más baja en este tipo de tejido. Incluso si se considera la profundidad del tejido se hallan diferencias de fuerza de unión, que pueden estar asociadas a factores de profundidad y permeabilidad de la dentina (60).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- Realizar una revisión sistemática de los sistemas adhesivos, utilizados en la cementación de restauraciones indirectas con base en la evidencia científica disponible, basados en la fuerza de unión de estos a los tejidos dentarios.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Conocer la efectividad de los diferentes sistemas adhesivos utilizados en la cementación de restauraciones indirectas.
- Conocer las ventajas y desventajas de las diferentes estrategias adhesivas sobre el tejido dentario durante la cementación de restauraciones indirectas.
- Identificar las posibles causas de fracaso en la adhesión de las restauraciones indirectas.



- Plantear posibles protocolos para el uso de los sistemas adhesivos utilizados en la cementación de restauraciones indirectas según dispongan los resultados de la búsqueda.

### 3. METODOLOGÍA

Se analizaron las bases digitales MEDLINE (PubMed), y Cochrane Library con una estrategia de búsqueda basada en la combinación de palabras clave MeSH (Medical Subject Headings) vocabulario controlado por Librería Nacional de Medicina, que se utiliza para la indexación de artículos científicos.

Esta revisión sistemática utilizó la guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis), se manejó la lista de comprobación de ítems incluida en dicha guía. Se empleó además el sistema PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcomes) como criterio de elegibilidad en la selección de los artículos (62).

La selección de estudios se realizó entre el período de julio a octubre del 2018. La fecha de la última búsqueda se la realizó el 29 de octubre del 2018.

**Población:** Artículos científicos sobre sistemas adhesivos empleados en restauraciones indirectas.

**Intervención:** Pruebas de fuerza de unión, resistencia al cizallamiento y microtracción de los sistemas adhesivos empleados en restauraciones indirectas.

**Comparación:** Diferentes tipos de sistemas adhesivos, de grabado y aclarado, autograbado y sistemas universales.

**Resultados:** fuerza de unión en MPa de los diferentes sistemas adhesivos evaluados.



### 3.1 Criterios de inclusión y criterios de exclusión

#### 3.1.1 Criterios de inclusión:

Para la inclusión de los artículos en esta revisión sistemática debieron cumplir con criterios de elegibilidad como:

- Estudios in vitro.
- Artículos que se enfoquen en la evaluación de la fuerza de unión de los sistemas adhesivos.
- Artículos en inglés publicados entre el periodo 2012 al 2018.
- Estudios en restauraciones indirectas.
- Estudios de texto completo.

#### 3.1.2 Criterios de exclusión:

- Estudios aplicados en dentición decidua.
- Estudios de fuerza de adhesión aplicada en postes intrarradiculares.
- Estudios que evalúen la fuerza de unión en restauraciones directas.
- Estudios que evalúen la fuerza de unión después de pretratamientos de superficie.
- Estudios in vivo.

### 3.2 Términos de búsqueda

Los términos de búsqueda se derivaron de la lectura previa de artículos científicos, empleados como guía para la redacción de esta revisión sistemática, así pues las palabras clave a utilizar fueron las siguientes:

***Indirect restorations, bond strength, self etch, etch and rinse, adhesive system, resin cements.***



### 3.3 Consultas:

Las diferentes estrategias de búsqueda se describen a continuación:

{{("bond strength") AND ("indirect restorations")}, {"("bond strength") AND ("self etch") AND ("adhesives"[MeSH] OR adhesive system)}}, {"("bond strength") AND ("etch") AND (rinse) AND ("adhesives"[MeSH] OR adhesive system)}, {"adhesives" "[MeSH]) OR "adhesives" AND ("indirect restorations")}

Base digital PubMed:

- En el primer árbol de búsqueda se utilizaron las siguientes palabras clave: **indirect restorations and bond strength**, aplicando los filtros de búsqueda como rango de tiempo del 2012 hasta el 2018, se obtuvieron 56 artículos, y tras la filtración de información asociada al tema tratado se seleccionaron 3 artículos.
- En el segundo árbol de búsqueda se utilizaron las siguientes palabras clave: **adhesive restorations and self etch adhesives**, aplicando los filtros de búsqueda en artículos publicados desde el 2012 hasta el 2018, y se obtuvieron 149 resultados. Después de la selección según los criterios de elegibilidad se seleccionó 1 artículo.
- En el tercer árbol de búsqueda se utilizaron las siguientes palabras clave: **bond strength and self etch adhesive system**, después de aplicar los filtros de búsqueda, se obtuvieron 238 artículos, se seleccionaron 4.
- En el cuarto árbol de búsqueda se utilizaron las siguientes palabras clave: **bond strength of resin cements and different adhesive systems**, aplicando los filtros de búsqueda, artículos publicados entre los años 2012 hasta el 2018. Se obtuvieron 165 resultados, de los cuales se seleccionaron 2 por cumplir los criterios de elegibilidad.
- En el quinto árbol de búsqueda se utilizaron las siguientes palabras clave: **bond strength and etch and rinse adhesive system**, aplicando los filtros de búsqueda con artículos publicados desde el 2012 hasta el 2018, y se obtuvieron 202 resultados. Finalmente se seleccionó 1.



### **Base Digital Cochrane**

- En el primer árbol de búsqueda se utilizaron las siguientes palabras clave: **indirect restorations and bond strength**. Se encontraron 18 estudios, y tras aplicar los filtros de búsqueda como rango de tiempo del 2012 hasta el 2018, se obtuvieron 4 artículos, de los cuales no se seleccionó ningún artículo, pues no cumplían con los parámetros de inclusión.
- En el segundo árbol de búsqueda se utilizaron las siguientes palabras clave: **adhesive restoration and self etch adhesive**, resultando 133 artículos, no se seleccionó ninguno.
- En el tercer árbol de búsqueda se utilizaron como palabras clave: **bond strength and self etch adhesive system**, dando como resultado 48 artículos. Se seleccionó 1 artículo.
- Para el cuarto árbol de búsqueda se utilizaron las siguientes palabras clave: **bond strength of resin cements and different adhesive systems**, tras la aplicación de los filtros de búsqueda se presentaron 43 resultados. No se seleccionó ningún artículo.
- En el quinto árbol de búsqueda las palabras clave fueron: **bond strength and etch and rinse adhesive system**, Después de aplicar los filtros de búsqueda el resultado fue de 31 artículos. No se seleccionó ninguno.

### **3.4 Extracción de datos:**

Los artículos fueron analizados según el título, año de publicación y diseño del artículo, fueron seleccionados bajo tres contextos, el título, el resumen y el texto completo. La primera fase se llevó a cabo mediante la obtención de los títulos de los artículos de interés de la base de datos seleccionada, los títulos que diferían claramente de los criterios de elegibilidad fueron excluidos directamente. La segunda fase estuvo enfocada en la lectura y análisis de los resúmenes que pasaron el primer filtro. Si durante la lectura del resumen se comprobaba que el artículo no presentaba relación con los criterios de selección se lo descartaba.



Finalmente, en la tercera fase se realizó la lectura crítica de los artículos, en su texto completo, para verificar que los estudios seleccionados cumplieran con los criterios de selección establecidos para la elaboración de la presente revisión sistemática.

### **3.5 Síntesis de resultados**

Se utilizó un cuadro de resumen donde constan los valores de resistencia a la microtracción y cizallamiento, comportamiento de los adhesivos y año de publicación.

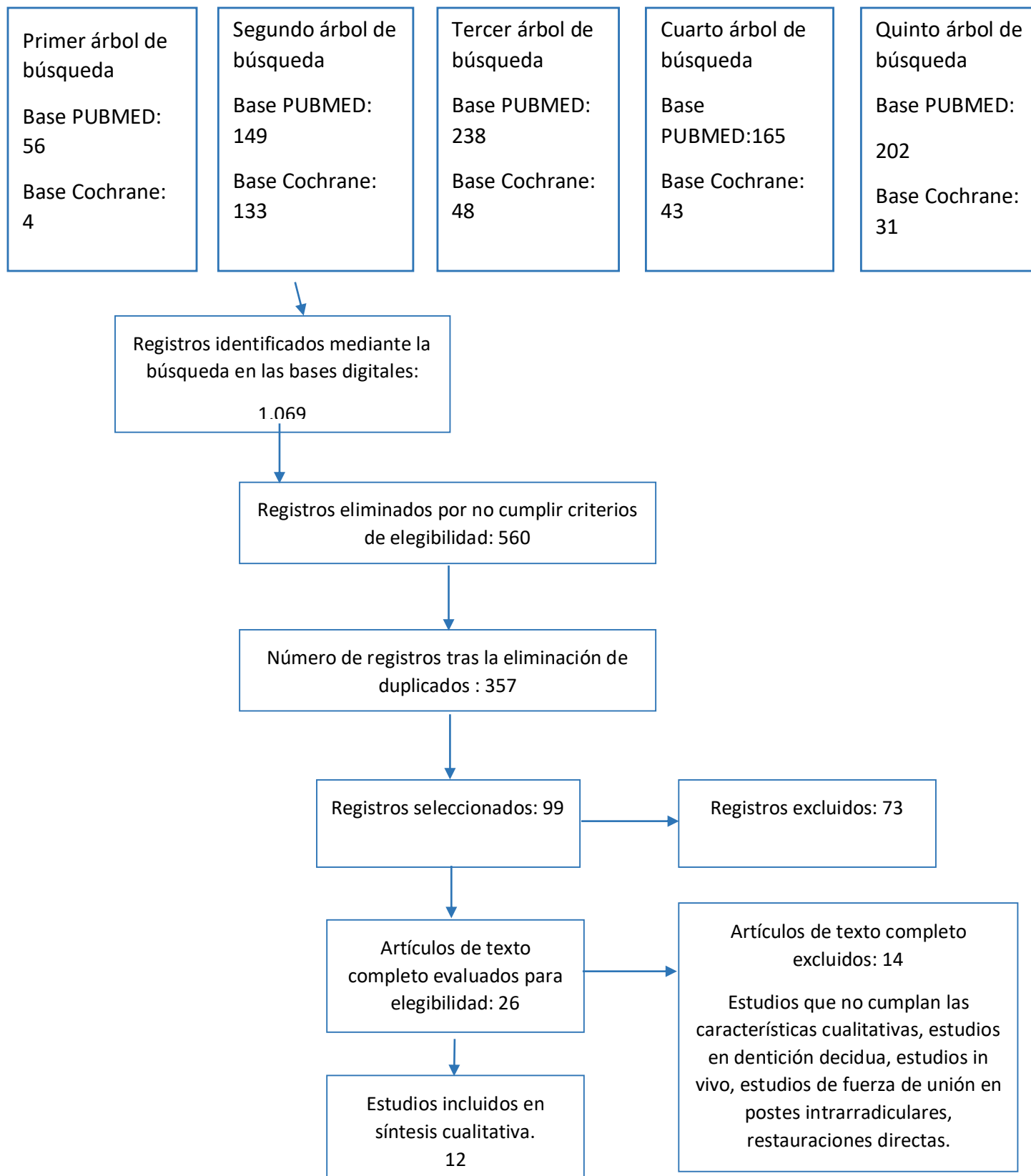




#### 4. RESULTADOS

##### 4.1 Diagrama de flujo de los estudios seleccionados, según el sistema

##### PRISMA (62)





## 4.2 Características de los estudios seleccionados

Tabla 4

Título	Autor	Objetivo	Muestras	Resultados	Conclusiones
<b>Does hybridized dentin affect bond strength of self-adhesive resin cement?</b>	Saulo Pamato Accácio-Lins do Valle Gustavo Henrique Barbosa de Andrade Hugo Alberto Vidotti  2016	Evaluar la influencia de diferentes técnicas de hibridación en la resistencia adhesiva a los cementos autoadhesivos.	Grupo 1: CAA. Grupo2: Optibond GT 3 pasos. Grupo 3 Adper Scotchbond GT 3 pasos. Grupo 4 Adper Single Bond 2: GT 2 pasos. Grupo 5 Bond Force: AAA 1 solo paso. Grupo 6 Single Bond Universal.  Se empleó RelyX U200 como sistema de cementación.	Does hybridized dentin affect bond strength of self-adhesive resin cement?	Saulo Pamato Accácio-Lins do Valle Gustavo Henrique Barbosa de Andrade Hugo Alberto Vidotti  2016
<b>The effects of different adhesive agents on the shear bond strength of a self-adhesive resin cement.</b>	Tolga Pekperdahci Yuksel Turkoz Oguz Ozan Emre Seker  2012	Comparar el éxito clínico de un cemento de resina autoadhesivo usado en combinación con	Grupo 1 RelyX ARC. Grupo 2 RelyX Unicem. Grupo 3 RelyX Unicem + Adper-Prompt. Grupo 4	Grupo 1: valores más altos de resistencia de adhesión (sin termociclado) seguido del grupo 4, 2. El grupo 1 seguido por el	RelyX Unicem puede ser preferible en muchos casos debido a su aplicación simplificada y su reducida sensibilidad técnica, pues mostro valores aceptables.



		diferentes adhesivos.	RelyX Unicem + Total etch.	grupo 2 mostraron valores altos de resistencia de unión tras el termociclado.	
<b>In-vitro evaluation of bond strength of four self-etching cements.</b>	Julio Chávez-Lozada, Carmen Urquíá-Morales 2017	Evaluar la resistencia adhesiva a dentina de los cementos resinosos de autograbado .	Grupo 1 CAA: RelyxU100. Grupo 2 CAA: Bis Cem. Grupo 3 CAA: Max Cem. Grupo 4 CAA: SeT PP. Grupo 5 SCC: Relyx ARC.	Mayor valor de resistencia adhesiva RelyX ARC 15,52MPa. Mayor resistencia de AA RelyX U100. Menor rendimiento 3,17MPa.	Cementos autoadhesivos evaluados presentaron menor resistencia adhesiva que los cementos resinosos que requieren tratamiento previo del sustrato dentario.
<b>Effect of storage times and mechanical load cycling on dentin bond strength of conventional and self-adhesive resin luting cements.</b>	Thaiane Aguiar Carolina André Lourenço Correre-Sobrinho César Arrais 2014	Evaluar los efectos del almacenamiento a largo plazo en saliva artificial y carga mecánica en la resistencia de la unión microtensil de los cementos de resina convencional es y autoadhesivos a la dentina.	Grupo 1 RelyX Unicem (CAA). Grupo 2 Clearfil SA Cement (CAA). Grupo 3 RelyX ARC (SCC). Grupo 4 Clearfil Esthetic Cement (SCC).	Grupo 2 y 3 mejor unión microtensil que los grupos 3 y 4. Grupo 1 2 y 3 no disminuyeron después del almacenamiento y carga mecánica.	Tiempos de almacenamiento y ciclos de carga mecánica no afectaron la resistencia de la unión microtensil de los cementos autoadhesivos y cementos de resina RelyX.



<p><b>Bond Strength and Interfacial Micromorphology of Etch-and-Rinse and Self-Adhesive Resin Cements To Dentin.</b></p>	<p>Ricardo Rodrigues Vaz Vinicius Di Hipólito, Paulo Henrique D'Alpino Mario Fernando de Goes  2012</p>	<p>Evaluar la fuerza de unión microtensil y la micromorfología interfacial de restauraciones indirectas de resina en dentina usando tres cementos de resina después de 24 horas y 30 días en agua.</p>	<p>Grupo 1 C&amp;B Cement/All Bond 2. Grupo 2 RelyX Arc/Adper Single Bond. Grupo 3 RelyX Unicem.</p>	<p>Grupo 3 conserva el mismo nivel de Fuerza de unión después de 30 días. Grupo 3: No se observaron tags de resina o capa híbrida.</p>	<p>Aunque el cemento autoadhesivo probado no presentó una capa híbrida auténtica, mantuvo adhesión confiable con la dentina subyacente.</p>
<p><b>Shear bond strength of porcelain laminate veneers to dentine and enamel-dentine complex bonded with different adhesive luting systems.</b></p>	<p>Elif Ozturk Sukran Bolay Reinhard Hickel Nicoleta Ilie  2012</p>	<p>Evaluar la resistencia al cizallamiento de laminados de porcelana adheridos a 3 superficies diferentes esmalte, dentina y esmalte-dentina.</p>	<p>9 grupos con tres diferentes cementos RelyX Veneer. Variolink Veneer. Variolink II. Con terminaciones en diferentes tejidos esmalte, dentina, esmalte-dentina.</p>	<p>Valor de fuerza de adhesión más bajo para RelyX dentina. Valor de fuerza de adhesión más alto para Variolink Veneer esmalte.</p>	<p>El tipo de estructura dental afectó la resistencia al cizallamiento. Para obtener Máxima fuerza de adhesión, los márgenes de la preparación deben estar en esmalte sano.</p>
<p><b>Influence of 3-month Simulated Pulpal Pressure on the Microtensile</b></p>	<p>Ataís Bacchi Gabriel Abuna Ashvin Babbar</p>	<p>Evaluar la influencia de la presión pulpar simulada (SPP) en la resistencia</p>	<p>Grupo 1 SCC: Adper Single Bond (2pasos) + RelyX. Grupo 2</p>	<p>Grupo 1 mostró un <math>\mu</math>TBS significativamente mayor después de regímenes de envejecimiento.</p>	<p>Adhesivos de grabado y enjuague en dos pasos asociados con los SCC de curado doble pueden lograr el más alto <math>\mu</math>TBS. El adhesivo de autograbado de un solo</p>



<p><b>Bond Strength of Simplified Resin Luting Systems.</b></p>	<p>Mario Sinhoreti 2015</p>	<p>de unión microtensil (<math>\mu</math>TBS) con cuatro estrategias de cementación simplificadas para restauraciones de composite indirectos.</p>	<p>imprimación autograbante + SCC: ED Primer + Panavia.  Grupo 3 AAG de un solo paso +SCC: Clearfil S3 + Panavia.  Grupo 4 CAA: U200.</p>	<p>El <math>\mu</math>TBS significativamente e más bajo para grupo 3 y 4.  Grupo 3 no fue afectado por SPP.</p>	<p>paso junto con el SCC de curado dual fue capaz de mantener la estabilidad de la unión.</p>
<p><b>Tensile bond strength of different universal adhesive systems to lithium disilicate ceramic.</b></p>	<p>Nicole Passia Frank Lehmann Freitag-Wolf Matthias Kern 2015</p>	<p>Evaluar la resistencia a la tracción (TBS) de diferentes sistemas de adhesivos universales para cerámicas de disilicato de litio.</p>	<p>Grupo 1 Moobond plus + multilink autotomix. Grupo 2 All bond universal + Duo Link. Grupo 3 Scotchbond Universal+ Relyx Ultimate. Grupo 4 OptiBond XTR ad NX3.</p>	<p>Todos los sistemas adhesivos mostraron considerables TBS. Grupo 1 mostró mayor fuerza de unión a la cerámica al final del estudio.</p>	<p>Sistemas de adhesivos universales que no contengan silano deben ser evitados para la unión restauraciones de cerámica de disilicato de litio debido a su reducida fuerza de unión.</p>
<p><b>Effect of Long-term Simulated Pulpal Pressure on the Bond Strength and Nanoleakage of Resin-luting Agents With Different Bonding Strategies</b></p>	<p>Rodrigo Sversut de Alexandre Verónica Batista Santana Alline C Kasaz Cesar AG Arrais</p>	<p>Evaluar los efectos de presión pulpar simulada en la fuerza de adhesión y microfiltración en interfaces resina-</p>	<p>Grupo 1: Adper Single + Bond RelyX ARC Grupo 2: Panavia F + ED Primer Grupo 3: Panavia F + Clearfil SE</p>	<p>Grupo mayores valores de fuerza de unión. Grupo 3 valores menores.</p>	<p>La fuerza de unión se mantuvo estable para todos los sistemas adhesivos, en ausencia de la influencia de presión pulpar, sin embargo bajo esta influencia los sistemas de 3 pasos se ven afectados.</p>



	2014	dentina, producidas por diferentes estrategias de adhesión después de 12 meses.			
<b>Bond strength of adhesive resin cement with different adhesive systems</b>	Fabrizio Lorenzoni e Silva Saulo Pamato Milton Kuga Marcus Vinicius-Reis Só Jefferson Ricardo Pereira 2017	Evaluar la resistencia de unión de cemento de resina a la dentina con diferentes sistemas de adhesivos.	Grupo1: Apder Scotchbond + Duo-link Grupo2: Optibond + Duo-link Grupo 3: All-Bond+ Duo-link Grupo 4: Adpe Single Bond 2 + Duo-link Grupo 5: Bond Force + Duo-link Grupo 6: Single Bond Universal +	Grupo 4: valores mas altos de fuerza de unión. Grupo 3: menores valores de fuerza de unión.	La técnica y el sistema utilizado para la hibridación de la dentina pueden afectar el enlace inmediato y la resistencia del cemento.
<b>Effect of different adhesive strategies on microtensile bond strength of computer aided design/computer aided manufacturing blocks</b>	Renato Roperto1 Anna Akkus Ozan Akkus Lisa Lang 2016	Determinar la fuerza microtensil de compuestos cerámicos adheridos a la dentina utilizando tres diferentes estrategias adhesivas.	Grupo 1: Primer and Bond NT + Calibra Grupo 2: Panavia F2.0 + Clearfil SE Bond Grupo 3: SmartCem2	Grupo 1: valores mas altos de fuerza de unión en comparación con el grupo sin acondicionamiento previo de dentina.	Las diferentes estrategias adhesivas pueden interferir con la supervivencia de restauraciones CAD CAM



<b>bonded to dentin</b>					
<b>Impairment of resin cement application on the bond strength of indirect composite restorations</b>	Adiel Skupien José Porto Eliseu Müncho Tatiana Pereira-Cenci 2015	Evaluar el deterioro de forma inmediata o tardía en la fuerza de unión microtensil de cemento de resina con diferentes estrategias adhesivas.	Grupo 1: Scotchbond Multi-Purpose + RelyX ARC Grupo 2: Adper Single Bond + RelyX ARC Grupo 3: RelyX U100	Grupo 1 valores mas altos de fuerza de unión en comparación con los demás grupos.	El cemento de resina regular con sistema adhesivo de grabado y enjuague de tres pasos. mostró el mejor desempeño. El cemento de resina autoadhesivo, es el menos sensible a variaciones.

AAG: adhesivo de autograbado / RBV: resina de baja viscosidad/ CAA: cemento autoadhesivo GE: grabado y enjuague / GT: grabado total.

### 4.3 Recoleccion de resultados

**Tabla 5: Sistemas adhesivos de grabado y lavado**

Estudio	Sistema adhesivo 3 pasos	Agente cementante	Fuerza de unión en MPa a esmalte	Fuerza de unión en MPa a dentina
<b>Pamato</b>	Optibond	U200		13.3
	Adper Scotchbond			16.0
<b>Aguiar</b>	Adper Scotchbond	Rely X ARC		17.1
<b>Ozturk</b>	Adper Scotchbond	RelyX Venner	24.76	13.84
		Variolnk II	23.64	13.78
	Heliobond Syntac	Variolink Venner	24.76	13.84





	Heliobond Syntac			
<b>Skupien</b>	Adper Scotchbond	RelyX ARC		20.29
<b>Lorenzoni</b>	Adper Scotchbond	Duo Link		11.6
	Optibond			12.29
	All Bond 3			6.16

Estudio	Sistema adhesivo 2 pasos	Agente cementante	Fuerza de unión en MPa esmalte	Fuerza de unión en MPa dentina
<b>Pamato</b>	Adper single Bond 2	U200		15.79
<b>Pekperdahci</b>	Adper single Bond 2	RelyX ARC		445.93
	Adper single Bond 2	RelyX Unicem		203.22
<b>Chavez</b>	Single Bond 2	RelyX ARC		15.52
<b>Vaz</b>	All Bond 2	C&B Cement		19.5
	Adper single Bond 2	RelyX ARC		40.8
<b>Bacchi</b>	Adper single Bond 2	RelyX ARC		25
<b>Alexandre</b>	Adper single Bond 2	RelyX ARC		67.9
<b>Skupien</b>	Adper single Bond 2	RelyX ARC		17.68
<b>Roperto</b>	Primer and Bond NT	Calibra		17.68
<b>Lorenzoni</b>	Adper single Bond 2	Duo Link		14.5

**Tabla 6: Sistemas adhesivos autograbantes**



Estudio	Sistema autoadhesivo 1 paso	Agente cementante	Fuerza de unión en MPa esmalte	Fuerza de unión en MPa dentina
<b>Pamato</b>	Bond Force	U200		15.0
<b>Pekperdahci</b>	Adpter Prompt L-pop	Rely X Unicem		122.7
<b>Aguiar</b>	Clearfil DC Bond	Clearfil Esthetic Cement		13.3
<b>Bacchi</b>	ED Primer	Panavia F2.0		15
<b>Lorenzoni</b>	Bond Force	Duo Link		9.4

Estudio	Sistema autoadhesivo 2 pasos	Agente cementante	Fuerza de unión en MPa esmalte	Fuerza de unión en MPa dentina
<b>Alexandre</b>	Panavia 21	PanaviaF2.0		48.4
	Clearfil SE Bond	Panavia F2.0		22.5
<b>Roperto</b>	Clearfil SE Bond	Panavia F2.0		12.22

**Tabla 7: Sistemas universales**

Estudio	Sistema adhesivo Universal	Agente cementante	Fuerza de unión en MPa aesmalte	Fuerza de unión en MPa dentina
<b>Pamato</b>	Single Bond Universal	U200		12.6
<b>Lorenzoni</b>	Single Bond Universal	Duo Link		8.3
<b>Passia</b>	Monobond Plus	Multilink Automix		38.5
	All-Bond Universal	Duo-Link		23.9
	Scotchbond Universal	RelyX Ultimate		22.6
	OptiBond XTR	NX3		17.2



## 5. DISCUSIÓN

Tras esta revisión sistemática, se observó que los sistemas adhesivos convencionales de dos y tres pasos presentaron mayor fuerza de unión, independientemente de la prueba de estudio y de la marca comercial empleada. En este estudio, debido a la gran cantidad de muestras, métodos y marcas comerciales no se ha podido dar un valor cuantitativo acumulado, sin embargo, se confirmó que los sistemas convencionales, siguen presentando un mejor comportamiento. Incluso, se observó una mejora en el rendimiento de los sistemas de cementación autoacondicionantes con la aplicación previa de sistemas convencionales de grabado y lavado (21) (30) (31) (39) (42).

Pamato y colaboradores realizaron un estudio para evaluar las diferentes técnicas de hibridación y su influencia en la resistencia de los cementos resinosos autoadhesivos. Este estudio confirmó que el tratamiento de hibridación de la dentina con diferentes sistemas adhesivos presenta diversos comportamientos asociados tanto al cemento como a las técnicas de grabado. Las muestras del estudio se dividieron en seis grupos de acuerdo con el acondicionamiento aplicado en dentina. De todos ellos el sistema adhesivo de 3 pasos Adper Scotchbond presentó el valor más alto de fuerza de unión (16 MPa) mientras que el grupo control U200 presentó el valor más bajo (11.19 MPa) (63). Los sistemas simplificados se han empleado para reducir los tiempos operatorios eliminando el pre tratamiento del sustrato, sin embargo la calidad de la interfaz formada se asocia directamente por la infiltración de los monómeros en el tejido, que por lo general es poco profunda debido a la alta viscosidad que presentan pese a su bajo pH inicial(64). Adper Scotchbond mostró una fuerza de adhesión significativamente más alta de todos los grupos evaluados. Por otro lado OptiBond presentó un valor reducido pese a ser un sistema de tres pasos. Esto



podría explicarse por la presencia de etanol como solvente en este sistema que puede generar una mayor deshidratación de la matriz de colágeno (7).

Igualmente Pekperdahci y colaboradores, en su investigación, estudiaron la resistencia de unión al cizallamiento después de un proceso de termociclado en sistemas de cementación con pretratamiento de tejidos y sistemas autoadhesivos a los que se les proporcionó diferentes acondicionamientos de superficie. El grupo control en este caso RelyX ARC + Single Bond Adhesive, un sistema de grabado total presentó los valores más altos de unión (370.07 MPa). Mientras que el sistema simplificado presentó los valores más bajos (RelyX Unicem+Adper-Prompt L-pop 77.06 MPa)(36). Con respecto a esto, tanto Pamato como Pekperdahci concuerdan en que los sistemas autoadhesivos no son capaces de formar una verdadera capa híbrida, lo que se corrobora con las imágenes obtenidas por medio del análisis bajo el estereomicroscopio realizadas en el estudio de Pekperdahci en donde mostraron la formación una capa híbrida irregular, poco profunda y deficiente; se comprobó también que el pre tratamiento de las superficies y la aplicación de adhesivo pueden mejorar la fuerza de unión de los cementos autoadhesivos(36) . El grabado previo puede favorecer a la creación de una superficie más húmeda y a su vez favorecer a una mejor ionización de los monómeros ácidos y mejor vinculación de los polímeros en los protocolos simplificados (38). Con resultados afines, Chávez y colaboradores, realizaron un estudio en donde se comparó la fuerza de adhesión a la dentina de cuatro cementos autoadhesivos comparados con un grupo control de cemento autoadhesivo más grabado previo. Con los resultados se concluyó que el protocolo tradicional es decir grabado ácido y aplicación del sistema adhesivo seguido por el cemento tuvo un mejor comportamiento con un valor más alto de resistencia al cizallamiento en comparación con los protocolos simplificados. El grupo control RelyX ARC + Single Bond 2 presentó los valores más altos de unión (15,52 MPa). El comportamiento de los protocolos simplificados se asocia a su baja capacidad de desmineralización que reduce la infiltración en el tejido dentinario. Pese a que este cemento tiene un pH inicial alto, el incremento de su viscosidad puede influir en la escasa formación de la capa híbrida (21). Además para cumplir su objetivo estos materiales deben infiltrar la dentina en poco



tiempo, lo que puede ser posible en condiciones de humectabilidad de la dentina (65). De acuerdo con los fabricantes la capacidad del autoadhesivo se debe a la presencia de monómeros ácidos en la fórmula de los agentes cementantes, que una vez cumplida su función debería recuperarse hacia un pH neutro. Se ha demostrado para cementos como MaxCem que el pH se mantuvo en 3.6 lo que termina siendo perjudicial para la fuerza de unión en la dentina (66).

También Vaz y colaboradores, evaluaron la fuerza de unión microtensil, en restauraciones indirectas fijadas con cementos de diferente modo de polimerización y diferente protocolo de cementación, tras 42 horas y 30 días de almacenamiento en agua. Tras 24 horas de almacenamiento en agua los valores de unión más altos fueron para Adper Single Bond 2 + RelyX ARC con 40.8MPa y los valores más bajos fueron para C&B un cemento de autopolimerización + All Bond 2 con 19.5 MPa. Después de treinta días los valores fueron 44.2 y 24.5 MPa respectivamente. En la evaluación de micromorfología interfacial el grupo de All Bond 2 presentó una capa híbrida irregular y granular en comparación con el grupo de Adper single Bond 2. Estos resultados pueden deberse a que los adhesivos a base de acetona como All Bond 2 presentan una relación monómero – disolvente más baja, lo que significa que requieren de un mayor número de aplicaciones o capas para lograr una interfaz de unión más uniforme (67) (en este estudio se aplicaron dos capas). En el caso de Adper single Bond 2 se evidenció la formación de tags de resina que pueden asociarse a su capacidad de humectabilidad, ya que presenta etanol como disolvente. En cuanto al incremento de la fuerza de unión de C&B puede asociarse a que el proceso de polimerización se completó con el paso del tiempo, reforzando así sus propiedades adhesivas. Al igual que los estudios anteriores (36) (63) (68) se asocia el comportamiento del grupo de RelyX ARC + Adper Single Bond 2, a la capacidad del sistema adhesivo empleado, es decir a la formación de una capa híbrida de mayor uniformidad y profundidad que se logra con sistemas de grabado total, sumado a esto la polimerización dual del cemento (69). Bajo el mismo concepto Ozturk y colaboradores evaluaron la resistencia de unión al cizallamiento de laminados cerámicos en diferentes sustratos y con diferentes sistemas adhesivos convencionales. Los grupos de estudio se dividieron según



los sustratos. Los resultados mostraron valores bajos de unión para el grupo de Dentina y Scotch Bond + RelyX Vener (5.42 MPa), y el grupo de mayor resistencia de unión fue para el grupo esmalte Syntac Primer - Syntac Adhesive + Variolink Vener (24.76 MPa). Concluyendo que el sustrato dentario tiene alta influencia en la resistencia de unión, incluso más que el sistema adhesivo que se pueda emplear, sugiriendo que las terminaciones de restauraciones indirectas deben ser en esmalte, dada la mayor confiabilidad de adhesión (10). Roperto y colaboradores evaluaron la fuerza microtensil de compuestos cerámicos adheridos a la dentina utilizando tres diferentes estrategias adhesivas. De las muestras evaluadas Primer and Bond NT + Calibra presentó los valores más altos de unión (17.68 MPa), Panavia F2.0 + Clearfil SE Bond por otro lado presentó 12.22 MPa. Con estos resultados, este estudio ha determinado que la mejor estrategia para restauraciones cerámicas continua siendo el sistema de tres pasos. El grupo de Clearfil SE, mostró valores aceptables y su comportamiento puede estar asociado al 10 MDP, componente que presenta una buena interacción química con la hidroxiapatita presente en el barillo dentinario sin eliminar, permitiendo una mayor estabilidad del enlace a largo plazo (70). Por otro lado el sistema simplificado SmartCem2 evaluado en este estudio, mostró bajos valores de adhesión 6.48 MPa, respaldando el hecho de que estos sistemas se comportan como membranas permeables, más propensas a la degradación hidrolítica reduciendo así la fuerza de unión (18)(71). En concordancia Skupien y colaboradores, encontraron valores de unión más altos para sistemas de tres pasos Scotchbond Multi-Purpose 20.29 MPa y sistemas de dos pasos de grabado y aclarado Adper Single Bond2 17.68MPa. Los resultados de este estudio no mostraron diferencias mayores entre estos sistemas, sin embargo el grupo control con RelyX U100 mostró valores bajos de unión 9.69 MPa, asociados igualmente a la poca capacidad de infiltración del cemento en el tejido sin acondicionar (72).

Lorenzoni y colaboradores evaluaron la resistencia de unión de cementos de resina a la dentina con diferentes sistemas de adhesivos. De las muestras evaluadas All-Bond+ Duo-link presentó los valores de unión más bajos (6.16 MPa). Por otro lado Adper Single Bond 2 + Duo-link presentó los valores más



altos (14.53 MPa). Las diferentes técnicas adhesivas muestran distintos valores de rendimiento en la dentina (73). Peumans asegura en su estudio que algunos resultados que desfavorecen a los sistemas de grabado y lavado se atribuyen a la sensibilidad de la técnica, y a la presencia de etanol como solvente que en algunos casos puede generar una deshidratación excesiva del tejido. En el caso de los sistemas simplificados como los de 3M Espe, la presencia de ácido polialquenoico y su alto peso molecular puede comprometer la interdifusión del adhesivo en el tejido (74) (73).

Por otro lado Bacchi y colaboradores realizaron un estudio comparando diferentes técnicas adhesivas y la influencia de la presión intrapulpar, después de la cementación. Se evidenció que la fuerza de unión fue mayor para el sistema convencional Adper Single Bond 2 + RelyX ARC sin la influencia de la presión pulpar. Después de tres meses de simulación de presión pulpar se verificó un descenso en la resistencia de adhesión, que se asocia posiblemente a los túbulos dentinarios abiertos, producto del grabado ácido y por la presencia de monómeros residuales. Otra posibilidad es la presencia de túbulos dentinarios colapsados que no fueron infiltrados por el adhesivo. Tras la simulación, el grupo ED Primer (autograbado) + Panavia F2.0 presentó una mejoría en la resistencia, lo que se asoció a la conservación del frotis o barrillo dentinario dentro de los conductos que podría contribuir a una reducción de la permeabilidad dentinaria. Sin embargo al no existir una diferencia significativa, se concluye entonces que los cementos convencionales junto con un sistema adhesivo de grabado y lavado se consideran el estándar para la cementación de restauraciones indirectas (75). Igualmente Alexandre y colaboradores realizaron un estudio similar donde evaluaron los efectos de la presión pulpar simulada en la fuerza de adhesión en interfaces resina-dentina, producidas por diferentes estrategias de adhesión después de 12 meses. Si bien es cierto los valores iniciales son altos para el sistema de grabado y lavado de 2 pasos Adper Single Bond 2+ RelyX ARC (67.9 MPa) sin embargo ante la influencia de la presión pulpar este valor decayó notablemente (18.6 Mpa) (76). Al igual que el estudio anterior, este comportamiento se atribuye a la presencia de agua que no fue eliminada durante el proceso. Igualmente ciertos monómeros hidrófilos como el HEMA pueden





atraer mayor cantidad de agua perjudicando las propiedades mecánicas de los cementos y la estabilidad de la capa híbrida formada. En el caso de los sistemas simplificados, la regulación del pH trae como consecuencia liberación de agua favoreciendo al comportamiento de un cemento más hidrofílico que mejora la humectabilidad de la dentina. Este procedimiento es importante, pues la liberación de iones de hidrógeno permite la desmineralización del frotis. Así mismo esta liberación permite el cambio de un comportamiento hidrófilo a hidrófobo que mantiene la estabilidad del enlace formado (64) (77). Se concluye así que en ausencia de presión pulpar los sistemas de lavado y aclarado mantienen un buen comportamiento y altos valores de fuerza de adhesión. Sin embargo en presencia de este factor, los valores decaen drásticamente, manteniéndose más estables, los sistemas de autograbado, siendo este es el único estudio de esta revisión que favorece el uso de sistemas de autograbado (76).

Algunos estudios in vitro demuestran que el paso extra de acondicionamiento previo con ácido fosfórico, en protocolos simplificados, mejora el comportamiento a nivel de dentina en fuerza de adhesión, adaptación marginal y sellado (78) (79) (80). Por esta razón se ha sugerido el grabado ácido selectivo como un paso adicional para los cementos autoadhesivos con el fin de mejorar la adhesión al esmalte creando adicionalmente micro retenciones. Este procedimiento comprobado en estudios in vitro ha mostrado una mejora significativa en la fuerza de adhesión (81). Con respecto a esto Baader y colaboradores, realizaron un estudio, comparando el comportamiento de restauraciones parciales de cerámica, cementadas con diferentes técnicas adhesivas con y sin grabado selectivo previo, empleando cementos autoadhesivos; y tras 6.5 años de seguimiento se determinó una tasa de éxito acumulada de 82.1% y 59.8% respectivamente, lo que permite determinar que el grabado selectivo a nivel del esmalte, mejora significativamente la longevidad clínica. Las principales causas de falla en el primer grupo fueron la fractura de las restauraciones, sin embargo al analizar el sellado marginal no se observó diferencias significativas entre ambas técnicas de cementación (38), la hipersensibilidad dentaria fue asociada también al grabado ácido selectivo especialmente durante los primeros días tras



la cementación, que puede relacionarse al contacto del ácido con la dentina, de tal manera que la eliminación de la capa de frotis o barrillo dentinario puede incrementar el riesgo de hipersensibilidad posoperatoria (38) (82) (83). Así mismo Peumans y colaboradores, evaluaron el comportamiento clínico de inlays y onlays de cerámica cementados con sistemas autoadhesivos previo a la aplicación de un sistema de grabado y aclarado; concluyen al respecto que esta metodología puede ser recomendada para la fijación de restauraciones cerámicas indirectas y tras cuatro años de seguimiento no han encontrado diferencia clínicamente significativa en la aplicación de un grabado ácido selectivo previo a la cementación a nivel de esmalte (84).

Un estudio de Aguiar y colaboradores evaluó la ultra morfología por medio de microscopia electrónica a nivel de la unión dentina-cemento-resina formada tanto por cementos autoadhesivos como convencionales. Al evaluar RelyX ARC/ Adper Scotchbond se evidenció según la microscopía, la formación de una verdadera capa híbrida de alta y uniforme densidad con la formación de largos tags de resina presentando aproximadamente 20 a 35nm. Por otro lado al evaluar sistemas simplificados no se evidenció la formación de tags de resina e incluso mostraron vacíos en la interfase. Esta variabilidad puede estar asociada a la composición química de los materiales, el sustrato y el método de pretratamiento utilizado. En el caso de cementos resinosos que requieren de pretratamiento existe un verdadero proceso de hibridación que genera un enclavamiento micro mecánico, que representa la retención de las restauraciones indirectas, en cambio en sistemas autoadhesivos la interacción con el sustrato se produce por la reacción química de los monómeros funcionales como el 10MDP (10-metacriloxidecil dihidrógeno fosfato) (Clearfil SA Y DC), y el monómeros de ácido fosfórico (RelyX Unicem) (69). Otro estudio de Aguiar y colaboradores realizaron un estudio que evaluó la resistencia a la tracción tras los efectos de cargas cíclicas y permanencia en saliva con muestra similares. Se demostró en este estudio que tanto los cementos autoadhesivos como los convencionales tuvieron una alta resistencia a la tracción, la misma que permaneció con valores similares después de 2 años de cargas cíclicas, sin embargo el grupo de cementos convencionales y empleados con un sistema



adhesivo de un solo paso (Clearfil Esthetic – 10 MDP 10-metacriloxidecil dihidrógeno fosfato) mostró un descenso en la fuerza de adhesión (85). El problema de los sistemas adhesivos simplificados es que sus monómeros acídicos consumen aminas terciarias presentes en algunos cementos, dando lugar a una polimerización incompleta, lo que refleja una reducción de la fuerza de unión (86).

En cuanto a los adhesivos universales, Passia y col evaluaron en su estudio la resistencia a la tracción de diferentes sistemas de adhesivos universales utilizados para la cementación de cerámicas reforzadas con disilicato de litio, sus muestras se dividieron en 4 grupos que constaban de diferentes adhesivos universales y cementos resinosos. Tras el estudio se concluyó que Monobond plus mostró mayor fuerza de unión a la cerámica incluso después de 150 días de almacenamiento en agua, lo que sugiere que no todos los sistemas universales son aplicables para la adhesión de cerámicas, se debe considerar su composición y el contenido de agentes de enlace como el silano principalmente (32). Así mismo, Yoshiara y colaboradores estudiaron la efectividad de agentes de acoplamiento como el silano como componente de los sistemas adhesivos universales. Se utilizó un sistema adhesivo universal con silano Scotchbond Universal (9.4 Mpa), y un sistema adhesivo universal libre de silano como Clearfil S3 Bond ND Quick (9.9 Mpa). Se registró una fuerza de adherencia significativamente mayor cuando el activador de enlace de porcelana Clearfil Porcelan se mezcló recientemente con el adhesivo universal libre de silano (27.3 Mpa). Clínicamente, el silano separado o silano recién mezclado con el adhesivo se recomienda para la adhesión de restauraciones cerámicas (28). Nikolaus y colaboradores realizaron un estudio en donde se evaluó la influencia de diversos métodos de tratamiento de superficie en la eficacia de la adhesión de los adhesivos universales. Se observó que el silano incluido en el adhesivo universal puede no ser efectivo en el enlace cerámica resina, puesto que el protocolo que incluía un paso más, el de silanización, presentó un mejor comportamiento respecto a la fuerza de adherencia (independientemente del grabado ácido). A más de ello se determinó que el grabado ácido se considera como un método efectivo para eliminar contaminantes presentes y favorecer a la



formación de una superficie efectiva para la aplicación del adhesivo universal (54).

Por otro lado Park y colaboradores evaluaron, la influencia de diferentes tratamientos superficiales en la fuerza de unión a restauraciones de resinas nano cerámicas, utilizando un adhesivo universal. Se encontró que el cemento de resina puede verse afectado por el tratamiento de superficie y también por la aplicación del material adhesivo. Se comprobó que la abrasión por aire y el sistema Rocatec fueron muy eficaces en el incremento de la fuerza de unión del cemento a la cerámica procesada en el laboratorio (7.64 MPa y 7.41 MPa respectivamente), cuando se asoció a la aplicación de un sistema adhesivo universal, sin embargo, estos métodos pueden generar una gran pérdida de material por lo que su uso debe ser controlado. El grabado con ácido fluorhídrico forma una textura rugosa y superficial creando una topografía en forma de panal sobre la superficie de la cerámica, ideal para una unión micro mecánica, sin embargo su efecto es menor si se compara con los métodos mencionados anteriormente (35). Otro punto de interés fue que se corroboró la necesidad del empleo de un sistema adhesivo para incrementar aún más la fuerza de la unión de las resinas nano cerámicas y el cemento. Incluso Stawarczyk reportó la efectividad de reparar una resina nano cerámica con un sistema adhesivo universal más una resina directa, pese a que los monómeros de ácido fosfórico funcionan mejor que un adhesivo basado exclusivamente en monómeros metacrílicos. Este comportamiento se explica por la presencia de dihidrógeno fosfato (MDP), presente en al adhesivo universal (Singlebond Universal) (87).

Se podría concluir manifestando que la capacidad de los monómeros adhesivos para entrelazarse con las fibrillas de colágeno depende de varios factores, entre ellos los más importantes: el acondicionamiento del tejido, los pasos de imprimación del mismo y las características de humectación, la composición química de los sistemas adhesivos, el comportamiento hidrófobo o hidrófilo y las propiedades de los monómeros.



## 6. CONCLUSIONES:

- Los resultados obtenidos se presentan con base en los artículos seleccionados con datos heterogéneos, variabilidad de especímenes de estudio, y materiales de evaluación. Sin embargo, esta revisión de la literatura expone un conocimiento más amplio y detallado, en donde se puede asegurar que el sistema de grabado y aclarado, aún se mantiene como el sistema de elección. Los sistemas adhesivos más evaluados son Adper Scotchbond con una fuerza de unión de 13 a 20 MPa, Adper single bond 2 de 14.5 a 53 MPa y Single Bond Universal de 8 a 12.6MPa. Solo un estudio, recomendó un sistema simplificado, en lugar de un sistema convencional considerando como factor de influencia la presión pulpar y su efecto de deterioro en la fuerza de unión de los sistemas convencionales.
- Según esta revisión de la literatura el sistema de tres pasos fue el más efectivo debido a su menor riesgo de degradación hidrolítica a nivel de la interfase, lamentablemente es una técnica altamente sensible, por lo que se sugiere mayor control de humedad dependiendo de los componentes detallados por el fabricante.
- Los sistemas adhesivos autograbantes reducen el tiempo empleado en la práctica clínica, sin embargo a nivel de la interfase se comportan como membranas permeables lo que facilita el paso de los fluidos en sentido interno externo y viceversa (dentina-ambiente intraoral), siendo más susceptibles a la degradación. Además su uso está limitado cuando se emplean cementos duales y de autocurado pues sus componentes pueden interferir en el proceso de polimerización. Además son propensos a formar una capa híbrida, discontinua, irregular, y poco profunda asociada a la poca capacidad de humectabilidad, viscosidad del sistema, y poca infiltración en los tejidos.



- Existen varios factores que influyen en la longevidad de las restauraciones indirectas, sin embargo la adhesión es el eslabón más débil, por lo que requiere de mayor atención en la selección del sistema adhesivo y agente cementante, así como el conocimiento de su composición indicaciones y contraindicaciones.
- Para protocolos de cementación se considera al sistema adhesivo de tres pasos como el material de elección en la cementación de restauraciones indirectas, siguiendo siempre las instrucciones del fabricante para evitar efectos adversos en los tejidos y los resultados obtenidos. Se recomienda un proceso de micro arenado con óxido de aluminio con un tamaño de partícula de 50 micras cuando se emplean restauraciones resino cerámicas o de resina, y grabado con FLH más silanización para el caso de cerámicas ácido sensibles, en cuanto a los tiempos y porcentajes se debe considerar la fase vítrea sobre la cual actúa, seguido por un proceso de silanización que permite el enlace entre las interfaces. En el caso del presente trabajo en el apartado de recomendaciones clínicas, se ha establecido un protocolo secuencial del uso de sistemas adhesivos y cementación de restauraciones indirectas.



## 7. PERSPECTIVAS FUTURAS

Pese a la insistente introducción de diversos materiales de aplicación simplificada, adhesivos y cementos, y adhesivos todo en uno, la evidencia muestra que la inestabilidad de los componentes debido a su diferente composición y modo de actuar, influyen en el comportamiento de los tratamientos dentales a corto y a largo plazo. Por ello es muy probable que se preconice el uso de sistemas adhesivos convencionales y sistemas paso a paso. Al parecer los sistemas todo en uno no tienen una mayor perspectiva de permanecer en el mercado debido a su baja efectividad.

## 8. RECOMENDACIONES

### 8.1 PROTOCOLOS

#### 8.1.1 Tratamiento interno de la superficie restauradora

La fuerza de unión final está determinada por el eslabón más débil, es así como las técnicas adhesivas deben ser mejoradas constantemente y adaptarse a los requerimientos y necesidades que se muestran con el tiempo. La literatura evidencia que el tratamiento de las superficies de las restauraciones previo a la cementación mejora significativamente el resultado de la adhesión, se han sugerido varias técnicas como por ejemplo: el micro arenado con óxido de aluminio, la aplicación de un agente de unión como el silano y el revestimiento triboquímico con partículas de aluminio recubiertas con dióxido de silicio, previamente se realiza una descontaminación de la superficie pudiendo utilizar soluciones comerciales como el Ivoclean (hidróxido de sodio, se aplica por 20 segundos) (22) (24).

Varios estudios demuestran que la abrasión con partículas de óxido de aluminio con un tamaño de partícula de 50 micras fue el método más efectivo para generar asperización de la superficie cuando se emplean restauraciones resino cerámicas, o restauraciones de resina (22) (24).



El protocolo de unión para las cerámicas grabables consiste en la aplicación de ácido fluorhídrico con la finalidad de crear micro retenciones, actuando a nivel de la fase vítrea de la cerámica, por medio de la formación de microporosidades disolviendo la superficie a pocos micrómetros de profundidad. El grabado también incrementa la humectabilidad por el aumento de la energía superficial. En cuanto a las concentraciones y tiempo de aplicación, dependerá del tipo de cerámica a acondicionar. Esto es de gran importancia ya que si el tiempo de aplicación se excede generará una disolución de la fase vítrea afectando sus propiedades mecánicas, y efectividad de adhesión. En el caso de cerámicas feldespáticas reforzadas (disilicato de litio) se aplica el gel de FLH al 5% durante 20 segundos, posteriormente se enjuaga con agua durante 60 segundos, la superficie debe ser secada con un chorro de aire. Y cuando se emplean cerámicas feldespáticas propiamente, se aplica en una concentración del 5% por 1 minuto, al incrementar las concentraciones, se reduce el tiempo de exposición al ácido (21) (24) (26) (32) (41).

La neutralización del ácido en cualquiera de los dos casos se puede realizar empleando bicarbonato de sodio durante 1 minuto y aclarado por 1 minuto. La utilización de ácido fosfórico solo eliminara residuos del FLH. Sumado a lo anterior, el proceso de silanización durante 5 minutos para permitir la evaporación de este, lo que da lugar a una interacción química entre la sílice de la fase vítrea y los grupos metacrilatos de los materiales resinosos, generando enlaces de siloxano. Lo cual incrementa significativamente la fuerza de unión y la humectabilidad de la superficie tratada (21) (24) (32) (34) (41) (88).

El silano es una molécula bifuncional capaz de unirse a los grupos hidroxilo en las superficies cerámicas y polimerizar en conjunto con la porción orgánica del cemento resinoso o adhesivo; posee una composición semejante a la de las resinas compuestas y presenta una fase orgánica formada por Bis-GMA o UDMA y monómeros de bajo peso molecular como el TEGDMA. Posee también agrupamientos funcionales hidrofílicos para promover la adhesión a la dentina como el HEMA (hidroxietil metacrilato), el 4-META y el MDP (10-metacriloxidecil dihidrógeno fosfato). Es recomendable colocar el silano con métodos que





permitan la eliminación de las capas indeseables. Por ello se sugiere colocar el silano sobre la superficie cerámica tratada seguido de secado con aire caliente por 15 segundos para evaporar el solvente. Luego lavar con agua caliente por 15 segundos. Este procedimiento eliminará el agua y solventes, además de eliminar el silano no reactivo indeseado. La porcelana una vez que se ha silanizado adecuadamente se vuelve hidrofóbica (89).

### **8.1.2 Tratamiento De La Superficie Dental**

Con respecto a las cavidades pueden ser limpiadas con una mezcla de piedra pómez y agua, secando posteriormente la superficie evitando desecar. Existen otros productos como clorhexidina al 2%, que cumplen este objetivo. Dependiendo del material a utilizar el protocolo de cementación puede variar, en el caso de los cementos autograbantes como por ejemplo el RelyX Unicem no se realiza ningún pretratamiento a la superficie del diente se coloca el cemento directamente, y la restauración. El protocolo puede variar en el caso de esmalte, grabándolo con ácido fosfórico en gel al 37%, el mismo que debe ser rigurosamente enjuagado tras 30 segundos de aplicación, siempre evitando el contacto con dentina, seguido por la cementación de la restauración (38).

Sin embargo, en protocolos convencionales considerados como el estándar de oro, el pretratamiento de la superficie dental se realiza con un acondicionamiento o grabado selectivo, empleando ácido fosfórico al 37%, durante 30 segundos en esmalte y en dentina 15, seguido por el lavado de esta durante otros 30 segundos, secando con aire y conservando la humectabilidad de la dentina, o se pueden emplear sistemas adhesivos de sexta y séptima generación, que contienen monómeros acídicos. El grabado en dentina, pese a los innumerables productos siempre será un punto crítico para garantizar la fuerza de adhesión. Se debe evitar el secado excesivo del tejido, impidiendo de esta manera el colapso de la malla de colágeno, ya que restringe la difusión de los monómeros a nivel del tejido desmineralizado. Por ello es recomendable eliminar el exceso de agua empleando, torundas pequeñas de algodón, o toallas de papel. Por otro lado, también el exceso de agua es perjudicial pues dará lugar a la dilución del adhesivo dando una baja resistencia de adhesión. El exceso de grabado puede



ser también un problema, pues es probable que el adhesivo no llegue a la profundidad del tejido en su totalidad, comprometiendo la dinámica hidráulica en los túbulos dentinarios, dando como resultado sensibilidad pos operatoria, y dejando la capa híbrida más propensa a degradación por hidrólisis (52) (36).

Un punto importante y de contradicción es la prepolimerización de los sistemas adhesivos. **Se recomienda que el sistema adhesivo colocado previo al asentamiento de la restauración indirecta, no se fotocure, puesto que esta película puede tener diversos espesores (90) y podría interferir en el asentamiento completo de la restauración, sin embargo esto trae como consecuencia un colapso de la dentina desmineralizada afectando la adhesión y la fuerza de unión, lo que se puede evitar con un sellado inmediato de la dentina después de la preparación dentaria y antes de la toma de impresiones definitivas (47).**

### 8.1.3 Tablas de recomendaciones clínicas elaborado conforme los artículos revisados

Material	Descontaminación	Paso 2	Paso 3	Paso 4
<b>Con base de resina polimérica.</b>	3 opciones: - Ivoclean 20 Segundos. - Clorhexidina 2% 1 minuto. - Ultrasonido 5 minutos.	Abrasión con partículas de óxido de aluminio (50 micras) - 2 bares de presión.	Grabado con ácido fluorhídrico al 5% por 1 minuto.	Silanización: aplicación por 20 segundos y evaporación con aire caliente por 20 segundos. (2 veces)



<p><b>Materiales híbridos.</b></p>	<p>3 opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ivoclean 20 Segundos.</li> <li>- Clorhexidina 2% 1 minuto.</li> <li>- Ultrasonido 5 minutos.</li> </ul>	<p>Abrasión con partículas de óxido de aluminio (50 micras) - 2 bares de presión.</p>	<p>Grabado con ácido fluorhídrico al 5% por 1 minuto</p>	<p>Silanización: Aplicación por 20 segundos y evaporación con aire caliente por 20 segundos. (2 veces)</p>
<p><b>Cerámica con refuerzo cristalino (disilicato de lito).</b></p>	<p>3 opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ivoclean 20 Segundos.</li> <li>- Clorhexidina 2% 1 minuto.</li> <li>- Ultrasonido 5 minutos.</li> </ul>		<p>Grabado con ácido fluorhídrico al 5% por 20 segundos.</p>	<p>Silanización: Aplicación por 20 segundos y evaporación con aire caliente por 20 segundos. (2 veces)</p>
<p><b>Cerámica feldespática</b></p>	<p>3 opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ivoclean 20 Segundos.</li> </ul>		<p>Grabado con ácido fluorhídrico al 5% por 1 minuto.</p>	<p>Silanización: Aplicación por 20 segundos y evaporación</p>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clorhexidina 2% 1 minuto.</li> <li>- Ultrasonido 5 minutos.</li> </ul>				<p>con aire caliente por 20 segundos. (2 veces)</p>

PROTOCOLO CONVENCIONAL	Descontaminación	Acondicionamiento	Ejemplares evaluados en el estudio con mejores valores de resistencia adhesiva.
<b>Tres pasos</b>	<p>Clorhexidina al 2%</p> <p>Pasta de piedra pómez libre de flúor</p>	<p>- Esmalte: Ácido fosfórico al 35% durante 30 segundos.</p> <p>- Dentina: ácido fosfórico al 35% durante 15 segundos.</p> <p>Primer, fuerte impregnación.</p> <p>Adhesivo.</p> <p>No desecar los tejidos.</p>	<p>Adper Scotchbond Multi Purpose 16 MPa</p> <p>Optibond 13.3 MPa.</p>
	Cementos	Duales – autopolimerizables – fotocurables.	<p>RelyX ARC dual. 17.1 MPa.</p> <p>Variolink II: dual. 23.6 MPa.</p> <p>Panavia F2.0 15 MPa.</p>
<b>PROTOCOLO SIMPLIFICADO</b> <b>1 paso</b>	<p>Clorhexidina al 2%</p> <p>Pasta de piedra pómez libre de flúor</p>	Se recomienda grabado selectivo previo en esmalte por 30 segundos con ácido fosfórico	<p>Rely X Unicem 23 MPa.</p> <p>Clearfil SA Cement. 20 MPa.</p>



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Buonocore MG. A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. *J Dent Res.* diciembre de 1955;34(6):849-53.
2. McLean J. W JA von F. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J.* 3 de agosto de 1971;131(3):107-11.
3. Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma).* 2017;8(1):1.
4. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials.* septiembre de 2007;28(26):3757-85.
5. Perdigão J, Reis A, Loguercio AD. Dentin Adhesion and MMPs: A Comprehensive Review: Dentin Adhesion and MMPs. *J Esthet Restor Dent.* agosto de 2013;25(4):219-41.
6. Ferreira-Filho R, Ely C, Amaral R, Rodrigues J, Roulet J-F, Cassoni A, et al. Effect of Different Adhesive Systems Used for Immediate Dentin Sealing on Bond Strength of a Self-Adhesive Resin Cement to Dentin. *Oper Dent.* julio de 2018;43(4):391-7.
7. Albaladejo A, Osorio R, Toledano M, Ferrari M. Hybrid layers of etch-and-rinse versus self-etching adhesive systems. *Med Oral Patol Oral Cirugia Bucal.* 2009;e112-8.
8. D’Arcangelo C, Angelis FD. Adhesive Cementation of Indirect Composite Inlays and Onlays: A Literature Review. 2015;36(8):9.
9. Ekambaram M, Yiu CKY, Matinlinna JP. An overview of solvents in resin–dentin bonding. *Int J Adhes Adhes.* marzo de 2015;57:22-33.
10. Ozturk N, Aykent F. Dentin bond strengths of two ceramic inlay systems after cementation with three different techniques and one bonding system. *J Prosthet Dent.* marzo de 2003;89(3):275-81.
11. Meerbeek BV, Munck JD, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Adhesion to Enamel and Dentin: Current Status and Future Challenges. *Oper Dent.* :21.
12. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater.* enero de 2011;27(1):1-16.
13. Haller B. Which self-etch bonding systems are suitable for which clinical indications? *QUINTESSENCE Int.* 2013;44(9):17.



14. TAY FR, CARVALHO R. Single-step, self-etch adhesives behave as permeable membranes after polymerization. Part I. Bond strength and morphologic evidence. :13.
15. TAY FR, YIU CKY. Single-step, self-etch adhesives behave as permeable membranes after polymerization. Part II. Silver tracer penetration evidence. :14.
16. El Zohairy AA, De Gee AJ, Mohsen MM, Feilzer AJ. Effect of conditioning time of self-etching primers on dentin bond strength of three adhesive resin cements. *Dent Mater.* febrero de 2005;21(2):83-93.
17. Agee KA, Prakki A, Abu-Haimed T, Naguib GH, Nawareg MA, Tezvergil-Mutluay A, et al. Water distribution in dentin matrices: Bound vs. unbound water. *Dent Mater.* marzo de 2015;31(3):205-16.
18. Pucci CR, Gu L-S, Zeng C, Gou Y-P, Tay FR, Niu L-N. Susceptibility of contemporary single-bottle self-etch dentine adhesives to intrinsic water permeation. *J Dent.* noviembre de 2017;66:52-61.
19. Matuda LS de A, Marchi GM, Aguiar TR, Leme AA, Ambrosano GMB, Bedran-Russo AK. Dental adhesives and strategies for displacement of water/solvents from collagen fibrils. *Dent Mater.* junio de 2016;32(6):723-31.
20. Deligeorgi V, Mjör IA, Wilson NHHF. An Overview of and Replacement Reasons for the of Restorations Placement. *Prim Dent Care.* 1 de enero de 2001;8(1):5-11.
21. CHAVEZ JC. UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA. [citado 25 de septiembre de 2016]; Disponible en: <http://www.cop.org.pe/bib/investigacionbibliografica/JACKELYNCARDENASC HAVEZ.pdf>
22. D’Arcangelo C, Vanini L, Casinelli M, Frascaria M, Angelis FD, Vadini M, et al. Adhesive Cementation of Indirect Composite Inlays and Onlays: A Literature Review. 2015;36(8):9.
23. Angeletaki F, Gkogkos A, Papazoglou E, Kloukos D. Direct versus indirect inlay/onlay composite restorations in posterior teeth. A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* octubre de 2016;53:12-21.
24. Spitznagel FA, Horvath SD, Guess PC, Blatz MB. Resin Bond to Indirect Composite and New Ceramic/Polymer Materials: A Review of the Literature. 2014;12.
25. Collares K, Corrêa MB, Laske M, Kramer E, Reiss B, Moraes RR, et al. A practice-based research network on the survival of ceramic inlay/onlay restorations. *Dent Mater.* mayo de 2016;32(5):687-94.
26. Guarda G, Correr A, Gonçalves L, Costa A, Borges G, Sinhoreti M, et al. Effects of Surface Treatments, Thermocycling, and Cyclic Loading on the Bond Strength of a Resin Cement Bonded to a Lithium Disilicate Glass Ceramic. *Oper Dent.* marzo de 2013;38(2):208-17.



27. Song X-F, Ren H-T, Yin L. Machinability of lithium disilicate glass ceramic in in vitro dental diamond bur adjusting process. *J Mech Behav Biomed Mater.* enero de 2016;53:78-92.
28. Yoshihara K, Nagaoka N, Sonoda A, Maruo Y, Makita Y, Okihara T, et al. Effectiveness and stability of silane coupling agent incorporated in 'universal' adhesives. *Dent Mater.* octubre de 2016;32(10):1218-25.
29. Kim J-Y, Cho G-Y, Roh B-D, Shin Y. Effect of Curing Mode on Shear Bond Strength of Self-Adhesive Cement to Composite Blocks. *Materials.* 18 de marzo de 2016;9(3):210.
30. dos Santos VH, Griza S, de Moraes RR, Faria-e-Silva AL. Bond strength of self-adhesive resin cements to composite submitted to different surface pretreatments. *Restor Dent Endod.* 2014;39(1):12.
31. Makkar S, Malhotra N. Self-adhesive resin cements: a new perspective in luting technology. *Dent Update.* 2 de noviembre de 2013;40(9):758-68.
32. Passia N, Lehmann F, Freitag-Wolf S, Kern M. Tensile bond strength of different universal adhesive systems to lithium disilicate ceramic. *J Am Dent Assoc.* octubre de 2015;146(10):729-34.
33. Hou Y, Shen R, Chen L, Chen Y, Jiang Y, Li J, et al. Shear Bond Strength of Different CAD/CAM Ceramics: Acid vs Er:YAG Laser Etching. *Photomed Laser Surg* [Internet]. 18 de septiembre de 2018 [citado 24 de septiembre de 2018]; Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/pho.2018.4475>
34. Kameyama A, Bonroy K, Elsen C, Lührs A-K, Suyama Y, Peumans M, et al. Luting of CAD/CAM ceramic inlays: Direct composite versus dual-cure luting cement. *Biomed Mater Eng.* 19 de junio de 2015;25(3):279-88.
35. Park J-H, Choi Y-S. Microtensile bond strength and micromorphologic analysis of surface-treated resin nanoceramics. *J Adv Prosthodont.* 2016;8(4):275.
36. Pekperdahci T, Turkoz Y, Ozan O, Seker E. The effects of different adhesive agents on the shear bond strength of a self-adhesive resin cement. *J Appl Biomater Funct Mater.* 2012;2(10):149-56.
37. Blatz MB, Vonderheide M, Conejo J. The Effect of Resin Bonding on Long-Term Success of High-Strength Ceramics. *J Dent Res.* febrero de 2018;97(2):132-9.
38. Baader MF, Katharina, Karl Anton Hiller. Self-adhesive Luting of Partial Ceramic Crowns: Selective Enamel Etching Leads to Higher Survival after 6.5 Years In Vivo. *J Adhes Dent.* 29 de enero de 2016;(1):69-79.
39. Tolidis K, Papadogiannis D, Papadogiannis Y, Gerasimou P. Dynamic and static mechanical analysis of resin luting cements. *J Mech Behav Biomed Mater.* febrero de 2012;6:1-8.



40. Kern M. Bonding to oxide ceramics—Laboratory testing versus clinical outcome. *Dent Mater.* enero de 2015;31(1):8-14.
41. Sheila Pestana Passos ETK, Marco Antonio Bottino. Bond Strength of Different Resin Cement and Ceramic Shades Bonded to Dentin. *J Adhes Dent.* 15 de abril de 2013;(5):461–466.
42. Rohr N, Fischer J. Effect of aging and curing mode on the compressive and indirect tensile strength of resin composite cements. *Head Face Med [Internet].* diciembre de 2017 [citado 26 de septiembre de 2018];13(1). Disponible en: <https://head-face-med.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13005-017-0155-z>
43. Tian T, Tsoi JK-H, Matinlinna JP, Burrow MF. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dent Mater.* julio de 2014;30(7):e147-62.
44. Falkensammer F, Arnetzl GV, Wildburger A, Krall C, Freudenthaler J. Influence of different conditioning methods on immediate and delayed dentin sealing. *J Prosthet Dent.* agosto de 2014;112(2):204-10.
45. Spohr A, Ghiggi P, Steiger A, Marcondes M, Mota E, Burnett L. Does immediate dentin sealing influence the polymerization of impression materials? *Eur J Dent.* 2014;8(3):366.
46. Nikaido T, Tagami J, Yatani H, Ohkubo C, Nihei T, Koizumi H, et al. Concept and clinical application of the resin-coating technique for indirect restorations. *Dent Mater J.* 2018;37(2):192-6.
47. Qanungo A, Aras MA, Chitre V, Mysore A, Amin B, Daswani SR. Immediate dentin sealing for indirect bonded restorations. *J Prosthodont Res.* octubre de 2016;60(4):240-9.
48. Opdam NJM, van de Sande FH, Bronkhorst E, Cenci MS, Bottenberg P, Pallesen U, et al. Longevity of Posterior Composite Restorations: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res.* octubre de 2014;93(10):943-9.
49. van Dijken JWV, Hasselrot L. A prospective 15-year evaluation of extensive dentin–enamel-bonded pressed ceramic coverages. *Dent Mater.* septiembre de 2010;26(9):929-39.
50. Kuper NK, Opdam NJM, Bronkhorst EM, Huysmans MCDNJM. The influence of approximal restoration extension on the development of secondary caries. *J Dent.* marzo de 2012;40(3):241-7.
51. Roggendorf MJ, Kunzi B, Ebert J, Roggendorf HC, Frankenberger R, Reich SM. Seven-year clinical performance of CEREC-2 all-ceramic CAD/CAM restorations placed within deeply destroyed teeth. *Clin Oral Investig.* octubre de 2012;16(5):1413-24.





52. Federlin M, Hiller K-A, Schmalz G. Effect of selective enamel etching on clinical performance of CAD/CAM partial ceramic crowns luted with a self-adhesive resin cement. *Clin Oral Investig.* noviembre de 2014;18(8):1975-84.
53. Schenke F, Federlin M, Hiller K-A, Moder D, Schmalz G. Controlled, prospective, randomized, clinical evaluation of partial ceramic crowns inserted with RelyX Unicem with or without selective enamel etching. Results after 2 years. *Clin Oral Investig.* abril de 2012;16(2):451-61.
54. Nikolaus F, Wolkewitz M, Hahn P. Bond strength of composite resin to glass ceramic after saliva contamination. *Clin Oral Investig.* abril de 2013;17(3):751-5.
55. Mohamed FF, Finkelman M, Zandparsa R, Hirayama H, Kugel G. Effects of Surface Treatments and Cement Types on the Bond Strength of Porcelain-to-Porcelain Repair: Bond Strengths of Porcelain-to-Porcelain Repair. *J Prosthodont.* diciembre de 2014;23(8):618-25.
56. Lin J, Sun M, Zheng Z, Shinya A, Han J, Lin H, et al. Effects of rotating fatigue on the mechanical properties of microhybrid and nanofiller-containing composites. *Dent Mater J.* 2013;32(3):476-83.
57. Rohr N, Fischer J. Tooth surface treatment strategies for adhesive cementation. *J Adv Prosthodont.* 2017;9(2):85.
58. Cristian A-C, Jeanette L, Francisco M-R, Guillermo P. Correlation between Microleakage and Absolute Marginal Discrepancy in Zirconia Crowns Cemented with Four Resin Luting Cements: An In Vitro Study. *Int J Dent.* 2016;2016:1-5.
59. Campos RE, Santos Filho PCF, de O. Júnior OB, Ambrosano GMB, Pereira CA. Comparative evaluation of 3 microbond strength tests using 4 adhesive systems: Mechanical, finite element, and failure analysis. *J Prosthet Dent.* enero de 2018;119(1):166-74.
60. El Mourad AM. Assessment of Bonding Effectiveness of Adhesive Materials to Tooth Structure using Bond Strength Test Methods: A Review of Literature. *Open Dent J.* 28 de septiembre de 2018;12(1):664-78.
61. Hu M, Weiger R, Fischer J. Comparison of two test designs for evaluating the shear bond strength of resin composite cements. *Dent Mater.* febrero de 2016;32(2):223-32.
62. Hutton B, Catalá-López F, Moher D. La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA. *Med Clínica.* septiembre de 2016;147(6):262-6.
63. Pamato S, do Valle A, de Andrade G, Vidotti H, So M, Pereira J. Does hybridized dentin affect bond strength of self-adhesive resin cement? *J Clin Exp Dent.* 2016;0-0.



64. Zorzin J, Petschelt A, Ebert J, Lohbauer U. pH neutralization and influence on mechanical strength in self-adhesive resin luting agents. *Dent Mater.* junio de 2012;28(6):672-9.
65. Abu-Nawareg MM, Zidan AZ, Zhou J, Agee K, Chiba A, Tagami J, et al. Adhesive sealing of dentin surfaces in vitro: A review. 2016;41.
66. Costa LA, Carneiro KK, Tanaka A, Lima DM, Bauer J. Evaluation of pH, ultimate tensile strength, and micro-shear bond strength of two self-adhesive resin cements. *Braz Oral Res.* 14 de octubre de 2014;28(1):1-7.
67. Vaz RR, Hipólito VD, D'Alpino PHP, Goes MF de. Bond Strength and Interfacial Micromorphology of Etch-and-Rinse and Self-Adhesive Resin Cements to Dentin: Bonding Characteristics of Resin Cements to Dentin. *J Prosthodont.* febrero de 2012;21(2):101-11.
68. Chávez-Lozada J, Urquía-Morales C. In-vitro evaluation of bond strength of four self-etching cements. *Acta Odontol Latinoam.* 2017;30:8.
69. Aguiar TR, Vermelho PM, André CB, Giannini M. Interfacial ultramorphology evaluation of resin luting cements to dentin: A correlative scanning electron microscopy and transmission electron microscopy analysis: Ultramorphology Of Resin Cements To Dentin. *Microsc Res Tech.* diciembre de 2013;76(12):1234-9.
70. Takahashi H. Effect of calcium salt of 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate produced on the bond durability of one-step self-etch adhesive. *Dent Mater J.* 2014;33(3):394-401.
71. Roperto R, Akkus A, Akkus O, Lang L, Sousa-Neto M, Teich S, et al. Effect of different adhesive strategies on microtensile bond strength of computer aided design/computer aided manufacturing blocks bonded to dentin. *Dent Res J.* 2016;13(2):117.
72. Skupien JA, Porto JAS, Münchow EA, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Impairment of resin cement application on the bond strength of indirect composite restorations. *Braz Oral Res.* 2 de junio de 2015;29(1):1-7.
73. Lorenzoni e Silva F, Pamato S, Kuga M, So M, Pereira J. Bond strength of adhesive resin cement with different adhesive systems. *J Clin Exp Dent.* 2016;0-0.
74. Peumans M, De Munck J, Mine A, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives for the restoration of non-cariou cervical lesions. A systematic review. *Dent Mater.* octubre de 2014;30(10):1089-103.
75. Ataís Bacchi GA, Ashvin Babbar MACS, Victor Pinheiro Feitosa. Influence of 3-month Simulated Pulpal Pressure on the Microtensile Bond Strength of Simplified Resin Luting Systems. *J Adhes Dent.* 2 de julio de 2015;(3):265–271.
76. de Alexandre R, Santana V, Kasaz A, Arrais C, Rodrigues J, Reis A. Effect of Long-term Simulated Pulpal Pressure on the Bond Strength and Nanoleakage of Resin-



- luting Agents With Different Bonding Strategies. *Oper Dent.* septiembre de 2014;39(5):508-20.
77. Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of Physical Properties and Surface Degradation of Self-adhesive Resin Cements. *Dent Mater J.* 2007;26(6):906-14.
  78. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater.* enero de 2007;23(1):71-80.
  79. Behr M, Hansmann M, Rosentritt M, Handel G. Marginal adaptation of three self-adhesive resin cements vs. a well-tried adhesive luting agent. *Clin Oral Investig.* diciembre de 2009;13(4):459-64.
  80. Schenke F, Hiller K-A, Schmalz G, Federlin M. Marginal Integrity of Partial Ceramic Crowns Within Dentin With Different Luting Techniques and Materials. *Oper Dent.* septiembre de 2008;33(5):516-25.
  81. Lin J, Shinya A, Gomi H, Shinya A. Bonding of self-adhesive resin cements to enamel using different surface treatments: bond strength and etching pattern evaluations. *Dent Mater J.* 2010;29(4):425-32.
  82. Suyama Y, de Munck J, Cardoso MV, Yamada T, Van Meerbeek B. Bond durability of self-adhesive composite cements to dentine. *J Dent.* octubre de 2013;41(10):908-17.
  83. Taschner M, Krämer N, Lohbauer U, Pelka M, Breschi L, Petschelt A, et al. Leucite-reinforced glass ceramic inlays luted with self-adhesive resin cement: A 2-year in vivo study. *Dent Mater.* mayo de 2012;28(5):535-40.
  84. Peumans M, Voet M, De Munck J, Van Landuyt K, Van Ende A, Van Meerbeek B. Four-year clinical evaluation of a self-adhesive luting agent for ceramic inlays. *Clin Oral Investig.* abril de 2013;17(3):739-50.
  85. Aguiar TR, André CB, Correr-Sobrinho L, Arrais CAG, Ambrosano GMB, Giannini M. Effect of storage times and mechanical load cycling on dentin bond strength of conventional and self-adhesive resin luting cements. *J Prosthet Dent.* mayo de 2014;111(5):404-10.
  86. Figueiredo RJA, Andrade AKM, Duarte RM. In vitro evaluation of incompatibility between simplified adhesive systems and dual-cure resin cement. *Rev Gaúcha Odontol.* 2012;6.
  87. Stawarczyk B, Krawczuk A, Ilie N. Tensile bond strength of resin composite repair in vitro using different surface preparation conditionings to an aged CAD/CAM resin nanoceramic. *Clin Oral Investig.* marzo de 2015;19(2):299-308.
  88. Yoshida F, Tsujimoto A, Ishii R, Nojiri K, Takamizawa T, Miyazaki M, et al. Influence of surface treatment of contaminated lithium disilicate and leucite glass



ceramics on surface free energy and bond strength of universal adhesives. Dent Mater J. 2015;34(6):855-62.

89. Dehailan LA. Review of the Current Status of All-Ceramic Restorations. :20.
90. Stavridakis M, Krejci I, Magne P. Immediate Dentin Sealing of Onlay Preparations: Thickness of Pre-cured Dentin Bonding Agent and Effect of Surface Cleaning. Oper Dent. :11.