



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DE TRES MEZCLAS DE IONÓMERO DE
VIDRIO REFORZADO CON METAL.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

DAMARIS MICHELLE ENCISO SÁNCHEZ

TUTOR: Esp. BRENDA IVONNE BARRÓN MARTÍNEZ

ASESOR: Mtro. JORGE GUERRERO IBARRA

MÉXICO, Cd. Mx.

MAYO, 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedico este trabajo a Mis Padres:

Quiero darles las Gracias por haberme dado educación, un hogar donde crecer, equivocarme, desarrollarme y donde adquirí los valores que hoy definen mi vida.

Gracias por haber luchado incansablemente por mi bienestar, mi educación y mi salud, en este mundo no existe nadie a quien le deba más amor y agradecimiento.

Gracias a ellos soy quien soy hoy en día.

A mi Padre Juan A. Enciso:

Gracias Papá por haberme educado como me educaste, porque sin esos castigos, sin esos regaños, sin esas peleas que tuvimos en mi etapa de estudiante, hoy no sería la persona que soy ni tendría todo lo que tengo ahora. Gracias por ayudarme a forjar un carácter, gracias por formarme a tu imagen y semejanza, porque desde que recuerdo siempre he querido ser como mi Papá, una guerrera incansable que no se rinde ni se desmorona a la primera, porque superamos adversidades y sobre todo porque nos amamos sobre todas las cosas. Somos igualitos y por eso a veces chocamos, aun así mi amor por ti crece cada día más. Papi además de amarte, no sabes la gran admiración y el respeto que te tengo porque a pesar de tus adversidades de vida, te has superado y todos los días creces más y más como un gigante de acero. Eres mi superhéroe favorito.

GRACIAS PAPÁ, TE AMO!!



A mi Mamá Damaris DY. Sánchez García:

Gracias Mamá por ser la más valiente, invencible ante la vida y luchadora por tus hijos. Gracias por hacerme crecer, por defenderme en todo momento, por darnos a mi hermano y a mi tu apoyo incondicional y tu amor infinito. Gracias mamita por darme todo tu amor, por querer y buscar lo mejor para nosotros en todo momento. Te admiro demasiado porque nunca te cansas, eres la persona más trabajadora de la vida, porque dejas de dormir cuando nos enfermamos, porque me das todo tu amor sin esperar nada a cambio, porque eres la mujer con el corazón más sensible y sincero de este planeta, pero también la más fuerte e inteligente, porque aunque eres muy sensible, cuando me enfermaba muy seguido de pequeña, cuando me daban ataques de asma, cuando me desmayaba, cuando entre en depresión y me veías llorar sin motivo, sé que por dentro sufrías más que yo, sin embargo eres una mamá tan increíble que en lugar de doblarte tú siempre te mantuviste fuerte para mí. No me va a alcanzar la vida ni siquiera las palabras son suficientes para agradecer todo lo que has dado y hecho por mí.

Le agradezco a Mamá Lupita por haberte dado valores, porque gracias a todas sus enseñanzas tenemos una Mamá en toda la extensión de la palabra, le agradezco a la vida el haberme dado la oportunidad de conocer a mi bisabuelita porque fue una persona muy sabia, noble e inteligente.

Gracias por todo esto y más Mamá, TE AMO!!

También se lo dedico a mi Hermano Sagid, mi compañero de vida.

Gracias hermanito por estar siempre a mi lado, porque en todo momento me cuidas, por querer lo mejor para mí, porque sin ti no hubiera podido terminar esto. Eres un gran ejemplo de persona, te admiro porque has crecido solo y no necesitas de nadie para cumplir tus objetivos y metas, eres mi hermanito



pequeño pero me has dado grandes lecciones de vida. Gracias por guiarme en el camino, sin ti no sería nada. Le agradezco a la vida por haberme dado la oportunidad de crecer contigo, hemos tenido momentos muy malos pero mi amor por ti es inmenso, no puedo expresarte con palabras lo valioso que eres y lo mucho que te amo.

Gracias, Gracias, Gracias Hermano, TE AMO!!

Agradezco a la Prepa 5 “José Vasconcelos” porque ahí pasé los mejores momentos de mi vida, fue ahí donde decidí que iba a estudiar Odontología y no Derecho como estaba planeado, gracias porque fue en este lugar donde comenzó mi amor por la UNAM, por sus instalaciones y el conocimiento brindado. Fue aquí donde comenzó mi cambio como persona.

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, porque es un orgullo ser universitario pero es un privilegio pertenecer a la UNAM, gracias a todos los que fueron mis profesores por mantener un nivel de exigencia máximo en teoría pero sobre todo en clínica, agradezco a la Clínica Periférica Oriente y a los grandes profesores que la integran por todo el conocimiento que me brindaron y por ser tan exigentes, eso me ayudó a formarme como profesional de la salud.

Agradezco al C.D. Juan Carlos Rodríguez Avilés, coordinador de servicio social por haberme aceptado en las Brigadas de Salud Bucodental. Fue una gran experiencia y me ayudó a crecer en el ámbito profesional y como persona. Gracias, porque me quedo con grandes recuerdos y anécdotas de esta etapa de mi vida.



ÍNDICE

Página

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	3
1. CEMENTOS DE IONÓMERO DE VIDRIO (CIV).....	3
1.1.- ANTECEDENTES HISTÓRICOS	3
1.2 DEFINICIÓN DE POLIALQUENOATO DE VIDRIO.	7
1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES.	8
1.4 ESTRUCTURA QUÍMICA.	12
1.5. CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS DE POLIALQUENOATO DE VIDRIO.	18
1.5.1 CLASIFICACIÓN BASADA EN SU INDICACIÓN CLÍNICA.	21
1.5.2 CLASIFICACIÓN BASADA EN LA COMPOSICIÓN.	22
1.5.3 CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LAS NORMAS.....	26
1.6. PROPIEDADES DE LOS CEMENTOS DE POLIALQUENOATO DE VIDRIO.	27
1.6.1 ADHESIÓN AL ESMALTE Y DENTINA.	30
1.6.2 LIBERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE FLUORURO.	32
1.6.3 BIOCOMPATIBILIDAD.	34
1.6.4 PROPIEDADES FÍSICAS.	34
1.6.5 APLICACIONES CLÍNICAS.....	36
1.7.- INDICACIONES DE LOS CEMENTOS DE POLIALQUENOATO DE VIDRIO.	40
1.8.- CONTRAINDICACIONES DE LOS CEMENTOS DE POLIALQUENOATO DE VIDRIO.....	41
1.9.- ABSORCIÓN Y PÉRDIDA DE AGUA DE LOS CEMENTOS DE POLIALQUENOATO DE VIDRIO.	41
CAPÍTULO 2	46
2.- POLIALQUENOATOS DE VIDRIO MODIFICADOS CON METAL	46
2.1. USOS DEL POLIALQUENOATO DE VIDRIO REFORZADO CON METAL.....	49
2.2 PROPIEDADES ANTICARIOGÉNICAS.	51
2.3 PROPORCIÓN POLVO/LÍQUIDO.	53
2.4 PROCESO DE FRAGUADO.....	54
2.5 LIBERACIÓN DE FLUORURO.	55
CAPÍTULO 3	57
3. TIPOS DE POLIALQUENOATO DE VIDRIO REFORZADO CON METAL.	57



CAPÍTULO 4	58
4. ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN.	58
CAPÍTULO 5	75
5. INVESTIGACIÓN	75
5.1PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	75
5.2 JUSTIFICACIÓN	76
5.3 HIPÓTESIS	77
5.4 HIPÓTESIS NULA	77
5.5 OBJETIVOS	77
OBJETIVO GENERAL	77
OBJETIVOS ESPECIFICOS	77
5.6 MATERIALES Y MÉTODOS	78
5.7 METODOLOGÍA	83
6. RESULTADOS	91
ANÁLISIS	93
7. DISCUSIÓN	95
8. CONCLUSIONES	97
9. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.	99
ANEXOS	108
ANEXO 1:	108
ANEXO 2:	110
ANEXO 3:	112
ANEXO 4:	112
ANEXO 5:	113
ANEXO 6:	115



INTRODUCCIÓN.

Los cementos dentales de ionómero de vidrio han demostrado ser útiles en varias áreas de la odontología, como la odontología restauradora. Los ionómeros de vidrio son cementos acuosos formados por la reacción de un polímero ácido y un vidrio básico en presencia de agua.

El entorno bucal presenta muchos desafíos para la longevidad de los materiales restauradores. Los cementos de ionómero de vidrio tienen muchas propiedades que son clínicamente útiles y promueven una larga duración. Es importante destacar que los cementos de ionómero de vidrio se adhieren a la estructura dental sin ningún tratamiento previo, algunos autores recomiendan utilizar algún ácido débil para limpiar la superficie donde se colocará el material y proporcionan un período prolongado de liberación de flúor, lo que inhibe la caries dental recurrente.

Estas propiedades, junto con una estética aceptable y biocompatibilidad, hacen que estos materiales sean populares y deseables para aplicaciones médicas y dentales. Sin embargo, los cementos dentales de ionómero de vidrio tienen limitaciones que impiden una adaptación clínica más amplia, como propiedades mecánicas pobres y sensibilidad a la humedad.

Con el fin de aumentar las ventajas del ionómero de vidrio, diferentes investigadores han dado lugar al surgimiento de cementos de ionómero de vidrio reforzados. Para reforzarlos, se han adicionado (ya sea de forma manual o por medio de sinterización) partículas metálicas al ionómero de vidrio, en consecuencia se han obtenido mejores resultados en la resistencia, lo que nos amplía las posibilidades de uso para el ionómero de vidrio.



Esta forma de ionómero de vidrio reforzada para restauración no está lo suficientemente difundida entre los odontólogos, que siguen limitando su uso, pudiendo sacar provecho de las propiedades que tiene en comparación de muchos otros materiales dentales.

El propósito de este estudio es medir y comparar la resistencia a la compresión de algunas mezclas de ionómero de vidrio reforzado con metal, para comprobar si realmente se mejoran sus propiedades físicas, ya que su uso es muy común dentro las Brigadas de Salud Buco-Dental de la facultad de Odontología UNAM.

CAPÍTULO 1

1. CEMENTOS DE IONÓMERO DE VIDRIO (CIV)

1.1.- ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La búsqueda de materiales ideales para el tratamiento de la caries dental ha sido desarrollada a través de los años, con diversos elementos que ayudan a restituir la estructura dental perdida. Entre éstos materiales se encuentra el cemento de ionómero de vidrio (CIV) o también conocido como polialquenoato de vidrio. ^(1,2)

Una aportación importante para el desarrollo del polialquenoato de vidrio, fue producto de una investigación sobre un cemento de policarboxilato de zinc, realizada por el británico Dennis Smith en 1967 (Figura 1), ya que dicha investigación dio lugar al descubrimiento de los poliácidos que se utilizaron para reemplazar el ácido fosfórico de los cementos de silicato. ^(2,3,4)



Figura 1: Dennis Smith. ⁽⁴⁾



Figura 2: Alan Donald Wilson
(1928-2011). ⁽⁵⁾

La invención del polialquenoato de vidrio fue el resultado de un programa de trabajo realizado en el Laboratory of the Government Chemist para eliminar algunas de las deficiencias de los cementos de silicato ⁽²⁾; y fue desarrollado en 1969 por Alan D. Wilson (Figura 2) y Brian E. Kent, quienes combinando el polvo del cemento de silicato y el líquido del cemento de policarboxilato de zinc crearon

un nuevo material dental, basado en la reacción del aluminosilicato con el ácido poliacrílico, conjugando las propiedades de ambos cementos: adhesión específica y liberación de fluoruro.^(1,4)

Este producto fue llamado originalmente cemento ASPA (Aluminio, Silicato y PoliAcrilato) y manufacturado por De Trey (División de Denstsply Ltd Weybridge UK) (Figura 3). Sin embargo, mostró ciertas desventajas, como textura irregular, fraguado lento, sensibilidad a la humedad y, en ciertas ocasiones, dolor postoperatorio. A pesar de ello, sus ventajas como liberación de fluoruro, adhesión



Figura 3: Cemento ASPA, utilizado a mediados de los años 70. ⁽⁸⁾

específica a esmalte y dentina y coeficiente de expansión térmica similar al diente motivaron el mejoramiento del material, hasta conseguir el cemento que se conoce como ionómero de vidrio (CIV). ^(3,6,7)

Los cementos de polialquenoato de vidrio (CIV) son materiales hechos de un polvo de vidrio de aluminofluorosilicato de calcio o estroncio (base), combinado con un polímero soluble en agua (ácido) o también llamado poliácido, produciendo la reacción ácido-base, que conduce al endurecimiento del material mediante un sistema de intercambio iónico. Este biomaterial con múltiples aplicaciones clínicas, como ya se mencionó fue sintetizado por los ingleses A.D. Wilson y B.E.Kent en 1969 y reportado en la revista British Journal (A new translucent cement for Dentistry) en 1972. ⁽⁹⁾

Posteriormente fueron desarrollados para su uso clínico por Mc Lean y Wilson en 1974. Ellos tenían como objetivo la combinación de las



propiedades positivas de los cementos de silicato, de las resinas compuestas y de los cementos de policarboxilato.⁽⁹⁾

A continuación (Tabla 1) presentamos la fórmula clásica del ASPA-IV, la cual fue comercializada en 1977 y tenía la siguiente composición: ⁽⁹⁾

POLVO	LÍQUIDO
SiO₂ (Sílice)..... 29%	Ácido poliacrílico
Al₂O₃ (Alúmina)..... 16,6	Itacónico – 47,5%
CaF₂ (Fluoruro de Calcio)..... 34,2	Ácido tartárico – 5%
Na₃AlF₆ 5,0 (Fluoruro de Aluminio y Sodio)	Agua 47,5
AlF₃ 5,3 (Fluoruro de Aluminio)	
AlPO₄ 9,9 (Fosfato de aluminio)	

Tabla 1: Fórmula clásica del ASPA-IV (A.D.Wilson 1977). ⁽⁹⁾

Los polialquenoatos de vidrio se han usado en Europa desde 1975, como material restaurador y en Estados Unidos comenzaron a ser usados dos años después. ⁽⁹⁾

Existen dos variaciones de polialquenoato de vidrio (CIV) que se desarrollaron en los 80s y 90s, aquellas modificaciones fueron con la inclusión de metal y con resina. ⁽¹⁰⁾

En 1985 Mc Lean y Glasser desarrollaron los polialquenoatos de vidrio llamados Cermet, con el propósito de crear cementos de polialquenoato de vidrio (CIV) más fuertes y duraderos, un productor agregó polvo de amalgama al polvo de vidrio. Otro combinó el polvo de vidrio con plata elemental (Cermet) por un proceso de fusión de gran calor. La adición de la plata tuvo la ventaja de aumentar la radiopacidad a los cementos. Además, la

resistencia al desgaste del cemento cermet mejoró con respecto a los cementos convencionales de polialquenoato de vidrio (CIV). Sin embargo, la resistencia a la fractura de los materiales modificados con metal demostraron ser muy bajas para recomendarlos en las zonas de gran estrés en el diente y el color gris impidió el uso rutinario del Cermet en los dientes anteriores. ⁽¹⁰⁾

Los polialquenoatos de vidrio (CIV) modificados con resinas como cementos restaurativos fueron introducidos en los primeros años de los 90s. ⁽¹⁰⁾

En 1989 Sumita Mitra (Figura 4) revolucionó la odontología, consiguiendo la asociación de los polialquenoatos de vidrio con nanopartículas de resina compuesta, lo que McLean denominó como CIV modificado con resina. ⁽¹¹⁾



Figura 4: Sumita Mitra, química de 3M. ⁽¹¹⁾

El primer polialquenoato de vidrio (CIV) restaurador, que era estéticamente aceptable, fue comercializado por la G-C International en Japón como Fuji II, que además presentaba una mejora en las propiedades físicas sobre los materiales precedentes, e introducido comercialmente en la profesión en el año de 1992 (Figura 5). ^(9,11)



Figura 5: Fuji II. ⁽¹¹⁾



1.2 DEFINICIÓN DE POLIALQUENOATO DE VIDRIO.

El profesor Sueo Saito menciona cómo es que la nomenclatura de ionómero lingüísticamente es la combinación de *ion* y *mer*, indicativo de cadenas moleculares grandes unidas por acción iónica. Debemos recordar que la unión en las cadenas poliméricas de las resinas acrílicas es de tipo *covalente*, mientras que en estos cementos ionoméricos los monómeros se unen por cadenas cruzadas electrostáticamente. Por lo que la nomenclatura correcta de estos cementos es la de **polialquenoatos de vidrio**.⁽⁹⁾

De acuerdo con John W. Mclean, J. W. Nicholson y A. D. Wilson el término cemento de ionómero de vidrio es desafortunado ya que la palabra ionómero, registrada por la compañía Dupont, describe una gama de polímeros que contienen una pequeña proporción de grupos ionizados o ionizables entre un 5 y 10 %. Esta definición no corresponde al cemento que estamos tratando. El término correcto y aceptado en Chemical Abstracts, es, en consecuencia, el de **polialquenoato de vidrio**, refiriéndose también a los cementos **poliácidos de vidrio o policarboxílicos de vidrio**.⁽⁹⁾

De acuerdo a Wilson y Nicholson, su definición corresponde a la de un cemento cuya composición es un vidrio básico y un poliácido que endurece mediante una reacción ácido - base.⁽⁹⁾

Davidson y Mjor establecen la definición para este cemento como la de un cemento basado en agua que endurece mediante una reacción ácido - básica entre el vidrio de fluoro - aluminio - silicato y la solución acuosa del poliácido.⁽⁹⁾

1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES.

Las características generales de los cementos de polialquenoato de vidrio (CIV) son las siguientes: ⁽⁹⁾

- La reacción conduce a la formación de una sustancia firme y dura.
- Presentan baja reacción exotérmica.
- No se experimenta contracción de polimerización.
- No hay presencia de monómeros libres.
- Estabilidad dimensional en medio acuoso.
- Interacción entre la matriz y la carga.
- Características adhesivas a esmalte y dentina.
- Liberación de fluoruros.
- Sensibilidad a la humedad en los primeros minutos.

Descripción general de la composición del polialquenoato de vidrio (CIV): ⁽⁹⁾

Líquido: el líquido es una solución electrolítica de copolímeros con radicales *carboxilos* denominado químicamente como *ácido polialquenoico*. El líquido *homo* o *copolímero* de ácidos poliacrílicos: ácido poliacrílico y copolímero acrílico – itacónico.

Polvo: la composición química del polvo es la de un vidrio especial de fluoro-alumino-silicato de tipo opalescente gracias al fluoruro de Ca - FAS vidrio.

Formas de presentación: ⁽⁹⁾

- Polvo/líquido autocurado.(Figura 6)
- Polvo/líquido fotocurado. (Figura 7)
- Pasta/pasta fotocurado. (Figura 8)
- Cápsulas. (Figura 9)



Figura 6: Presentación polvo/líquido autocurado (no necesita luz para fraguar). ⁽¹²⁾



Figura 8: Presentación Pasta/pasta fotocurado (necesita luz para fraguar).⁽¹⁴⁾

Los constituyentes de los diferentes cementos de polialquenoato de vidrio (CIV) presentes en el mercado no son los mismos, en realidad hay una considerable diferencia entre los polvos y los líquidos producidos por diferentes fabricantes, por lo que los productos nunca deben ser intercambiados.⁽¹⁶⁾

El tamaño de las partículas de polvo varía entre fabricantes y tipos de cementos. Por lo general, cementos estéticos con fraguados bajos tienen partículas que alcanzan tamaños de hasta 50 μ , mientras que los cementos selladores y protectores, de fraguado más rápido, penetran una distribución de partículas más finas. Las partículas de tamaño menor a 50 μ aceleran la



Figura 7: Presentación polvo/líquido fotocurado, sus contenedores son oscuros (necesita luz para fraguar).⁽¹³⁾



Figura 9: Presentación en cápsulas, se requiere de una pistola dispensadora.⁽¹⁵⁾



reacción química y también aumentan la posibilidad de lograr un espesor de película más fino. ⁽¹⁶⁾

En la fórmula original del líquido, el peso molecular mayor y la concentración de ácido aumentan la resistencia y acelera el fraguado. Sin embargo, la viscosidad del líquido también aumenta a medida que el peso molecular sube y la manipulación clínica se hace más difícil. Por otra parte la viscosidad del ácido tiende a aumentar durante el almacenamiento, lo que hace la dosificación y la mezcla todavía más difíciles. ⁽¹⁶⁾

En consecuencia, se desarrollaron los copolímeros del ácido acrílico con otros ácidos carboxílicos no saturados, como el ácido itacónico y maleico, que desarrollaron ser más fiables, manipulables y almacenables. Sin embargo, mientras el poliácido esté presente en una solución persistirá el problema del aumento de la viscosidad con un incremento del peso molecular o concentración. ⁽¹⁶⁾

Como sucede con todos los materiales restauradores dentales, la proporción polvo/líquido es un factor importante en las propiedades físicas finales. En cierto grado, cuanto mayor es la cantidad de polvo, más altas son las propiedades finales, pero cuando el líquido es insuficiente para humedecer las partículas de polvo, se alcanza un punto donde la translucidez declinará por la presencia de partículas sin reaccionar. ^(16,17)

Con los cementos para selladores se necesitan proporciones de polvo más bajas para conseguir espesores de película óptimos. ⁽¹⁶⁾

La mezcla manual de estos cementos es posible, pero si no se extreman los cuidados en la medición del contenido de polvo durante su preparación, se obtendrán grandes variaciones en la relación polvo/líquido. ⁽¹⁶⁾

Cuando la mezcla se efectúa mecánicamente, debe procurarse emplear el tiempo correcto, en función de la máquina que se disponga. ^(16,17)

La estimación del tiempo de trabajo efectivo puede hacerse determinando la “pérdida de brillo o glaseado” del material recién mezclado, aunque lo más recomendable es seguir las instrucciones y tiempos de trabajo que nos proporciona cada fabricante. (Figura 10). ^(16,17)

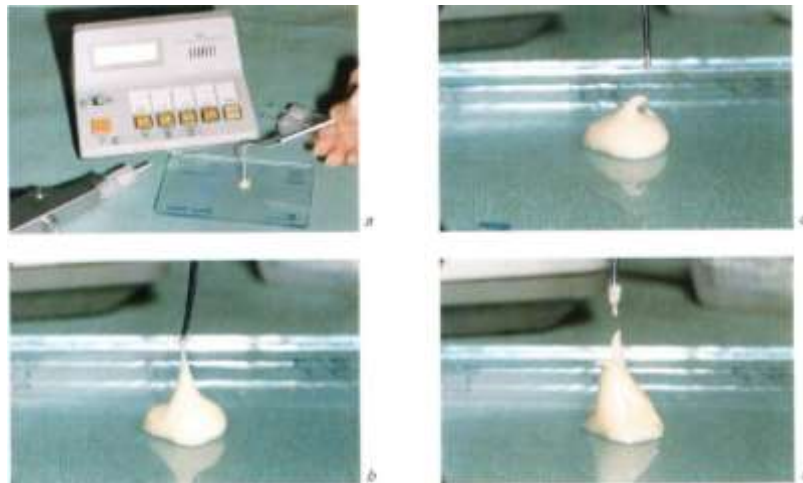


Figura 10: Determinación de la “pérdida de brillo”. ⁽¹⁶⁾

La cuidadosa observación de la muestra mezclada revelará cuándo desaparece el brillo, y la colocación del cemento después de ese punto corre el riesgo de fracasar. De acuerdo a algunos instructivos consultados de polialquenoatos de vidrio, el tiempo de mezcla es de 25 a 30 seg., el tiempo de trabajo es de 2 a 3 min. y el fraguado está entre 3 y 5 min. Desde el inicio de la mezcla, los tiempos dependen de cada material y fabricante. ⁽¹⁷⁾



1.4 ESTRUCTURA QUÍMICA.

- Componentes de los polialquenoatos de vidrio.
- Vidrio.

El vidrio siempre se ha presentado en forma de polvo y es capaz de liberar gran cantidad de iones (Ca^{2+} , Al^{3+} , Sr^{2+} , La^{2+} o Zn^{2+}).⁽¹⁸⁾

La granulometría o medida de los granos que lo forman, de este polvo, sus diferentes opacidades y combinaciones de color son trascendentales al momento de querer conseguir diferentes grosores de película, tonos de color o translucidez.⁽¹⁸⁾

Algunos de los componentes de este vidrio merecen una consideración especial, como lo es la presencia del flúor, éste demostró desde el principio que facilita el manejo del material, al retardar la gelación, para explicarlo gráficamente, el flúor reacciona más rápido que los iones más pesados. Si estos otros iones reaccionaran rápido, la gelación sería rapidísima y el material se convertiría en una pasta inmanejable.⁽¹⁸⁾

- Poliácidos.

El poliácido, en forma de líquido, cuando se formuló inicialmente estaba compuesto por ácido poliacrílico en una solución acuosa. Pero, dependiendo del fabricante, puede intercambiarse o combinarse con otros ácidos como tartárico, itacónico, maleico o fosfónico. De manera más genérica se puede denominar este ácido como policarboxílico, debido a que su cadena contiene una gran cantidad de radicales carboxílicos $-\text{COOH}$. (Figura 11)⁽¹⁸⁾

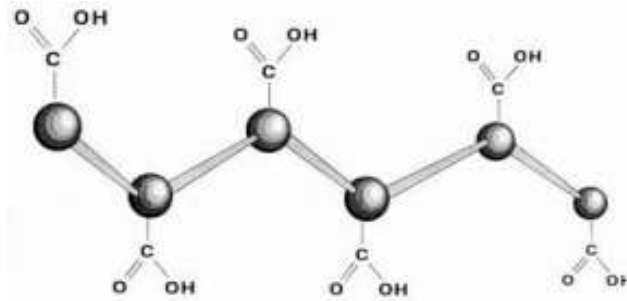


Figura 11: Esquema del ácido policarboxílico. ⁽¹⁸⁾

Dependiendo del fabricante la presentación puede ser anhidra que consiste en que el poliácido (previamente deshidratado) está incorporado al polvo y se activa mediante la adición de agua como por ejemplo: AquaCem® de Dentsply. (Figura 12) ^(18,19)



Figura 12: AquaCem® de Dentsply. ⁽¹⁹⁾

- Agua.

Es un componente esencial de la fórmula. Su misión es proporcionar el medio en que se realizan los intercambios iónicos. Su balance adecuado es fundamental, debido a que su falta o exceso producen alteraciones estructurales del material, con tendencia a quebrantarse al desecarse. ⁽¹⁸⁾



- Estructura química de los polialquenoatos de vidrio.

Los polialquenoatos de vidrio consisten en un vidrio de aluminio y sílice con un alto contenido en fluoruro que interactiva con ácido polialquenoico. La preparación del polvo se realiza fundiendo una mezcla de sílice y alúmina con un fundente basado en fluoruros que normalmente es fluorita y criolita. Esta fusión se hace a temperatura elevada entre 1.200°C a 1.300°C para luego ser enfriados en agua. Posteriormente se pulveriza y se tamiza el material, convirtiéndose en un polvo de grano fino de 20 micrómetros para los cementantes, mayor para los restauradores. ^(9,20)

Químicamente son poliácridatos complejos o polialquenoatos de vidrio (polímeros iónicos), que resultan de una solución acuosa que contiene homopolímeros o copolímeros del ácido acrílico, o de un ácido polialquenoico, sobre un silicato doble de aluminio y de calcio. Por lo que combinan las propiedades de los silicatos (fuerza, dureza, desprendimiento de flúor), con las propiedades del ácido poli acrílico (adhesión y biocompatibilidad). ⁽²⁰⁾

- Composición del polvo de los polialquenoatos de vidrio: el vidrio se compone de cuarzo fundido, alúmina, criolita, fluorita, trifluoruro y fosfato de aluminio. ⁽⁹⁾

La formulación en peso del polvo se conforma de la siguiente manera (Tabla2): (9,18)

Fluoruro de calcio	15,7 – 20,1 mg	34%
Dióxido de silicio	35,2 – 41,9 mg	29%
Óxido de aluminio	20,1 – 28,6 mg	17%
Fosfato de aluminio	3,8 – 12,1 mg	10%
Fluoruro de aluminio	1,6 – 8,9 mg	5%
Fluoruro de sodio	4,1 – 9,3 mg	5%

Tabla 2: Formulación en mg del polvo del polialquenoato de vidrio. (9,20)

El líquido es una solución acuosa de un homopolímero de ácido acrílico. Algunos fabricantes pueden añadir ácido itacónico y/o ácido tartárico (que sirve como regulador del tiempo de fraguado). (20)

A continuación (Figura 13) se ilustra la estructura del ácido poliacrílico y el copolímero acrílico - itacónico: (9)

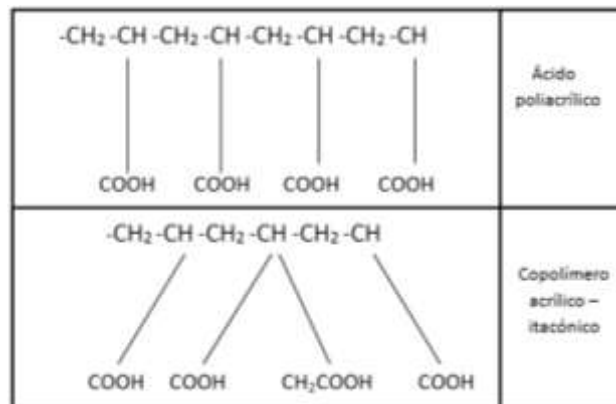


Figura 13: Estructura química del ácido poliacrílico y el copolímero acrílico – itacónico. (9)



Los porcentajes de los elementos del polvo y del líquido varían, no solo de acuerdo al fabricante, sino de su indicación clínica. ⁽²¹⁾

Wilson menciona cómo es que el alto contenido de alúmina (Al_2O_3) en el vidrio proporciona la posibilidad de liberación iónica al contacto con el ácido.^(9,21)

La reacción de vidrio de fluoro-alumino-silicato con ácidos polialquenoicos produce el desplazamiento de iones positivos de $Ca+Al+$ (cationes eléctricamente positivos), y de igual forma el desplazamiento del fluoruro por otra parte con carga negativa (anión). ⁽²¹⁾

Los iones solubles de Ca y Al reaccionarán con los grupos carboxilo (negativos) del ácido para así formar *polisales* o *policarboxilatos* insolubles de Ca y Al. Estas polisales servirán de matriz a partículas de vidrio no reactivas. De estas polisales de calcio, se forma primero como gel de consistencia firme y con posibilidad de tallarlo, en seguida, la formación de policarboxilato de aluminio confiere la consistencia firme y dura como la roca (Wilson). ⁽²¹⁾

Esta reacción descrita se encuadra químicamente como una reacción *ácido-básica* con liberación de un subproducto: iones de fluoruro responsables del efecto anticariogénico característicos de estos cementos. ⁽²¹⁾

Dentro de la reacción química en la mezcla del polvo con el líquido se han podido detectar tres fases consecutivas de reacción: ⁽¹⁶⁾

- **Fase 1:** el poliácido ataca en vidrio de fluoro-alumino-silicato (FAS), liberando iones y así disuelve la parte más superficial de este vidrio. Se liberan así cationes metálicos de Al y Ca con cargas positivas. Estos cationes reaccionan fugazmente con iones F1 para formar fluoruros de calcio y aluminio y luego reaccionan con los copolímeros acrílicos para formar compuestos estables.



Esta fase ocurre durante la preparación de la mezcla, cuando aparece brillante superficialmente posee el máximo de reactividad adhesiva, cuando la mezcla pierde ese brillo, quedarán pocos grupos carboxilos disponibles para la unión.

- **Fase 2:** gelación inicial por formación de la matriz de poliácido. En esta fase debe tenerse especial cuidado de no permitir contaminación con humedad que ocasionaría la desintegración del gel. El cemento tiene una apariencia rígida y opaca en esta fase.
- **Fase 3:** formación del gel o de polisales como matriz que envuelve el vidrio que no ha reaccionado. La apariencia cambia de opaca a translúcida.

La reacción de fraguado de los cementos de polialquenoato de vidrio (CIV) puede describirse como un enlace iónico transversal entre las cadenas poliácidas, dando una fuerte unión poliácido/matriz salina. ⁽¹⁶⁾

El enlace transversal inicial afecta a los iones de calcio más asequibles, produciendo un rápido endurecimiento que permite la remoción de la matriz, aunque, estos enlaces bivalentes no son estables y son fácilmente solubles en agua. Dentro de la dura masa de cemento continúa la reacción de fraguado con más enlaces transversales por los iones aluminio trivalentes, que son menos solubles en agua. ^(16,21)

Esta segunda fase produce un aumento en las propiedades físicas junto con una reducción en la solubilidad, produciendo un material duro, estable y quebradizo con una matriz poliácido/sal muy unida. Es posible aumentar la velocidad de esta reacción con una drástica reducción del tiempo requerido para el desarrollo de las cadenas de poliacrilato cálcico y, por lo tanto, una



temprana resistencia a la absorción de agua y reducida solubilidad. El rápido fraguado sólo puede lograrse a expensas del color y la translucidez. ⁽²¹⁾

Muchos factores químicos y físicos afectan la característica de fraguado de los materiales de ionómero de vidrio. Aunque estamos tratando con una reacción ácido-base, esta es muy compleja debido a los diferentes mecanismos de reacción descritos anteriormente. Esto se aplica tanto a la liberación y precipitación de los iones de calcio y de aluminio como a la gelificación causada por los iones de flúor y tartratos (sales del ácido tartárico). Mientras que algunos factores, tales como la temperatura, el tamaño de las partículas de la relación polvo/líquido aceleran o disminuyen la velocidad de las reacciones, ciertas influencias químicas tienen un mayor efecto y juegan un papel predominante en la modificación de las mismas reacciones. Los factores químicos más importantes que influyen son el flúor y el ácido tartárico. ⁽¹⁷⁾

1.5. CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS DE POLIALQUENOATO DE VIDRIO.

El gran problema para el clínico general e incluso para el especialista es cómo saber qué tipo de polialquenoato de vidrio usar en cada situación clínica.

Según el artículo “Avances en Cementos de Ionómero de Vidrio (GIC): Una Revisión.” Publicado en el 2016 por el Dr. RothitDhoot et. al. Se tiene una gran variedad de ionómeros de vidrio como: ⁽²²⁾

- **Ionómero de vidrio autopolimerizable** para fines de cementación de coronas, mantenedores de espacio, bandas y soporte de acero inoxidable, usado principalmente en odontología pediátrica.

- **Ionómero de vidrio de baja viscosidad/fluido** usado como: revestimiento, sellador endodóntico, sellador de áreas cervicales hipersensibles. Algunos ejemplos son: revestimiento Fuji LC® (Figura14) y Ketac-Endo® como sellador endodóntico (Figura 15).



Figura 14: Fuji LC® en sus diferentes presentaciones. (23)



Figura 15: Ketac-Endo® en su presentación de cápsulas. (24)

- **Ionómero de vidrio reforzado con fibra.**
- **Giomer** que es un híbrido de ionómero de vidrio con composite, por ejemplo: Beautifil® (Figura 16) y Reactmer® (Figura 17).



Figura 16: Beautifil II. (25)



Figura 17: Reactmer. (26)

- **Amalgómeros** que son restauradores a base de ionómero de vidrio pero con la fuerza de la amalgama, proporcionan liberación de fluoruro, tienen adhesión natural a la estructura del diente, tienen buena compatibilidad y baja contracción. En estos materiales se encontraron características excepcionales de desgaste. Un ejemplo es Amalgomer CR® (Figura 18).



Figura 18: Amalgomer CR®. (27)

- **Hainomers** son materiales bioactivos, los más nuevos hasta el 2016 desarrollados mediante la incorporación de hidroxapatita (es un mineral y material biocompatible con aplicación biomédica en Odontología, es el principal componente de los huesos y dientes lo que les proporciona dureza) dentro del polvo de ionómero de vidrio. Se utiliza principalmente como cemento óseo en cirugía maxilofacial. Un ejemplo es: Micron Bioactive® (Figura 19).



Figura 19: Micron Bioactive® (28)

- **Ionómero de vidrio que contiene prolina**, es un ionómero que contiene aminoácidos y tiene mejores propiedades de dureza superficial que el Fuji IX. Es de fraguado rápido, tiene gran absorción de agua pero no afecta la liberación de fluoruro, este cemento parece prometedor como cemento óseo además de su uso para restauración dental.
- **Ionómero de vidrio que contiene circonio**, ésta mezcla es un sustituto potencial del Miracle Mix, la resistencia a la tracción es significativamente mayor que la del Miracle Mix debido a una mejor unión entre las partículas y la matriz. Un ejemplo es Zirconomer® (Figura 20).



Figura 20: Zirconomer®. (29)

1.5.1 CLASIFICACIÓN BASADA EN SU INDICACIÓN CLÍNICA.

Clasificación basada en indicaciones clínicas: (30)

- Los polialquenoatos de vidrio de Tipo I son cementos de cementación, caracterizados por un espesor de película bajo y un fraguado rápido. Los polialquenoatos de vidrio Tipo I están indicados para la cementación de incrustaciones, coronas, dentaduras postizas parciales fijas, aparatos de ortodoncia y empastes endodónticos. Son materiales fluidos, también identificados como tipo I, CEM, C o cementación.



- Los polialquenoatos de vidrio tipo II son ionómeros indicados para restauraciones, presentando partículas más grandes que las del tipo I, también identificadas como R o FIL, con subtipos 1 y 2.
- Los polialquenoatos de vidrio Tipo II – 1 son cementos estéticos (disponibles en presentaciones convencionales y modificadas con resina) y los GIC Tipo II – 2 están “reforzados” (sin embargo, a pesar de su descripción, no son necesariamente más fuertes que los productos tipo II – 1). Sin embargo, son más resistentes al desgaste.
- Los polialquenoatos de vidrio de Tipo III son cementos de revestimiento y selladores de fisuras, que se caracterizan por su baja viscosidad y fraguado rápido, también conocido como adhesivo y revestimiento o F.

1.5.2 CLASIFICACIÓN BASADA EN LA COMPOSICIÓN.

Clasificación basada en la composición del polialquenoato de vidrio: ⁽³⁰⁾

- Polialquenoatos de vidrio convencionales:

Los polialquenoatos de vidrio se derivan de ácidos orgánicos y un componente de vidrio, y se conocen como cementos de reacción ácido-base. En los cementos anhidros, el componente ácido líquido se liofilizó (deshidrató) y se incorporó al polvo. Se mezcla con agua destilada o en una solución acuosa de ácido tartárico, lo que acelera la reacción de fraguado. También está disponible en forma de polvo y líquido. Los componentes de vidrio y el fluoruro están dentro del polvo y los componentes ácidos dentro del líquido.



- Cementos de polialquenoato de vidrio modificados con resina:

Se introdujeron como un intento de superar los problemas como la sensibilidad a la humedad y las bajas propiedades físicas asociadas con el ionómero de vidrio convencional. Los cementos modificados con resina mejoraron las propiedades físicas al tiempo que mantuvieron las ventajas clínicas de los ionómeros de vidrio tradicionales, como la adhesión y la liberación de flúor, y ofrecieron cierta protección contra la caries. Estos materiales generalmente fraguan mediante una reacción ácido-base dominante y una fotopolimerización auxiliar. Algunas de sus ventajas son el control del tiempo de trabajo, la facilidad de manejo, el tiempo de fraguado rápido, menos sensibles a la sinéresis y la imbibición. Debido a la adhesión micromecánica a la hidroxiapatita, estos cementos mostraron una unión estable a la dentina y al esmalte.

- Resina compuesta modificada con poliácido (compómero):

El término "compómero" es un acrónimo derivado de "compuesto" y "ionómero de vidrio", es un material de restauración que combina componentes y propiedades de ambos materiales. Estos materiales tienen un valor estético superior junto con las capacidades de liberación de fluoruro del polialquenoato de vidrio. Los compómeros son de hecho restauradores de resina compuesta fotopolimerizados, modificados para contener partículas de vidrio lixiviables por iones y ácido polialquenoico anhidro (liofilizado). Los compómeros tienen tasas relativamente más bajas de liberación de fluoruro debido a la presencia de los agentes de unión de resina requeridos para adhesión del compómero al diente. Las propiedades mecánicas de los compómeros son inferiores a las de las resinas compuestas convencionales, lo que limita su uso para la restauración de lesiones cervicales no cariosas.



- Polialquenoatos de vidrio reforzados con metal:

Se han investigado la influencia de la adición de una variedad de polvos metálicos a los polialquenoatos de vidrio, como aleaciones de plata, oro, paladio y óxido de titanio. La adición de un polvo de aleación de amalgama esférica (Lumi Alloy; GC Corporation) a Fuji II (GC Corporation) y posteriormente se comercializó una variante como "Miracle Mix" en 1983 por GC Corporation. El líquido es similar al de los polialquenoatos de vidrio convencionales, mientras que el polvo consiste en una mezcla de polvo convencional con partículas de aleación de amalgama o partículas de plata sinterizadas con el vidrio. La sinterización de un metal precioso con el componente de vidrio se utilizó como un enfoque alternativo al refuerzo metálico de ionómero de vidrio y fue comercializado por ESPE GmbH como cementos de vidrio-cermet bajo los nombres comerciales de Chelon Silver, que se mezcló a mano y Ketac Silver, que fue encapsulado. Los polvos de cermet se prepararon mezclando volúmenes iguales de polvo de plata (tamaño medio de partícula 3,5 mm) y un polvo de vidrio. Los polvos mezclados se comprimieron a 350 MPa para formar gránulos de polvo de metal y vidrio que se sinterizaron a 800°C y se molieron hasta obtener un polvo fino. En un intento por mejorar la estética, se agregó un 5% en peso de dióxido de titanio y los polvos combinados se mezclaron con una solución al 46% de ácidos acrílico, maleico y tartárico en proporciones de mezcla polvo: líquido de 4: 1 (Chelon Silver) y 4.5 : 1 (Ketac Silver) . Los materiales de cermet no eran del color de los dientes debido a la plata en el componente en polvo que causó la decoloración de los dientes restaurados con cermet. La mala estética de los cermets limitó su rango de aplicaciones clínicas a la odontopediatría. El tipo Cermet GIC se ha empleado en el sellado invasivo de dientes posteriores y en algunos casos de reconstrucción de coronas.



- Polialquenoatos de vidrio de alta viscosidad:

Los polialquenoatos de vidrio de alta viscosidad o condensables, con mejores propiedades mecánicas que los polialquenoatos de vidrio tradicionales, fueron desarrollados para el tratamiento de restauración atraumático (ART). Tienen una alta relación polvo-líquido y una rápida reacción de fraguado. Sus características incluyen la adhesión y el intercambio iónico común a todos los polialquenoatos de vidrio, así como tiempos de fraguado rápidos y altos niveles de resistencia a la tracción y a la compresión, dureza superficial y liberación de flúor. Estos atributos hacen que estos materiales sean una excelente opción para bases, restauraciones temporales de emergencia, restauraciones provisionales a largo plazo y restauraciones definitivas en áreas que no soportan estrés, particularmente en pacientes con alto riesgo de caries.

- Polialquenoatos de vidrio reforzado con circonio:

Recientemente, se introdujo polialquenoato de vidrio reforzado con zirconia (ZIRCONOMER, Shofu Inc., Japón), un material novedoso que podría superar los inconvenientes de los materiales de restauración del color de los dientes utilizados anteriormente. Contiene óxido de circonio, polvo de vidrio, ácido tartárico (1–10%), ácido poliacrílico (20–50%) y agua desionizada como líquido. El óxido de circonio, el principal componente en polvo de ZIRCONOMER es el resultado de Baddelyite (ZrO_2) que contiene altos niveles de circonio que van del 96,5 al 98,5%. El componente de vidrio de ZIRCONOMER se somete a una micronización controlada para adquirir un tamaño de partícula y unas características óptimas. El tamaño de grano influye en una característica exclusiva de la zirconia denominada endurecimiento por transformación, que le confiere mayor resistencia,



tenacidad, alta dureza y resistencia a la corrosión. Por lo tanto, cuando se incorpora de manera homogénea en el componente de vidrio, refuerza aún más el material para una durabilidad duradera y una alta tolerancia a la carga oclusal. Por lo tanto, este biomaterial promete mostrar una resistencia excepcional, durabilidad y protección sostenida de fluoruro, combinando y conservando los beneficios de ambos restauradores de uso popular como la amalgama y el ionómero de vidrio convencional.

1.5.3 CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LAS NORMAS.

Tenemos otra clasificación según la Asociación Dental Americana (ADA):^(31,32)

Anteriormente de acuerdo a la ADA en la especificación No.66, el cemento de Ionómero de vidrio se clasificaba en: ⁽³¹⁾

- Tipo I: Agente cementante.
- Tipo II: Material restaurativo.

Actualmente, la Norma No. 66 está en desuso y ahora es la especificación No.96 de la ADA la que regula todos los cementos de base acuosa, y dentro de ellos clasifica al Ionómero de vidrio de acuerdo a su uso en: ⁽³²⁾

- Agente Cementante.
- Base y Forros Cavitaros.
- Material Restaurativo.



1.6. PROPIEDADES DE LOS CEMENTOS DE POLIALQUENOATO DE VIDRIO.

Los polialquenoatos de vidrio poseen diferentes propiedades: ⁽²⁰⁾

- Buena compatibilidad o biocompatibilidad.
- Adhesión química al diente.
- Propiedades físico-mecánicas excelentes, similares a la dentina (dentina artificial). Coeficiente de expansión térmica parecido a la dentina: esta característica es una de las más importantes de los cementos de ionómero de vidrio. Al tener un comportamiento muy parecido a la dentina, en cuanto a módulo de elasticidad y coeficiente de expansión térmica, se pueden emplear como sustitutos de ella.
- Capacidad de liberar flúor (propiedad anti caries): los cementos de ionómero de vidrio tienen capacidad de intercambio iónico en la interfase del diente y producen la liberación de fluoruro.
- Acción bacteriostática, al disminuir la concentración de *Streptococcus Mutans* en los márgenes de la obturación.
- Ausencia de contracción de polimerización.
- Excelente adaptación a la cavidad.
- Adherencia a esmalte y dentina. La capacidad de unión al sustrato (esmalte o dentina) depende de la disponibilidad de cationes; por lo tanto, la unión a esmalte no plantea dificultades, ya que éste dispone de gran cantidad de iones calcio que promueven la unión.

La adhesión a la dentina está más comprometida por la menor disponibilidad de iones calcio. Sin embargo, esta unión se produce también gracias a la disponibilidad de iones $-NH_2$ y $-COOH$ existentes en ella, así como a la presencia de cationes procedentes del vidrio por su solubilización con el ácido poliacrílico. ⁽²⁰⁾

Las uniones al esmalte logradas con los cementos de polialquenoato de vidrio alcanzan valores de unión de 40 Kg/cm² (o 3.8 MPa), mientras que a la dentina sólo llegan valores de 30 Kg/cm² (o 2.4 MPa). La adhesión es comparable a la de ciertos adhesivos dentinarios (3-6 MPa).⁽²⁰⁾

Se puede conseguir doblar los valores de adhesión si previamente se preparan las superficies del esmalte y la dentina mediante una limpieza con una solución de propio ácido poli acrílico a concentraciones que van desde el 25 al 40%.⁽²⁰⁾

- Poca solubilidad a los fluidos orales después de fraguado.
- Como agente cementante da espesor de partícula adecuado.
- Resistencia a la compresión: al cabo de 24 horas, la resistencia a la compresión no debe ser inferior a 65 MPa para los cementos tipo I, y de 125 MPa para los cementos tipo II.

- La incorporación de partículas de metal a la estructura de los cementos de ionómero de vidrio ha mejorado varias propiedades mecánicas: se ha reforzado el ionómero añadiéndole polvo de metales nobles como la plata (Miracle Mix®) (Figura 21). Otro



Figura 21: Miracle Mix®.⁽³³⁾

producto (Ketac Silver®) introduce el metal gracias a la fusión de partículas de plata, de 3.5 micras de tamaño y en un 40% de peso,



con el polvo de vidrio del ionómero y posterior pulverizado de la unión, lo que se ha llamado Cermet (CERAMIC-METAL).⁽²⁰⁾

En la siguiente tabla (Tabla 3) se enlistan algunas propiedades de cementos para obturación:⁽¹²⁾

	Silicat o	Ionómero de Vidrio Tipo III	Ionómero de Vidrio modificado con metal (Cermet)
Resistencia a la compresión (24 hrs) (MPa)	180	150	150
Resistencia diametral a la tracción (24 hrs) (MPa)	500	960	970
Dureza	70	48	39
Respuesta pulpar	Grave	Media	Media
Anticariogénico	Si	Si	Si
Solubilidad	0.7	0.4	-

Tabla 3: Comparación de diferentes propiedades de cementos para obturación como son: silicato, ionómero de vidrio tipo II y ionómero de vidrio modificado con metal (Cermet). La resistencia a la compresión y dureza son menores en los ionómeros que las del cemento de silicato; la solubilidad en agua a las 24 horas es similar. Sin embargo, cuando el cemento de ionómero de vidrio se somete a prueba in vitro, tiende a ser más resistente al ataque de los ácidos.⁽¹²⁾

1.6.1 ADHESIÓN AL ESMALTE Y DENTINA.

Wilson describió una capa de intercambio iónico, que es visible con el microscopio electrónico de barrido (MEB), y representa la unión química entre ambos. (Figura 22 y 23).⁽¹⁶⁾



Figura22: MEB que muestra la capa de intercambio iónico que quedaba en la dentina después de la pérdida total de cemento. Aumento original, X900. ⁽¹⁶⁾



Figura 23: muestra la capa de intercambio iónico entre el cemento de ionómero de vidrio y la dentina. La capa está firmemente adherida a la dentina y la separación se ha producido en el cemento debido a la deshidratación durante la preparación de la muestra para el MEB. Aumento original, X500. ⁽¹⁶⁾

El fallo en la unión normalmente ocurre dentro del cemento más que en la interfase entre el cemento y el diente. Sin embargo esto presupone que la interfase está libre de detritos, tales como saliva, película, placa, sangre y otros contaminantes. Por lo que se ha sugerido que el ácido poliacrílico puede preactivar los iones calcio de la dentina y hacerlos más asequibles para el intercambio iónico con el cemento (Wilson y McLean, 1988). ⁽¹⁶⁾

Si se confía en la unión química para retener la restauración en una cavidad por erosión de clase V por ejemplo, se recomienda que primero se limpie la



superficie del diente con una lechada de piedra pómez y agua. La superficie debe acondicionarse después de este con ácido poliacrílico al 10% durante 15 segundos para activar los iones calcio en la dentina. ⁽¹⁶⁾

Por otra parte, si la adhesión química no es necesaria, como sucede al utilizarlo como protector bajo amalgama u oro, no se precisa el acondicionamiento de la dentina. Aunque debe tenerse presente que una alternativa para eliminar el barrillo dentinario es aplicar solución mineralizadora, tal como la solución ITS de Causton (Tabla 4) o ácido tánico al 25%, que tenderá a unir la capa de barrillo dentinario a la dentina y esmalte subyacente y sellar los túbulos dentinarios. ^(12,16)

Componente	g/l
CaCl₂ (cloruro de calcio)	0.20
KCl (cloruro de potasio)	0.20
MgCl₂ · 6H₂O (cloruro de magnesio hexahidratado)	0.05
NaCl (cloruro de sodio)	8.00
NaHCO₃ (bicarbonato de sodio)	1.00
NaH₂PO₄ · H₂O (bifostatos sódico monohidratado)	0.05
Glucosa	1.00

Tabla 4: Componentes para la solución mineralizadora, recomendada para adherir la capa de barrillo dentinario a la dentina y sellar los túbulos dentinarios. Esta solución puede prepararla un farmacéutico y es químicamente estable durante al menos 18 meses. ⁽¹⁶⁾

- **MECANISMO DE UNIÓN ADHESIVA.**

El mecanismo adhesivo de los ionómeros de vidrio a la estructura del diente es un enlace iónico dentro de la estructura del diente. Básicamente, se produce un enlace iónico entre los iones carboxilo (COO⁻) del ácido del cemento y los iones calcio (Ca ⁺⁺) del esmalte y la dentina. ⁽²³⁾



Se puede considerar que la adhesión de los ionómeros de vidrio al diente es el resultado de dos mecanismos interrelacionados, como el enclavamiento micromecánico y la unión química verdadera. El enclavamiento micromecánico se produce mediante la formación de marcas de cemento cortas dentro de la superficie de la dentina y también una capa híbrida delgada entre las fibrillas de colágeno recubiertas de hidroxiapatita en la superficie del diente y la superficie del ionómero de vidrio recién colocado. La fuerza de unión ligeramente mayor del ionómero de vidrio modificado con resina se debe a la presencia de HEMA que mejora el enclavamiento micromecánico. El verdadero enlace químico implica la formación de enlaces iónicos entre los grupos funcionales carboxilato en las moléculas de ácido polialquenoico y los iones de calcio en la superficie de la hidroxiapatita. ⁽²³⁾

1.6.2 LIBERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE FLUORURO.

Mientras no se desarrolle un material de restauración que en realidad elimine la microfiltración, la capacidad de un material para inhibir la caries secundaria se mantendrá como una consideración importante. Por la gran historia documentada de los fluoruros para inhibir la caries, este mecanismo se ha estudiado y utilizado en general. ⁽¹²⁾

Durante el desarrollo de los materiales de polialquenoato de vidrio, Wilson y Kent observaron que el vidrio sin flúor daba como resultado pastas inútiles que eran difíciles de trabajar. ⁽¹⁶⁾

Crisp y Wilson, y más tarde Barry y cols., demostraron claramente que las características de trabajo se correlacionan con la cantidad del flúor liberado por el vidrio. ⁽¹⁶⁾

El efecto del flúor es atribuido a su capacidad de formar complejos con los metales. Esto retrasa la unión de los cationes (Ca^{2+} , Al^{3+}) a los sitios



cargados negativamente de la cadena de polielectrolitos mediante la cual la gelificación es retrasada. Este mecanismo proporciona al dentista un tiempo suficiente de trabajo. ⁽¹⁶⁾

Al hacer aplicaciones externas de fluoruro en fechas posteriores, si el gradiente de fluoruro está en la dirección correcta, hay un intercambio de iones volviendo al cemento. De esta forma, el fluoruro tópico y el uso de un dentífrico fluorado pueden producir un magnífico efecto. Ante la continua presencia de fluoruro liberado, la placa tiende a acumularse menos en la superficie de la restauración, y puesto que no hay microfiltración en el margen, la tolerancia del tejido y la estabilidad del color son muy buenas. ⁽¹⁷⁾

El flúor es eficaz contra la caries y actúa inhibiendo el metabolismo de las bacterias cariogénicas y mejorando la resistencia del esmalte y la dentina ayudando en la desmineralización del esmalte y la dentina. El mecanismo de liberación de fluoruro de las partículas de vidrio al mezclarse con el ácido polialquenoico es complejo y no se comprende completamente. La liberación sostenida de fluoruro a largo plazo, especialmente en los espacios marginales entre el material de relleno y ayuda a prevenir la caries secundaria de los tejidos dentales. Los ionómeros de vidrio convencionales liberan hasta 10 ppm y una liberación constante a largo plazo de 1 a 3 ppm hasta 8 años. Esta capacidad para liberar y almacenar fluoruro, hace que el ionómero de vidrio sea una excelente opción de material de restauración en el tratamiento de pacientes con alto riesgo de caries. La liberación de flúor ocurre principalmente en las primeras 24-48 horas, pero disminuye y se estabiliza con el tiempo, aunque puede ocurrir a lo largo de la vida de la restauración clínica, con la posible reintroducción de iones flúor. ⁽²³⁾



1.6.3 BIOCOMPATIBILIDAD.

La respuesta pulpar de los ionómeros de vidrio es mejor que la de otros materiales restauradores como el óxido de zinc y los cementos de poliacrilato de zinc. La mejor biocompatibilidad se debe a la naturaleza débil del ácido poliacrílico con macromoléculas de alto peso molecular que tienden a unirse al calcio del diente. El cemento de ionómero de vidrio también tiene una mejor respuesta a los tejidos periodontales y es capaz de reducir la biopelícula subgingival en comparación con las restauraciones de resina compuesta, sin irritar los tejidos si se siguen los principios biológicos. El pH bajo inicial es responsable de la sensibilidad después de la cementación de la corona y aumenta a medida que fragua el cemento. Sin embargo, los estudios revelaron que la dentina amortigua los iones de hidrógeno liberados por el ionómeros de vidrio. ⁽²³⁾

1.6.4 PROPIEDADES FÍSICAS.

Teóricamente, la resistencia a la flexión puede mejorarse con la inclusión de una fase dispersa y esto se ha intentado, pero no ha sido probado clínicamente. Se han añadido partículas de aleación de amalgama, pero como no hay unión entre el metal y el cemento, las propiedades físicas permanecen inalteradas. La inclusión de partículas puras de plata muy finamente espolvoreadas, que se añade a la superficie del polvo de vidrio, ha demostrado producir una notable mejoría en la resistencia a la resistencia a la abrasión. Sin embargo, otras propiedades físicas sólo se han mejorado moderadamente y, en realidad, la adhesión a la dentina y el esmalte puede reducirse ligeramente. ⁽¹⁶⁾

1.6.4.1 RESISTENCIA A FRACTURA.

Actualmente, la resistencia física del material es suficiente para soportar fuerzas oclusales moderadas, siempre que esté bien rodeado por estructura dental circundante. No está recomendado para reconstruir cúspides o crestas marginales a cualquier nivel, particularmente en el paciente predispuesto a tensiones oclusales fuertes. La versión restauradora reforzada es útil para reconstruir un muñón porque es posible proceder inmediatamente a la preparación final del diente, sin embargo, el cemento requiere un considerable apoyo de estructura dental remanente. ⁽¹⁶⁾

1.6.4.2 RESISTENCIA A LA ABRASIÓN.

Un cemento de polialquenoato de vidrio bien colocado puede soportar abrasiones intensas mejor que la estructura dental remanente, siempre que la proporción polvo/líquido sea lo bastante alta. ⁽¹⁶⁾

1.6.4.3 RADIOPACIDAD.

Es posible obtener radiopacidad de los cementos, solamente a expensas de la estética. Cuando se coloque un material que sólo pueda controlarse su evolución radiográficamente, entonces, es esencial que sea radiopaco. Por otro lado, si se puede controlar visualmente y se desea un buen resultado estético, entonces no es necesario incorporar la radiopacidad. (Figura 24). ⁽¹⁶⁾



Figura 24:
Restauraciones en túnel en el primer y segundo molar superior derecho, que muestran que la radiopacidad es muy similar a la de la amalgama. ⁽¹⁶⁾

1.6.5 APLICACIONES CLÍNICAS.

Los cementos de ionómero de vidrio son los materiales de restauración directa más versátiles, con muchas indicaciones clínicas potenciales, especialmente en el contexto de la odontología mínimamente invasiva debido a sus propiedades químicas, mecánicas y biológicas. Los ionómeros de vidrio utilizados en odontología restauradora se pueden clasificar en 3 grupos según sus aplicaciones: restauradores, revestimientos, agentes cementantes. ⁽²³⁾

Las aplicaciones clínicas son:

- Restauraciones de clase 5, según la clasificación de Black. (Figura 25)



Figura 25: Esquema de cavidades clase 5, de acuerdo a la clasificación de Black. ⁽³⁵⁾

- Control de caries como restauraciones provisionales.

- Sustituto de dentina como material base. (Figura 26)

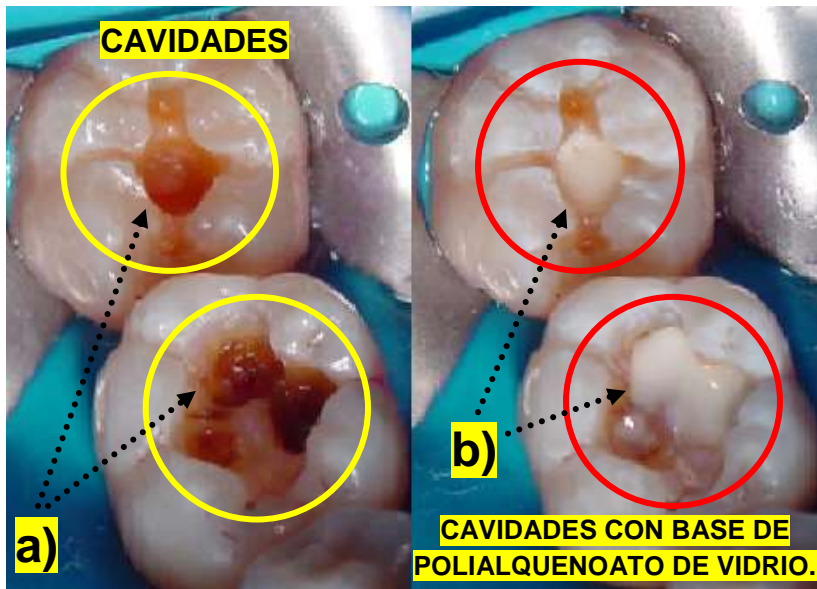


Figura 26: Polialquenoato de vidrio como material de base cavitaria. ⁽³⁶⁾

- a)** Dentro de los círculos amarillos, se muestra una cavidad clase 1 molar, libre de caries.
- b)** En los círculos rojos se puede observar colocada la base de polialquenoato de vidrio.

- Pequeñas acumulaciones de muñones / cimientos donde queda al menos el 50% de la estructura del diente. (Figura 27)



Figura 27: Reconstrucción de muñones con polialquenoato de vidrio. ⁽¹⁶⁾

- Restauraciones posteriores en dientes temporales. (Figura 28)



Figura 28: Arcada inferior con restauraciones en dientes posteriores (señalados con flechas) con polialquenoato de vidrio.⁽³⁷⁾

- Restauración temporal de: dientes anteriores / posteriores, en preparaciones de acceso endodóntico.
- Cementación con banda de ortodoncia.⁽³⁸⁾
- Adhesivo para brackets de ortodoncia.⁽³⁸⁾
- Restauraciones que no soportan tensiones.
- Reparación adyacente a los márgenes de la corona debido a caries subgingival.
- Reparación de perforaciones radiculares endodónticas.
- Reparación de lesiones de reabsorción radicular externas.
- Técnica TRA. Esta técnica fue desarrollada para satisfacer las necesidades de los países en vías de desarrollo. El Tratamiento Restaurativo Atraumático (TRA). Este procedimiento fue desarrollado para satisfacer las necesidades de los países en vías de desarrollo y está basado en excavar y

quitar caries con solo instrumental de mano para posteriormente restaurar el diente con un material de relleno adhesivo como un polialquenoato de vidrio. ⁽³⁴⁾

Indicaciones y contraindicación del TRA.

Sólo se lleva a cabo en cavidades pequeñas (que involucren solo la dentina) y en aquéllas que son accesibles para los instrumentos de mano (Figura29).⁽³⁴⁾

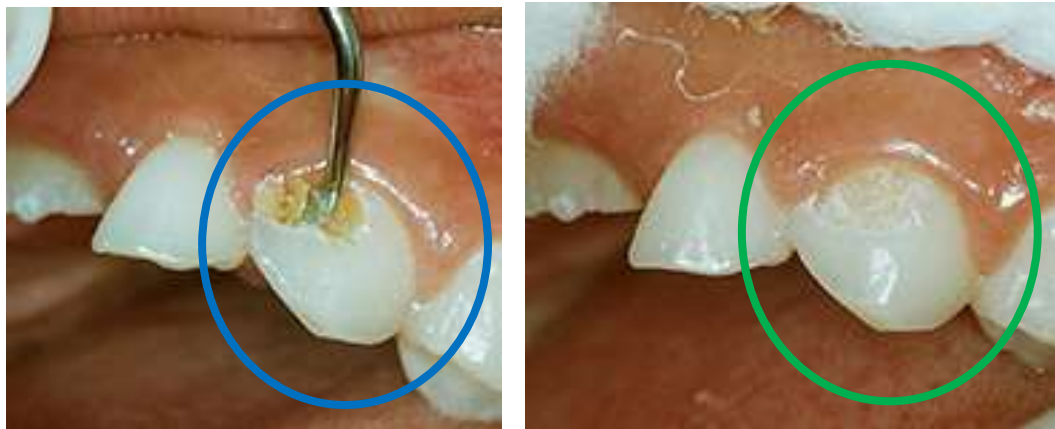


Figura 29: (Círculo azul) Eliminación de caries con cucharilla. (Círculo verde) Cavidad pequeña sin tejido carioso, limpia después de raspar con la cucharilla, lista para la colocación de polialquenoato de vidrio. ⁽³⁹⁾

El TRA no se usa cuando: (Figura 30)

1. Hay un absceso (infección) cerca del diente cariado.
2. La pulpa del diente está expuesta.
3. La cavidad de caries no puede trabajarse con instrumental de mano.

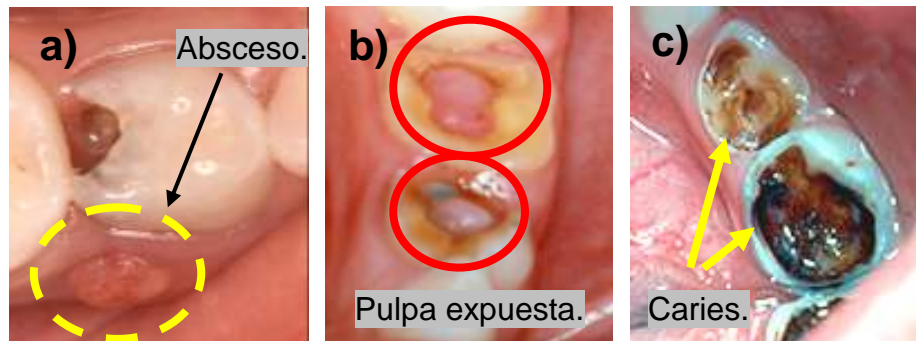


Figura 30: **a)** Existe un absceso en el diente con caries (Círculo amarillo). ⁽⁴⁰⁾

b) Ejemplifica la pulpa expuesta de dientes temporales (Círculos rojos). ⁽⁴¹⁾

c) Caries extensas y profundas que no pueden ser limpiadas solo con uso de cucharilla (Flechas amarillas). ⁽⁴²⁾

1.7.- INDICACIONES DE LOS CEMENTOS DE POLIALQUENOATO DE VIDRIO.

Los cementos de ionómero de vidrio pueden utilizarse en las siguientes situaciones: ⁽²⁰⁾

- Como material de restauración.
 - Cavidades de clase V.
 - Caries de molares temporales.
 - Reparación de márgenes defectuosos en restauraciones Clase II.
 - Algunos autores describen la efectividad de los Cermets como material restaurador de muñones (con o sin poste), en dientes



en que quede suficiente estructura coronal y debajo de restauraciones coladas.

- Como cemento protector, es decir, como sustituto de dentina; se puede usar debajo de restauraciones de amalgama o composite.
- Para cementar coronas, puentes, incrustaciones y postes intrarradiculares.

1.8.- CONTRAINDICACIONES DE LOS CEMENTOS DE POLIALQUENOATO DE VIDRIO.

Los cementos de ionómero de vidrio están contraindicados en las siguientes situaciones: ⁽²⁰⁾

- En grandes áreas de esmalte vestibular, por ser menos estéticos que las resinas compuestas.
- En zonas sometidas a tensión (o estrés) y a grandes fuerzas oclusales, por ser menos resistentes a la compresión que la almagama.

1.9.- ABSORCIÓN Y PÉRDIDA DE AGUA DE LOS CEMENTOS DE POLIALQUENOATO DE VIDRIO.

Los cementos de ionómero de vidrio son cementos con base agua, y son probablemente más conocidos como cementos de poliacrilato de vidrio. Resulta ser un cemento consistente en partículas de vidrio, rodeadas y sostenidas por una matriz que emerge de la disolución de la superficie de las partículas de vidrio en el ácido. Las cadenas de poliacrilato y calcio se



forman bastante rápido después de la mezcla de los dos componentes, y así es como se desarrolla la matriz inicial, la cual es la que mantiene las partículas juntas. Tan pronto como los iones calcio están envueltos, los iones aluminio empezarán a formar cadenas de aluminio y poliacrilato, y como estas son menos solubles y notablemente más fuertes, son las que forman así la matriz final. Cabe destacar que esta matriz es relativamente insoluble en los líquidos orales y que las gotitas de fluoruro presentes no son partes del sistema de matriz. ⁽¹⁶⁾

El fluoruro inicialmente se usa como fundente en la fabricación de partículas de vidrio y ha demostrado ser una parte esencial de la reacción del fraguado. Representa aproximadamente el 20% del vidrio final en forma de gotitas diminutas. ⁽²⁰⁾

Aproximadamente el 24% del cemento fraguado es agua, y hasta que la formación de las cadenas de aluminio y poliacrilato esté bien adelantada, puede ser absorbida más agua por las cadenas de calcio y poliacrilato solubles al agua. Alternativamente, si al cemento se le deja permanecer expuesto al aire, el agua se perderá. Este problema de la pérdida o absorción de agua, es decir, equilibrio hídrico, probablemente es el problema más importante y menos conocido de este grupo de cementos. (Figura 31 y 32) ⁽¹⁶⁾

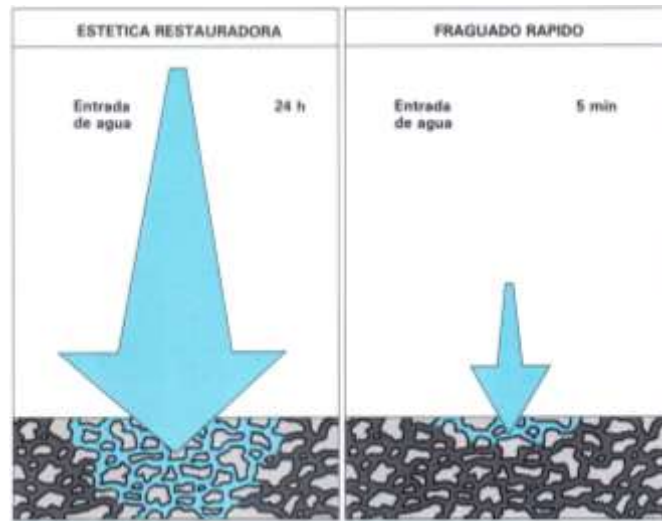


Figura 31: Representación del equilibrio hídrico en cementsos de ionómero de vidrio. Los cementsos restauradores estéticos pueden llegar a absorber agua hasta 24 horas después de su colocación. Los cementsos de fraguado rápido son resistentes a la absorción de agua a los 5 min del inicio de la mezcla. ⁽¹⁶⁾

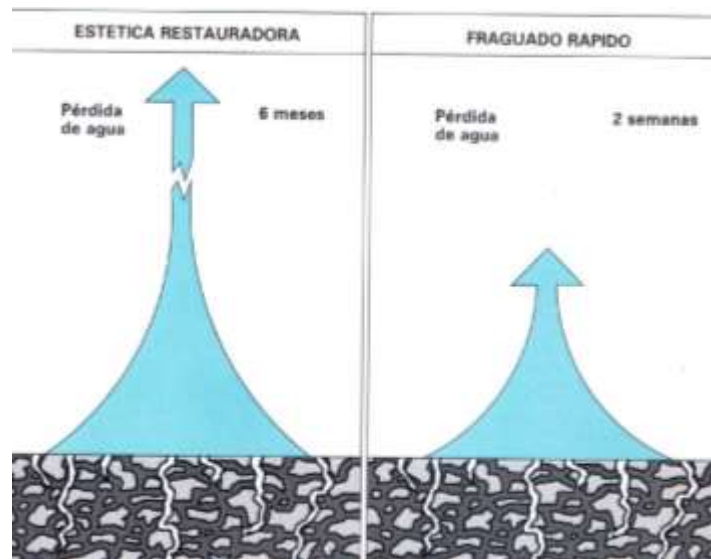


Figura 32: Representación del problema de la pérdida de agua. La pérdida de agua continúa por un periodo mayor para ambas variedades de fraguado rápido y lento, y deben tomarse las debidas precauciones para evitar la deshidratación. ⁽¹⁶⁾



Desde el punto de vista clínico, esta propiedad, es la que dicta las características de manipulación de cada una de las clases de estos cementos. ⁽¹⁶⁾

La reacción química iniciada por la aplicación del ácido poliacrílico a la superficie de las partículas de vidrio es muy prolongada. Por lo que el fraguado inicial se puede alcanzar a los 4 min, en que ya es posible quitar la matriz y proceder al recorte de la restauración recién colocada. Sin, la completa maduración y resistencia a la pérdida de agua no se conseguirán hasta al menos 2 semanas para las variedades de fraguado rápido y posiblemente 6 meses para los cementos estéticos de fraguado lento. Sólo se alcanzará una resistencia rápida a la absorción de agua sacrificando la estética. Hay que reconocer que la resistencia temprana a la absorción de agua no bloquea el agua que hay dentro, por lo que todos los cementos de fraguado rápido permanecen sujetos a deshidratación. Esto significa que, cuando se usan, por ejemplo, como protectores, no deben quedar expuestos al aire más de lo necesario, ya que el cemento tiene probabilidades de resquebrajarse. ⁽²⁰⁾

En los cementos de polialquenoato de vidrio puede suceder que haya una considerable absorción y pérdida de agua, al menos durante una hora, y pueden continuar otras 24 horas en menor escala. Después de esto la absorción de agua tiene una importancia mínima, aunque la pérdida de agua puede seguir siendo un problema. Si una restauración relativamente reciente ha de estar expuesta de nuevo a deshidratación en los primeros 6 meses después de colocada, debe sellarse con un revestimiento a prueba de agua, para minimizar el intercambio de agua. ⁽¹⁶⁾

Tanto la absorción como la pérdida de agua dentro de las primeras 24 horas degradarán las propiedades físicas y la apariencia de todos estos cementos de ionómero de vidrio por lo que se recomienda demorar en el acabado final



al menos un día, preferiblemente una semana, para tener óptimos resultados. ⁽¹⁶⁾

La química de los cementos de fraguado rápido Tipo I, Tipo II reforzado y Tipo III ha sido modificada hasta tal punto, que son relativamente resistentes a la absorción de agua a partir de los 5 min del inicio de la mezcla. Sin embargo, todavía están sujetos a deshidratación durante más de 2 semanas después de colocadas. Si se dejan expuestos durante 10 min, estallarán de forma visible y se agrietarán, así como también fracasará la adhesión al esmalte y a la dentina. ⁽²⁰⁾

A consecuencia del mecanismo de fraguado rápido, la restauración reforzada Tipo II (Ketac Silver por ejemplo) puede ser acabada incluyendo el pulido final, empezando a los 6 minutos de iniciada la mezcla. Una vez alcanzado el fraguado inicial, se puede contornear y pulir hasta lograr una superficie muy fina, tratando de evitar la deshidratación. ⁽¹⁶⁾



CAPÍTULO 2

2.- POLIALQUENOATOS DE VIDRIO MODIFICADOS CON METAL

En la década de los 80s surgieron los polialquenoatos de vidrio híbridos para mejorar sus propiedades mecánicas. ⁽¹⁰⁾

Los cementos de polialquenoato de vidrio modificados por la incorporación de partículas de relleno se han perfeccionado en un intento de mejorar su resistencia a la fractura y al desgaste.

Serrano P. y Sánchez J. mencionan que, en 1957, Massler publicó un artículo acerca de la utilización de un material de restauración para recubrimiento pulpar a base de polvo de aleación para amalgama con cemento de fosfato de zinc. Al año siguiente (1958), J. Kurali publicó un artículo sobre la utilización de una mezcla similar para restaurar dientes gravemente destruidos. En 1962, Malher y G. Armen publicaron las propiedades físicas de este tipo de mezclas de cemento-metal. En su estudio demostraron que al añadir una aleación para amalgama al cemento de fosfato de zinc mejoraba la resistencia transversal, la solubilidad y la desintegración del material resultante, si se le comparaba con el cemento simple. ⁽³⁾

McLean menciona que, Sced y Wilson en 1980 realizaron un estudio, donde investigaron el efecto de incorporar fibras metálicas o polvos en el polvo de ionómero de vidrio. Aumentaron las fuerzas flexurales pero la resistencia a la abrasión fue pobre, probablemente porque hacía falta un vínculo fuerte entre el relleno de metal y la matriz de poliacrilato. ⁽⁴³⁾

Moshaverinia A. et. al., en un artículo llamado "A review of powder modifications in conventional glass-ionomer dental cements." Publicado en 2011, menciona que fue Simmons el que informó en 1983 sobre el primer intento de aumentar la resistencia de los cementos de ionómero de vidrio



convencionales mediante la adición de cargas de refuerzo; cuando agregó polvo de aleación de amalgama al polvo de ionómero de vidrio. Uno de los productos disponibles comercialmente que resultó de esta innovación fue Miracle Mix® (MM,GC Corporation, Japón). Sin embargo, debido a la falla de la interfaz de la matriz de metal-carboxilato, la simple adición de polvo de amalgama, no exhibió resultados prometedores. ⁽⁴⁴⁾

Existen dos métodos de modificación, puede ser manual o a nivel industrial:

- Manual: en este método, al polvo del cemento de polialquenoato de vidrio se le agregan limaduras de plata y estas se mezclan manualmente con el líquido. Esto teóricamente produce un material más resistente y de mayor densidad, por lo que Hunt y cols (1984) lo propusieron para ser utilizado en la técnica de cavidad tipo túnel. Más tarde evaluando las ventajas que ofrecía este nuevo sistema Knight G (1984) y su grupo australiano lo propusieron para la reconstrucción de muñones. ^(3,21)
- Industrial: en el caso de este método, McLean y Gasser (1985) propusieron fundir el polvo de cemento con limadura de plata a unos 800°C, la fuerte unión del compuesto de vidrio metálico resultó en la formación de un “Cermet” (metal-cerámico) en el que, a diferencia de las mezclas simples de metal y polvo de vidrio, el metal se convirtió en parte del polvo de vidrio, y la resistencia de la unión fue comparable a la de fusionar porcelana con oro. Los cementos de Cermet de plata pura, son de aproximadamente 3.5 μm de tamaño promedio de partícula. Se han realizado mejoras en el color mediante la incorporación de hasta 5% en peso de dióxido de titanio en el polvo del vidrio. Esto dio como resultado, mejores densidades de empaquetamiento, menos porosidad y un mezclado fácil. ^(20,43)



Simmons J. menciona que, Mallakh mostró en 1897 que la adición de polvo esférico de aleación de plata al cemento de vidrio tipo II puro en el sistema actual Miracle Mix® mejoraba la resistencia a la compresión, resistencia tangencial y resistencia al escurrimiento. Nakajima en 1989 encontró un incremento en la resistencia tangencial dinámica cuando se le adicionaba polvo de aleación de plata al cemento de ionómero de vidrio tipo II. La mayor resistencia a la torsión observada en Miracle Mix® indicaba que la adición de partículas cambiaba el modo de fractura. ^(3,45)

Se intentaron incluir diferentes polvos metálicos a la mezcla de ionómero de vidrio, como son: la aleación para amalgama de plata, plata pura, oro, titanio, acero inoxidable y paladio. El oro y la plata demostraron formar una unión superior y conveniente con el polvo de vidrio. ⁽³⁾

Moshaverina A. menciona que, Kerby y otros, realizaron un estudio en 1991 sobre los ionómeros de vidrio reforzados con metal, se realizaron pruebas mecánicas a una hora y 24 horas después de la inmersión al agua destilada de las diferentes muestras (Tabla 5); los resultados sugirieron que los cementos de acero inoxidable proporcionaron las propiedades físicas más deseables que incluían: alta resistencia a la compresión y a la tracción, tiempos de fraguado y de trabajo favorables y baja solubilidad en ácido. La principal desventaja fue el color grisáceo y la probabilidad de toxicidad de los iones liberados de las partículas de acero inoxidable. ⁽⁴⁴⁾

Grupo de Ionómeros de vidrio.	Resistencias diametrales a la tracción (MPa) (SD)	Fuerza compresiva (MPa) (SD)
Ionómero de vidrio con acero inoxidable	22.7 (2.2)	268.3 (14.9)
Ketac Silver	14.2 (2.0)	175.3 (13.4)
Miracle Mix	10.9 (1.9)	168.7 (10.2)

Tabla 5: Resultados del estudio comparativo (1991) sobre la mezcla de acero inoxidable con ionómero de vidrio, la cual tuvo mayor resistencia a la compresión que los otros cementos como Ketac-Silver y Miracle Mix que fue el de menor resistencia a la compresión. ⁽⁴⁴⁾

Se reportó en el trabajo de Serrano P. y Sánchez J. que, en 1996 la mezcla de ionómero de vidrio con metal representaba una gran mejoría en la resistencia a la fractura y abrasión, comparables con la amalgama, así que pudieron ser utilizados para reconstruir grandes lesiones bajo carga oclusal, lo que con el Ionómero de vidrio solo era casi imposible. ⁽³⁾

2.1. USOS DEL POLIALQUENOATO DE VIDRIO REFORZADO CON METAL.

Este tipo de cementos está indicado cuando las consideraciones estéticas no son indispensables, brindando así altas propiedades físicas, como lo es un fraguado más rápido, equilibrio hídrico resistente y radiopacidad; características que son favorables para: ^(16,45)

- La reconstrucción de muñones.(Figura 33)



Figura 33: Reconstrucción de muñones. ⁽¹⁶⁾

- Como base.

- Reconstrucciones clase I y II de dientes temporales. (Figura 34)



Figura 34: Reconstrucción clase II en molar temporal, con polialquenoato de vidrio reforzado con metal. ⁽¹⁶⁾

- Restauraciones en túnel. (Figura 35)

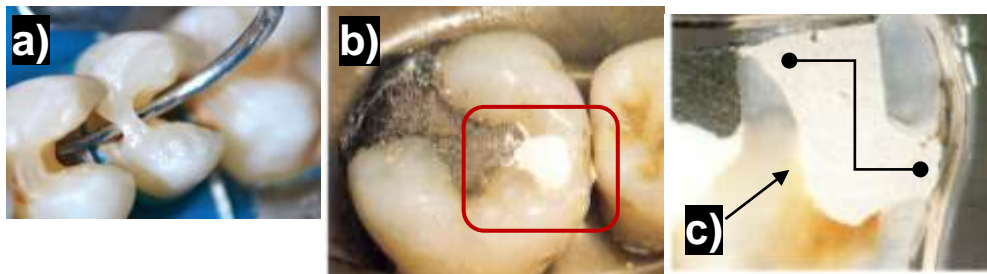


Figura 35: **a)** Ejemplificación de la cavidad tipo túnel. ⁽⁴⁶⁾ **b)** Restauración de una cavidad tipo túnel que se formó a un lado de una restauración metálica. (Cuadro rojo). ⁽¹⁶⁾ **c)** Vista en corte transversal de la restauración tipo túnel. ⁽¹⁶⁾

- Reparación de márgenes defectuosos en prótesis de coronas. (Figura 36) ⁽¹⁶⁾

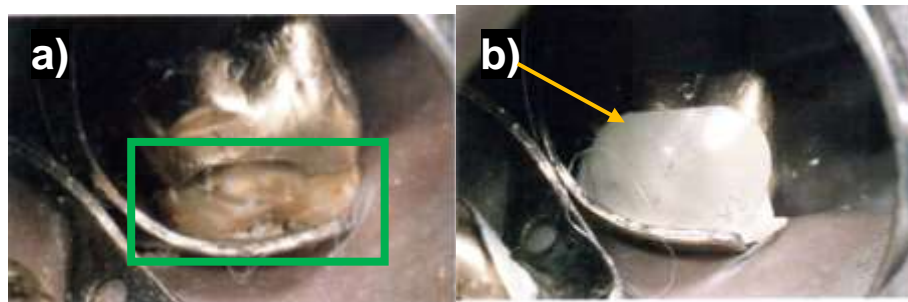


Figura 36: **a)** Dentro del rectángulo verde se señala una cavidad localizada debajo de una corona metálica. **b)** Se observa la cavidad obturada con polialquenoato de vidrio reforzado con metal. ⁽¹⁶⁾

- Restauraciones de obturaciones preexistentes que aún se consideren útiles. (Figura 37) ⁽¹⁶⁾

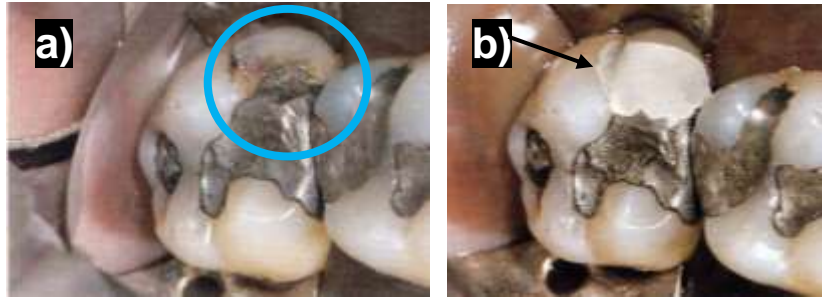


Figura 37: **a)** Fractura de amalgama, señalada dentro del círculo azul. **b)** Fractura de restauración preexistente, restaurada con polialqueno de vidrio reforzado con metal. ⁽¹⁶⁾

Sin embargo, no es considerado como un cemento restaurador universal. ⁽⁴⁵⁾
El uso clínico que se le da principalmente al ionómero Cermet es como sustituto dentinario, aunque se ha usado para muchas otras cosas, incluyendo el uso como sellador de áreas de bifurcación en molares con involucración periodontal, donde preferentemente antes de su uso, se debe acondicionar la dentina para mejorar la adhesión. ⁽⁴⁵⁾

Además de la adhesión iónica a la dentina, tiene una gran adhesión a los metales, por lo que se puede utilizar para restauraciones de obturaciones metálicas preexistentes que aún sean útiles sin miedo a la microfiltración. ⁽⁴⁵⁾

2.2 PROPIEDADES ANTICARIOGÉNICAS.

Aunque *S. mutans* es el microorganismo más comúnmente encontrado en caries dental, *Staphylococci* también ha sido reconocido en la caries. Cuesta y col. ⁽⁴⁷⁾ identificaron especies de *Staphylococcus* y *Candida albicans* en caries dental y bolsas periodontales en pacientes. Oluremi y otros investigadores, encontraron la prevalencia de *Staphylococcus*, seguido de *S. mutans* y *Lactobacilli* en caries dental. ⁽⁴⁷⁾



Las lesiones de raíz se pueden encontrar con frecuencia en los ancianos y en los márgenes de restauración en áreas de difícil acceso en dentina o cemento, donde el aislamiento adecuado y la eliminación completa de la caries son difíciles. No es sorprendente que la caries recurrente sea un problema importante en las restauraciones de la superficie de la raíz. ⁽⁴⁷⁾

Las bacterias que se encuentran en la biopelícula pueden atacar la interfaz de restauración - diente, provocando caries secundaria, lo que se considera la causa más común para el reemplazo de restauraciones. ⁽⁴⁷⁾

Cualquier mejora en la actividad antibacteriana del material restaurador podría influir en el valor de pH de la biopelícula, disminuir la pérdida de minerales y limitar la adhesión de los patógenos y su proliferación en una etapa temprana y, en consecuencia, inhibir la formación de caries secundaria. La durabilidad de las restauraciones dentales generalmente está relacionada con su resistencia a la formación de placa. ⁽⁴⁷⁾

Por estas razones requerimos materiales restauradores con propiedades antibacterianas, al utilizarlos inhibimos y/o retrasamos efectivamente la formación de caries y podemos extender la vida útil de las restauraciones. ⁽⁴⁷⁾

Entre todos los materiales de restauración dental, sabemos que los cementos de ionómero de vidrio son los más cariostáticos debido a su liberación de flúor que suprime la formación de caries. La liberación de fluoruro le da a los Ionómeros de vidrio potencial antibacteriano. ⁽⁴⁷⁾

Por otra parte, la plata ha sido reconocida por sus propiedades bactericidas. La acción antimicrobiana, antiviral y antifúngica de la plata o sus compuestos es proporcional a la cantidad de iones de plata liberados y su disponibilidad para interactuar con las membranas celulares de los microorganismos. La

plata se ha utilizado en formas ionizadas y elementales, como zeolitas de plata (sulfato de plata) o como nanopartículas. ⁽⁴⁷⁾

En un estudio realizado por El-Wassefy NA y col. en 2017, se concluyó que la incorporación de nanopartículas de plata en el polvo de ionómero de vidrio, puede limitar la formación de biopelícula, de esta manera podemos beneficiarnos del potencial antibacteriano de los polialquenoatos de vidrio reforzados con plata en la región posterior de la cavidad oral, donde la estética no es una primordial y para el manejo de la caries en raíz, especialmente en pacientes geriátricos. ⁽⁴⁷⁾

2.3 PROPORCIÓN POLVO/LÍQUIDO.

En la mayoría de las situaciones clínicas, se requieren propiedades físicas óptimas cuando se utiliza este material, por lo que la proporción polvo/líquido es importante. Se suministra la cantidad indicada por el fabricante. Debido a que el tiempo de trabajo es bastante corto en la proporción polvo/líquido, cuando se mezcla a mano, se tiende a reducir el contenido de polvo, lo que disminuye las propiedades físicas y, por consiguiente, es indeseable. ⁽¹²⁾

La versión en cápsula es la mejor elección. También la consistencia espesa y la naturaleza bastante pegajosa del cemento es tal que es mejor colocarlo con una jeringa. Es posible usar una jeringa tipo Centrix (Figura 10) si es mezclado a mano, pero como el contenido de la cápsula se vierte en jeringa ésta técnica es la más conveniente. ⁽¹²⁾



Figura 10: Jeringa tipo Centrix. ⁽⁴⁸⁾



Simmons J. ⁽⁴⁵⁾ realizó un estudio de varios casos clínicos con respecto a la forma de mezclar Miracle Mix y su viscosidad. Concluyó que las propiedades físicas del ionómero de vidrio mejoraban cuando se le adicionaba el polvo de plata o aleación, y que las características clínicas eran mejores cuando esta mezcla era rápidamente incorporada a mano y a una viscosidad más espesa.

2.4 PROCESO DE FRAGUADO.

Los Ionómeros de vidrio reforzados con metal son materiales de fraguado rápido con una adecuada resistencia a la absorción de agua a los 5 min desde el inicio de la mezcla y, por lo tanto, no es necesario cubrirlo para protegerlo, mientras esté expuesto a un ambiente húmedo al terminar. ⁽¹⁶⁾

Puede ser recontorneado y pulido para el acabado final bajo spray aire/agua a partir de los 6 min del inicio de la mezcla. Sin embargo, todavía no es resistente a la pérdida de agua y tiene riesgo de deshidratación y alteración o agrietamiento durante al menos 2 semanas después de la colocación. Por lo que se indica, que en caso de que la restauración recién colocada se tenga que dejar expuesta por cierto tiempo o reexpuesta en las 2 semanas siguientes mientras se lleva a cabo otro trabajo, debe protegerse con resina adhesiva fotopolimerizable, de baja viscosidad, para mantener el equilibrio hídrico.(Figura 11). ⁽¹⁶⁾

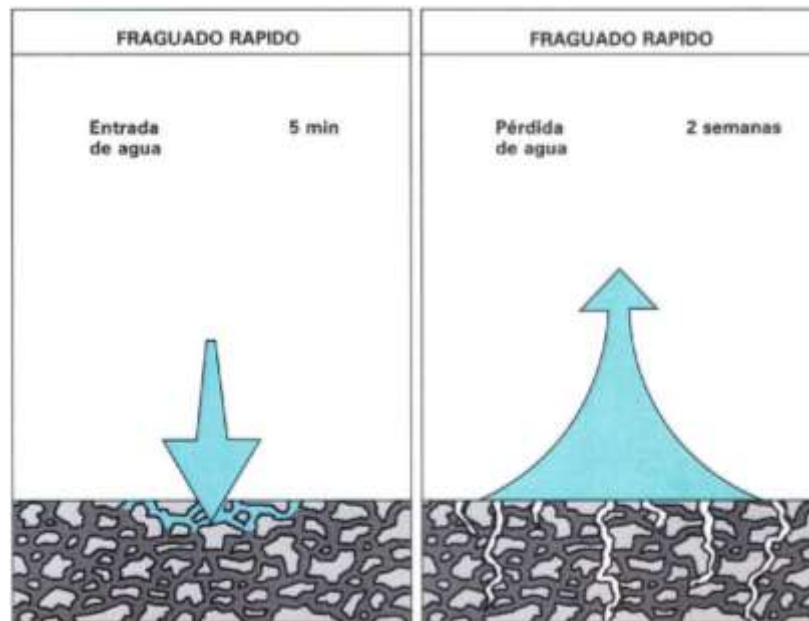


Figura 11: El diagrama muestra el equilibrio hídrico de los cementos de ionómero de vidrio reforzados con metal. Como son los de fraguado rápido, son resistentes a la absorción de agua a los 5 min después del inicio de la mezcla. Si se dejan expuestos al aire por cualquier espacio de tiempo en las 2 primeras semanas, son susceptibles de perder agua y de cuartearse. ⁽¹⁶⁾

2.5 LIBERACIÓN DE FLUORURO.

La liberación de fluoruro de los cementos de polialquenoato de vidrio reforzados con metal, parece ser similar a la de otros tipos de cementos de ionómero de vidrio, a pesar de la presencia de las partículas de plata. Esto hace al material especialmente idóneo para restaurar lesiones tales como caries de la superficie radicular y tipo túnel, donde el perfil de la cavidad a menudo es difícil de determinar y la remineralización de la estructura dental circundante es importante. ⁽¹⁶⁾

La mayoría de las investigaciones concuerdan en que la liberación de fluoruro disminuye en los materiales reforzados con metal, probablemente debido a que la incorporación de metal aproximadamente a un 50% del cemento disminuye, por lógica la cantidad reducida de ionómero en cada molécula. Thomton postuló que la cantidad reducida de fluoruro liberado por



Ketac-Silver® en comparación con otros polialquenoatos de vidrio reforzados con metal, se debió probablemente a la formación de fluoruro de plata, aunque mantiene parte del fluoruro adherido al cemento. No obstante, la liberación de fluoruro es la suficiente para prevenir la desmineralización e impedir caries recurrente, mostrándose además remineralización de tejido dental desmineralizado. ⁽³⁾



CAPÍTULO 3

3. TIPOS DE POLIALQUENOATO DE VIDRIO REFORZADO CON METAL.

Básicamente existen dos tipos de cementos de polialquenoato de vidrio reforzados con metal: ⁽¹⁷⁾

- Los cementos mezclados: Donde el polvo del polialquenoato de vidrio y el metal se mezclan, estos cementos los podemos subdividir en dos tipos:
 - a) Mezclas comerciales como por ejemplo: Miracle Mix®
 - b) Mezclas experimentales.
- Los cermets: Que tienen una unión química entre el metal y el vidrio por sinterización. La sinterización es un método de unión que consiste en compactar a altas temperaturas varios polvos, como en este caso el metal y el vidrio, para ser mezclados homogéneamente y obtener así como resultado una sola partícula consolidada y compacta.



CAPÍTULO 4

4. ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN.

En 2015 Murthy SS et, al., ⁽⁴⁹⁾ realizaron un estudio comparativo sobre la adherencia, mediante la determinación de la resistencia a la tracción y al cizallamiento de ionómeros de vidrio en dientes primarios. El ionómero de vidrio resulta ser un material adecuado para restauraciones en dientes temporales por sus propiedades físicas, los cementos comparados fueron: Miracle Mix (MM) (GC America Inc., Alsip, EE. UU.), Ketac Molar (3M Corp., Minnesota, EE. UU.) Y amalgómero de ionómero de vidrio reforzado con cerámica CR (Advanced Healthcare Ltd., Kent, Inglaterra). Se recolectaron 90 molares primarios deciduos no cariados, se hicieron grupos de 30 molares cada uno y se prepararon para las pruebas de adherencia sometiéndolas a prueba de tracción y cizallamiento en una máquina de pruebas universal Instron Corporation, EE. UU utilizando una hoja con filo de cuchillo a una velocidad de de 1 mm / min, los resultados fueron registrados en megapascales (MPa), posteriormente las muestras se observaron bajo microscopio estereoscópico para detectar fallas adhesivas (Un **fallo adhesivo** sería aquel que ocurre entre dos estructuras distintas, es decir en la interfase entre ambas, por ejemplo el ionómero de vidrio y la estructura dental) y cohesivas (Un **fallo cohesivo** sería aquel que ocurre en el interior de la estructura del material, en este caso, la estructura de los diferentes ionómeros utilizados). Los datos obtenidos se sometieron a un análisis estadístico ANOVA de una vía y prueba de Tukey. En los resultados Miracle Mix obtuvo una media de 5,39 MPa, Ketac Molar tuvo una media de 4,84 MPa y la media del CR del amalgómero fue de 6,38 MPa. Registraron tres tipos de fractura: fractura adhesiva, fractura cohesiva y fractura de tipo mixto. En este estudio se mostró que los resultados de Miracle Mix (5,39 MPa) en



dientes temporales fueron ligeramente superiores a los valores de Miracle Mix en dientes permanentes (4.08 MPa), encontrados en otros estudios realizados en 1996. Ketac Molar, que es un ionómero restaurador mejorado, condensable y de alta viscosidad, dio 4,84 MPa y en un estudio realizado en 2001 dio un valor de 3,77 MPa, que es ligeramente inferior al valor de este estudio. El amalgómero CR mostró resultado de 6,38 MPa, fue significativamente más alto que el de Miracle Mix y el Ketac Molar, entre Miracle Mix y Ketac Molar no hubo diferencias estadísticamente significativas, aunque Miracle Mix mostró una fuerza de unión ligeramente mayor a Ketac Molar. En los tres materiales la falla cohesiva fue el tipo de fractura más común, esto significa que la adhesión entre el material de restauración y el diente es mayor que la resistencia a la tracción del cemento en sí. Como conclusión de este estudio el amalgómero CR puede considerarse un material de restauración en odontología pediátrica. ⁽⁴⁹⁾

En 2016, Chalissey VP et, al., publicaron un artículo que habla sobre el ionómero de vidrio reforzado con zirconia, el cual promete mostrar una resistencia excepcional, durabilidad y protección sostenida de flúor, combinando y reteniendo los beneficios tanto de la amalgama como de materiales de restauración de uso popular como los ionómeros de vidrio convencionales. ⁽⁵⁰⁾

A la luz de las preocupaciones relacionadas con la resistencia de los materiales restauradores y sus propiedades físicas, que juegan un papel vital en la durabilidad y resistencia de la restauración a la fractura debido a la carga oclusal, el objetivo de este estudio fue comparar la resistencia a la compresión y la tracción diametral. En este estudio se utilizaron tres materiales: amalgama de uso convencional (aleación DPI y mercurio, grano fino, Mumbai, India), cemento de ionómero de vidrio (Fuji IX GC Corp.,

Japón) y ionómero de vidrio reforzado con zirconia (Zirconomer, Shofu Inc., Japón).⁽⁵⁰⁾

Se prepararon un total de 120 muestras ($n = 120$) con los tres materiales (Zirconómero, ionómero de vidrio y amalgama de plata) utilizados para el estudio. Se utilizaron un total de 60 muestras para probar la resistencia a la compresión y las 60 restantes se usaron para la prueba de resistencia a la tracción diametral.⁽⁵⁰⁾

Para la prueba de compresión se prepararon muestras de cada material de restauración y se determinó la relación polvo / líquido de acuerdo con las instrucciones del fabricante para cada material. Se prepararon las muestras en un molde cilíndrico de dimensiones 6,0 mm de diámetro 12,0 mm de altura. Esta prueba se llevó a cabo utilizando la máquina de prueba universal Instron (Figura 40) que tiene una velocidad de cruceta de 1,0 mm / minuto.⁽⁵⁰⁾



Figura 40: Máquina Instron utilizada para las pruebas.⁽⁵⁰⁾

Se calculó el análisis de varianza ANOVA para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los materiales. Se utilizó la prueba Tukey para determinar qué materiales eran estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$).⁽⁵⁰⁾

La resistencia a la compresión del ionómero de vidrio, zirconomer y amalgama fue de 107 +/- 10, 195 +/- 22, and 197 +/- 27 MPa respectivamente. (Tabla 6)⁽⁵⁰⁾

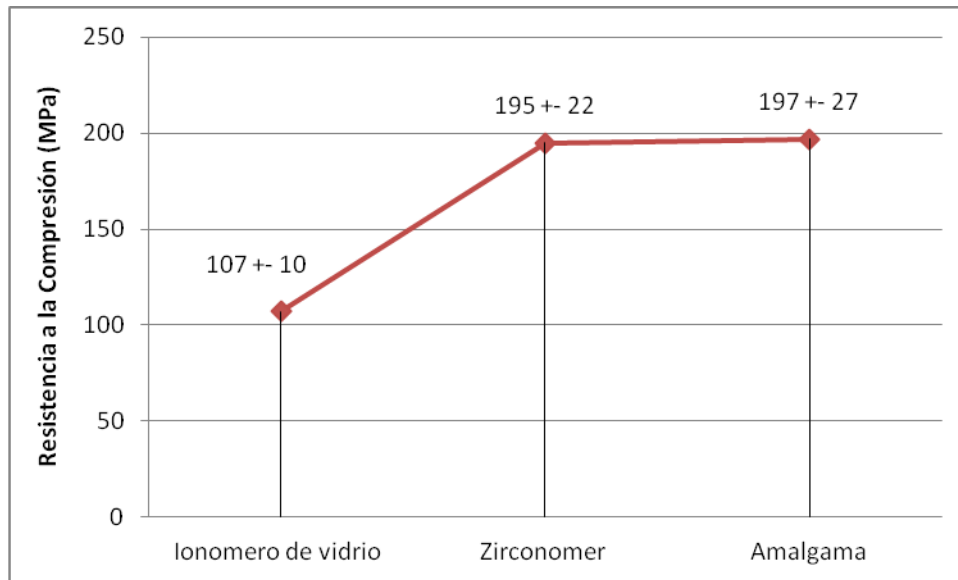


Tabla 6: Gáfica referente a la resistencia a la compresión de los tres materiales probados. ⁽⁵⁰⁾

Como conclusión este artículo nos menciona que el ionómero de vidrio a pesar de tener excelentes propiedades, su propiedad mecánica es un obstáculo para su uso como material de restauración posterior. La adición de zirconia ha mejorado favorablemente las propiedades mecánicas del ionómero en comparación con la amalgama. Por lo tanto, se puede concluir que el ionómero de vidrio reforzado con zirconia se puede utilizar como material de restauración posterior en áreas de carga. Es necesario realizar más estudios in vivo para demostrar su rendimiento. ⁽⁵⁰⁾

Paiva et, al., ⁽⁵¹⁾ (2017) publicaron un artículo llamado: “Propiedades antibacterianas y resistencia a la compresión de un nuevo cemento de ionómero de vidrio preparado en un paso con nanopartículas de plata (NanoAg-GIC).”



En este estudio se realizaron unas soluciones a diferentes concentraciones añadiendo estos componentes: 0,0.05,0.10 y 0.50% en masa de nitrato de plata (AgNO_3), 5 y 10% en masa de ácido tartárico (TA) a una solución acuosa de ácido poliacrílico al 35% en masa con agitación a temperatura ambiente; se sometieron a irradiación UV de 30 a 90 min; después de la irradiación las soluciones que contienen nanopartículas de plata sintetizadas se denominaron PPA-TA/Ag. ⁽⁵¹⁾

Las nanopartículas de plata se sintetizaron por transferencia de electrones inducida fotoquímicamente con los rayos UV. ⁽⁵¹⁾

Las soluciones de PPA-TA/Ag se mezclaron a mano con polvo de ionómero de vidrio para producir los cementos de ionómero de vidrio de nanoplata. Se realizaron varias pruebas como: ⁽⁵¹⁾

- Tiempo de fraguado: dentro de esta evaluación se mostró un ligero aumento en el tiempo de fraguado neto, debido a la presencia de nanopartículas en la matriz del cemento; sin embargo, los resultados quedaron dentro del rango especificado de 1.5 a 6.0 min.
- Análisis del contenido de plata por plasma acoplado inductivamente-espectrometría de emisión óptica.
- Prueba de resistencia a la compresión en la cual se tomó como referencia de cemento disponible comercialmente: Vitro Molar TM (Nova DFL, Río de Janeiro, Brasil). Como se muestra en la tabla 7 los valores de la resistencia a la compresión del ionómero de vidrio con nanopartículas de plata aumentaron en comparación al Grupo A (Grupo Control), el Grupo D demostró ser más resistente a la compresión que el Grupo A dentro de un intervalo de confianza del 95%.

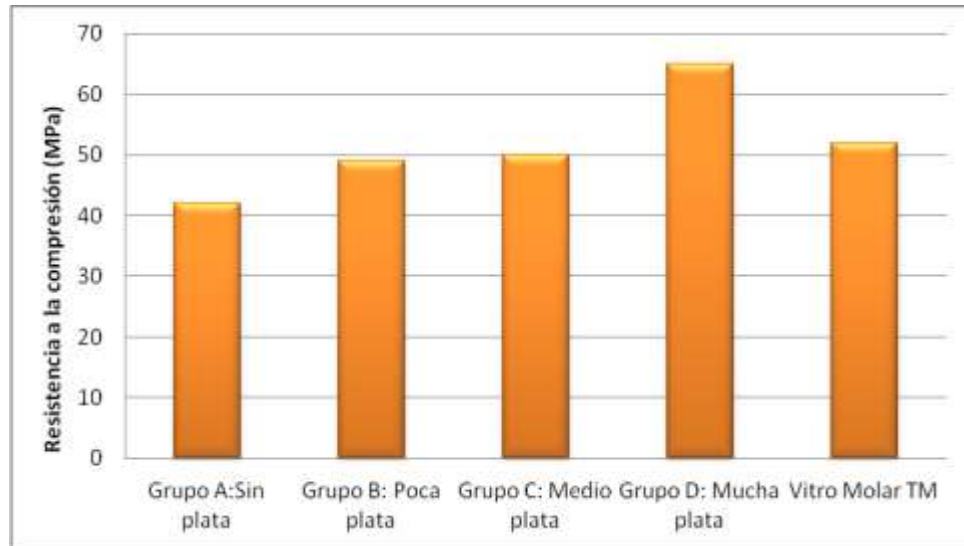


Tabla 7: Valores de resistencia a la compresión (MPa) y desviación estándar del NanoAg-GIC (polialquenoato de vidrio) y un GIC (polialquenoato de vidrio) comercial (Vitro MolarTM, Nova DFL) * (significativamente diferente con un valor de $p < .05$).⁽⁵¹⁾

- Difusión bacteriana se evaluó midiendo el diámetro y calculando el área de la zona de crecimiento de inhibición de E.coli alrededor de las muestras. Los grupos B,C y D exhibieron una diferencia estadísticamente significativa en comparación con el grupo control negativo (Grupo A: Sin plata) (valor de $p < .05$). Por otro lado, no hubo diferencias significativas entre los grupos B y C (valor de $p > .05$). se pueden observar los resultados en la Tabla 8:⁽⁵¹⁾

Muestras	Zona de inhibición (mm ²) ± SD
CHD (Control Positivo)	178.5 ± 1.73*
Grupo A: Sin plata	0
Grupo B: Poca plata	32.8 ± 3.4*
Grupo C: Medio plata	32.8 ± 5.6*
Grupo D: Mucha plata	76.1 ± 6.9*

Tabla 8: Valores de las zonas de inhibición (mm²) y desviación estándar asociada (DE). * (valor de $p < .05$ para comparación con el control negativo).⁽⁵¹⁾



- La actividad metabólica de *Streptococcus mutans* en las muestras se evaluó mediante un ensayo MTT (es un ensayo colorimétrico para evaluar la actividad metabólica celular), en esta prueba el Grupo D provocó una reducción del 99% de la viabilidad de las bacterias en comparación con los valores obtenidos para el control negativo (Grupo A: Sin plata).
- Y se utilizó el mismo análisis estadístico que en nuestra investigación con respecto a la prueba de: ANOVA de una vía y un post hoc de Tukey; en comparación con el nuestro, ellos si obtuvieron resultados estadísticamente significativos con intervalos de confianza del 95% (valor de $p < 0,05$).

Este artículo nos deja saber que el ionómero de vidrio con nanopartículas de plata del Grupo D es resistente a la compresión y demostró tener un efecto antibacteriano por difusión, sugiriendo que es eficiente para detener caries impidiendo el desarrollo de biopelículas orales en su superficie. ⁽⁵¹⁾

El Dr. Chitharanjan Shetty et, al., (2017) nos presenta una evaluación comparativa de la resistencia a la compresión de ketac molar, zirconómero y zirconómero mejorado, donde se realizó el mismo estudio que nosotros con la variación de la cantidad de muestras realizadas para cada material; en sus resultados se demostró que el zirconomer mejorado expresó una mejor resistencia a la compresión que ketac molar, según el fabricante, este material tiene la misma durabilidad que la amalgama. El zirconomer y el zirconomer mejorado mostraron valores de resistencia a la compresión de más de 300 MPa; la norma 96 de la ANSI/ADA en la que se basó nuestro estudio establece 130MPa como valor mínimo que deben cumplir los polialquenoatos de vidrio, el zirconomer dio resultados muy superiores. ⁽⁵²⁾

El Dr Bhattacharya et,al., ⁽⁵³⁾ en 2017 publicó la evaluación y comparación de las propiedades físicas y la liberación de flúor del material restaurador de ionómero de vidrio reforzado con cerámica recién introducido con otros cementos de ionómero de vidrio, en un estudio in vitro. En este estudio se realizaron diferentes pruebas físicas a algunos materiales de ionómero de vidrio como: Amalgomer CR, Ketac N 100, Dyract Xtra y Giomer (Beautifill).(Figura 41)⁽⁵³⁾



Figura 41: Materiales utilizados Amalgomer CR con Ketac N 100, DyractXtra y Giomer (Beautifil II). ⁽⁵³⁾

Se realizaron 100 muestras las cuales fueron divididas por igual en 4 grupos de 25 muestras cada uno, de estas muestras se utilizaron 15 en cada grupo para evaluar y comparar las propiedades físicas y las otras 10 muestras de cada grupo las utilizaron para evaluar y comparar la cantidad de fluoruro. ⁽⁵³⁾



Utilizaron la prueba ANOVA para los resultados, Post hoc turkey test y Foshier Exact test.(Tabla 9) ⁽⁵³⁾

Grupo	# Tenacidad (mpa m1 / 2)	Fuerza compresiva (mpa)	Fuerza flexural (mpa)
Amalgomer CR	0.826 MPa m1/2	342.5 MPa	73.5 MPa
Ketac N 100	0.599 MPa m1/2	252.3 MPa	53.4 MPa
Dyract Xtra	0.616 MPa m1/2	315.9 MPa	71.6 MPa
Giomer	0.566 MPa m1/2	324.4 MPa	81.7 MPa

Tabla 9: Propiedades físicas medias de los materiales GIC. ⁽⁵³⁾

Como Resultados: Amalgomer CR mostró la resistencia a la compresión más alta de 342.5 MPa en comparación con los otros materiales de ionómero de vidrio probados en el estudio. El Amalgomer CR mostró la dureza más alta de 0,826 MPa m1 / 2 en comparación con otros materiales de ionomero probados en el estudio. Giomer (Beautifil) mostró la resistencia a la flexión más alta de 81,7 MPa en comparación con Amalgomer CR (73,5 MPa) y otros materiales GIC probados en el estudio. ⁽⁵³⁾

En cuanto a la liberación de fluoruro (ppm) de los cuatro grupos durante los intervalos de las pruebas durante 5 semanas el Amalgomer CR mostró una mayor liberación media de fluoruro entre los grupos analizados.(Tabla 10) ⁽⁵³⁾

	Amalgomer CR	Ketac N 100	Dyract Xtra	Giomer
Liberación de fluoruro	1.168 ppm	0.508 ppm	0.666 ppm	0.755 ppm

Tabla 10: La liberación media de fluoruro (ppm) de cuatro grupos de material GIC. ⁽⁵³⁾

Amalgomer CR es un nuevo ionómero de vidrio reforzado con cerámica, es de color del diente, no solo cumple con los estándares internacionales para ionómeros de vidrio, sino también con los estándares para amalgamas, la



cerámica lo ayuda a impartir resistencia al desgaste y la erosión, mejora la radiopacidad y la resistencia general del cemento. ⁽⁵³⁾

Como conclusión: Amalomer CR mostró la mayor resistencia a la compresión y tenacidad en comparación con otros materiales GIC probados en el estudio. Sin embargo, Giomer (Beautifil II) mostró la mayor resistencia a la flexión en comparación con Amalomer CR y otros materiales GIC probados en el estudio. En términos de liberación de fluoruro, Amalomer CR mostró una mayor liberación de fluoruro por primera vez. ⁽⁵³⁾

Se necesitan más estudios in vivo para evaluar y comparar las propiedades físicas y la liberación de flúor de este Amalomer CR recién introducido con otros materiales de restauración de uso común en la práctica clínica. ⁽⁵³⁾

Mishra A et, al., (2018) publicaron una evaluación comparativa de las propiedades mecánicas de Cention N con materiales de restauración de uso convencional: en un estudio in vitro. El cention N es un nuevo material de restauración que es capaz de liberar iones neutralizadores de ácidos, ofrece ventajas sobre las amalgamas y el cemento de ionómero de vidrio; el objetivo de este estudio fue comparar la resistencia a la compresión y a la flexión de Cention N y otros materiales de restauración como: amalgama de plata (aleación DPI), GIC (Fuji Type IX, GC America), Composite (Tetric N-Ceram Ivoclar Vivadent), Cention N (Cention Ivoclar Vivadent), para poder elegir el más apropiado para restauraciones posteriores. Como resultado obtuvieron que la resistencia a la compresión de la amalgama fue significativamente mayor a la ionómero de vidrio y el Cention N, la resistencia a la compresión del Cention N fue significativamente mayor que la de ionómero de vidrio convencional.(Tabla 11) ⁽⁵⁴⁾

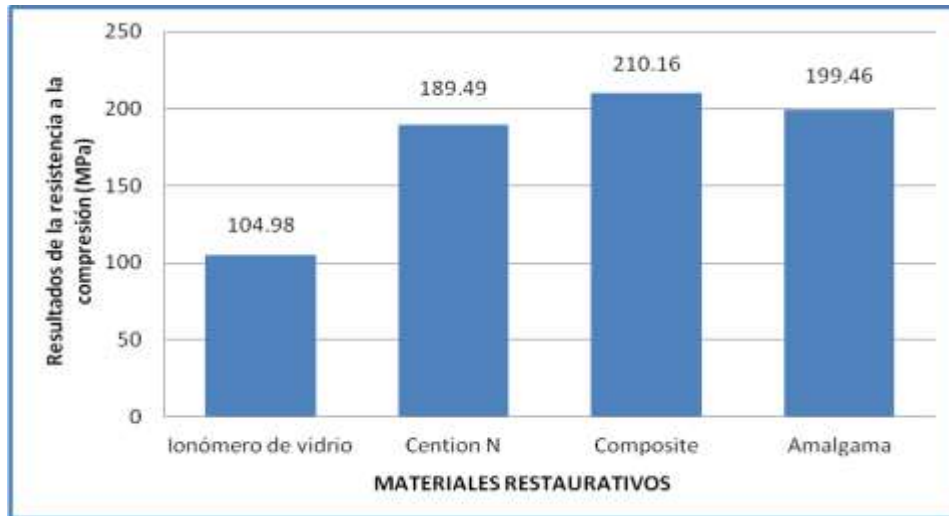


Tabla 11: Desviación media y estándar de la resistencia a la compresión entre diferentes materiales de restauración. ⁽⁵⁴⁾

El cention N resultó ser más resistente a la compresión que ionómero de vidrio pero menos que el composite, nos explican en el artículo que puede deberse a que el Cention N no tiene unión micromecánica, el fabricante recomienda que si no se usa adhesivo, la preparación del diente se realice como en la amalgama, con retención. Otro factor que pudo influir en los resultados es que Cention N se suministra en sistema de polvo/líquido por lo tanto existen variaciones en la relación polvo/líquido que pudieron haber influido en el resultado final. En este estudio la resistencia a la compresión de la amalgama de plata fue significativamente mayor que la del ionómero de vidrio pero menor que la del composite, esto podría deberse a que las amalgamas son tres veces más rígidas que el composite. El conocimiento y la comprensión de las propiedades de los materiales deben estar presentes al momento de la elección de cualquier material de restauración. ⁽⁵⁴⁾

S. Arun Kumar y P. Ajitha (2018) publicaron un artículo llamado: “Evaluación de la resistencia a la compresión entre Cention N y amalgama con alto contenido de cobre: un estudio in vitro.” En este artículo nos describe a



Cention N como un material de obturación básico del color del diente para restauraciones directas, es autopolimerizable con fotopolimerización adicional opcional. Cention N es radiopaco, libera iones de fluoruro, calcio e hidróxido. Como material de curado dual, se puede utilizar como material de reemplazo de volumen completo (a granel).⁽⁵⁵⁾

El objetivo de este estudio fue comparar la resistencia a la compresión de una amalgama con alto contenido de cobre y Cention-N.⁽⁵⁵⁾

Se probaron un total de 20 muestras por cada grupo: amalgama ($n = 20$) y Cention N ($n = 20$) para resistencia a la compresión utilizando una máquina de prueba universal Instron de una velocidad de cruceta de $0,75 \pm 0,25$ mm menos uno hasta que las muestras se fracturaron. (Tabla 12)⁽⁵⁵⁾

Variable	Grupos	<i>n</i>	Media \pm DE	Valor <i>t</i>
Resistencia a la	Amalgama	10	1052 \pm 190.5	1.1
Compression.	Cention N	10	1131 \pm 166.5	

Tabla 12: La media y la desviación estándar se estimaron y no muestran diferencias significativas entre Cention N y alto contenido de cobre.⁽⁵⁵⁾

Se estimó que los valores de la media y la desviación estándar no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.⁽⁵⁵⁾

Como conclusión tenemos que: dentro de las limitaciones de este estudio in vitro, se puede concluir que la resistencia a la compresión de Cention N es significativamente igual a la de la amalgama con alto contenido de cobre y se puede utilizar en la región posterior que soporta estrés; Es necesario realizar estudios clínicos a largo plazo para sustentar los resultados de este estudio.⁽⁵⁵⁾



Mohammad N, Pattanaik S, et, al., ⁽⁵⁶⁾ (2019) en su artículo: “Evaluación comparativa de la resistencia a la fractura de molares primarios pulpotomizados: un estudio in vitro”; se evaluó la resistencia a la fractura de los molares primarios pulpotomizados restaurados con varios materiales restauradores que pueden soportar cargas oclusales máximas, conservando la estructura dental remanente y la unión al diente, recolectaron 50 primeros y segundos molares primarios, los dientes fueron almacenados por no más de 3 meses en agua destilada, se hicieron cinco grupos de 10 dientes, se colocaron en acrílico y se les eliminó caries variando la cavidad según la extensión de caries que presentaba cada muestra, se accedió a la cámara pulpar, se les hizo pulpotomía y se restauraron con diferentes materiales:

Grupo I: Amalgama (Aleación de Dental Products of India Ltd (DPI))

Grupo II: Miracle Mix (GC)

Grupo III: Cermet (HI Denso — Shofu Dental Corporation (SHOFU))

Grupo IV: Cemento de ionómero de vidrio modificado con resina (GIC) (Vitremmer) —3M ESPE

Grupo V: Nanocomposites (Teric N-ceram



Figura 42: Molares temporales extraídos por indicación médica, colocados en acrílico. ⁽⁵⁶⁾



Figura 43: Molares temporales con pulpotomía y obturados con los materiales de los 5 grupos. ⁽⁵⁶⁾

Ya obturadas las muestras de los 5 grupos correspondientes, fueron almacenadas en saliva artificial a temperatura ambiente antes de someterlas a termociclado, los dientes fueron sometidos a 1000 termociclos entre 50 y 55°C con una duración de 30 segundos en cada temperatura. Después se realizó la prueba de resistencia a la fractura utilizando una máquina de prueba universal a una velocidad de 5,0 mm / minuto. ⁽⁵⁶⁾

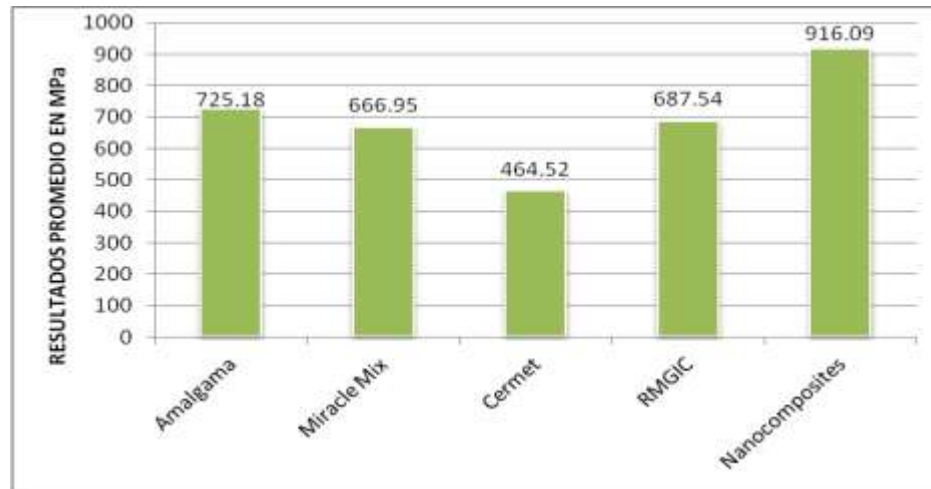


Tabla 13: Comparación de medias de valores de resistencia a la fractura. ⁽⁵⁶⁾

Como conclusión de este estudio tenemos que los nanocomposites tuvieron la mayor resistencia a la fractura, seguidos de la amalgama, RMGIC (Vitremer 3M ESPE), Miracle Mix y luego el cermet. RMGIC mostró la resistencia a la fractura más cercana a la amalgama y se puede usar en todas las restauraciones, particularmente en dientes temporales. Los nanocompuestos pueden considerarse el mejor material de restauración en términos de resistencia a la fractura entre la amalgama, la mezcla milagrosa, el cermet y el RMGIC. ⁽⁵⁶⁾

Dr Ubaid Iqbal et. al., ⁽⁵⁷⁾ (2019) publicaron un artículo llamado: “Comparación de la resistencia a la compresión de tres materiales de construcción de núcleo”; en este estudio se utilizaron tres materiales de construcción de muñones, un cemento cermet (Ketac Silver), un composite fotopolimerizable y amalgama de plata convencional (que se tomó como grupo control), se realizaron 3 grupos de 30 molares inferiores extraídos con anatomía y morfología similares; se uso una máquina de prueba universal (UTM) para medir la resistencia a la compresión de todas las muestras, como resultados El Grupo A relleno con amalgama de plata convencional mostró



una resistencia a la compresión promedio de 510MPa, el Grupo B restaurado con material compuesto fotopolimerizable mostró una resistencia a la compresión promedio de 490MPa. El Grupo C Restaurado con GIC reforzado mostró una resistencia a la compresión de 495MPa. La amalgama resultó ser el material más resistente, seguido por el GIC reforzado y al final el compuesto fotopolimerizable. ⁽⁵⁷⁾

John W. Nicholson et, al., ⁽⁵⁸⁾ (2020) publicaron un artículo llamado: “Mejora de las propiedades mecánicas de los cementos dentales de ionómero de vidrio: una revisión”; En particular, los ionómeros de vidrio convencionales son materiales quebradizos con resistencias a la compresión en el rango de 150-220 MPa y los ionómeros de vidrio modificados con resina, aunque más duros y con mejor resistencia a la flexión, tienen propiedades de compresión comparables. Como resultado, ambos tipos de material tienen limitaciones similares para el uso clínico. ⁽⁵⁸⁾

Es difícil comparar estas clases de material, porque las normas internacionales pertinentes especifican diferentes resistencias. Los cementos de ionómero de vidrio convencionales se prueban para determinar la resistencia a la compresión y tienen un requisito mínimo de 100 MPa para uso restaurador en pacientes. Por otro lado, los ionómeros de vidrio modificados con resina están especificados para ser probados para resistencia a la flexión y deben tener una concentración mínima de 20 MPa para uso clínico. ⁽⁵⁸⁾

Por ejemplo, se ha informado que el ionómero de vidrio convencional Fuji IX (GC, Tokio, Japón) en su forma mezclada a mano tiene una resistencia a la compresión de 83.6 MPa a las 24 h en un estudio y 350.87 MPa en otro estudio. El estudio anterior luego concluye que los ionómeros de vidrio modificados con resina son más fuertes en todos los modos de prueba, pero



para el ionómero de vidrio convencional se registra una resistencia a la compresión muy baja, ¿cómo se puede confiar en los datos? No se trata de cuestionar la capacidad o habilidad de los investigadores: estos son materiales difíciles de mezclar y hay muchos factores que deben controlarse al preparar las muestras para la prueba. Hacerlo de manera confiable es extremadamente desafiante.⁽⁵⁸⁾



CAPÍTULO 5

5. INVESTIGACIÓN

5.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de las Brigadas, los especialistas en Endodoncia realizan tratamientos de conductos en dientes que tienen suficiente estructura dental, para poder reconstruirlos con Ionómero de vidrio tipo II (Ketac™ Molar Easymix 3M ESPE) mezclado con limadura de aleación de amalgama que viene predosificada en cápsulas de amalgama (Dispersalloy® Regular Set N 1). Lo que nos conduce a cuestionarnos si este material tiene la suficiente resistencia a la compresión como para soportar las cargas masticatorias a las que es sometido, teniendo en cuenta que no se tiene una medida estándar en la relación polvo/líquido, y si está siendo viable utilizar la limadura de amalgama predosificada en cápsula.

¿Cuál será la resistencia a la compresión que tendrá el ionómero de vidrio tipo II (Ketac™ Molar Easymix 3M ESPE) al mezclarlo con limadura de aleación de amalgama que viene predosificada en cápsulas de amalgama (Dispersalloy® Regular Set N 1) y con limadura de aleación de amalgama (Katalloy®), en comparación con un cemento como Miracle Mix ®?



5.2 JUSTIFICACIÓN

En el programa de Brigadas de Salud Buco-Dental de la Facultad de Odontología UNAM, se ofrecen diferentes servicios dentales, los cuales van dirigidos a diferentes comunidades de la república mexicana, en estos se atienden pacientes de todas las edades y de cualquier nivel socioeconómico, aunque principalmente el programa va dirigido a pacientes con bajos recursos y escasas posibilidades de acudir a consultas privadas.

Dentro de los materiales que se utilizan en las Brigadas para restauraciones directas, tenemos una mezcla de ionómero de vidrio tipo II (Ketac™ Molar Easymix 3M ESPE) con limadura de aleación de amalgama que viene dentro de las cápsulas predosificadas, la cual es utilizada como obturación definitiva después de un tratamiento de conductos, sin embargo, no se tiene evidencia de que estas restauraciones sean exitosas a largo plazo. Dentro de los antecedentes del ionómero de vidrio reforzado con metal, todavía no existen estudios sobre la resistencia a la compresión y solubilidad de la mezcla que se realiza dentro de las brigadas, por lo que no tenemos la certeza de que sea óptima para poder dejarla como obturación definitiva en una cavidad. Para realizar una obturación con la mezcla de ionómero reforzado que se lleva a cabo en las Brigadas, en un molar con previo tratamiento de conductos, se abren por lo menos cinco cápsulas de amalgama para obtener la aleación, y después de utilizar la limadura de aleación de amalgama que viene dentro de las cápsulas, no se le da un uso al mercurio que se queda dentro de las cápsulas abiertas, éste es desperdiciado creando contaminación de desechos biológicos. Se cree que la mezcla de ionómero empleada en las Brigadas, se podría ejecutar utilizando otro tipo de aleación que no implique el desperdicio de mercurio y que aumente considerablemente la resistencia del ionómero convencional.



5.3 HIPÓTESIS

El ionómero de vidrio reforzado con metal marca Miracle Mix®, es el cemento que tiene mayor resistencia a la compresión.

5.4 HIPÓTESIS NULA

El ionómero de vidrio reforzado con metal marca Miracle Mix®, es el cemento que tiene menor resistencia a la compresión en comparación con los otros materiales utilizados.

5.5 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Medir y comparar la resistencia a la compresión del ionómero de vidrio reforzado con limadura de aleación de amalgama, del ionómero de vidrio reforzado con limadura de aleación de amalgama que viene en las cápsulas predosificadas de amalgama y el ionómero de vidrio Miracle Mix.®

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Medir la resistencia a la compresión del ionómero de vidrio tipo II (Ketac™ Molar Easymix 3M ESPE) mezclado con limadura de aleación de amalgama (Katalloy®), siguiendo los lineamientos establecidos por la Especificación N°96 de la ANSI/ADA.
- Medir la resistencia a la compresión del ionómero de vidrio tipo II (Ketac™ Molar Easymix 3M ESPE) mezclado con limadura de aleación de amalgama que viene predosificada en cápsulas de amalgama (Dispersalloy® Regular Set N 1), siguiendo los lineamientos establecidos por la Especificación N°96 de la ANSI/ADA.

- Medir la resistencia a la compresión del cemento restaurador de ionómero de vidrio de aleación de plata (Miracle Mix ®), siguiendo los lineamientos establecidos por la Especificación N°96 de la ANSI/ADA.
- Comparar todos los resultados obtenidos en las pruebas de resistencia a la compresión de cada mezcla.

5.6 MATERIALES Y MÉTODOS.

MATERIALES

1. Ionómero de vidrio (Ketac™ Molar Easymix 3M ESPE). (Figura 44)



Figura 44: Ionómero de vidrio (Ketac™ Molar Easymix 3M ESPE).

2. Amalgama en cápsulas (Dispersalloy® Regular Set N 1). (Figura 45)



Figura 45: Amalgama en cápsulas (Dispersalloy® Regular Set N 1).

3. Limadura de aleación de amalgama (Katalloy®). (Figura 46)



Figura 46: Limadura de aleación de amalgama (Katalloy®).

4. Cemento restaurador de ionómero de vidrio de aleación de plata (Miracle Mix®). (Figura 47)



Figura 47: Cemento restaurador de ionómero de vidrio de aleación de plata (Miracle Mix®).

EQUIPO E INSTRUMENTAL.

1. Loseta de vidrio y espátula para cementos metálica.
2. Hacedores de muestra: son de metal inoxidable y deben tener unas dimensiones internas de 6 mm (± 0.1) de altura y 4 mm (± 0.1) de diámetro. Para prevenir la adhesión de los cementos a las placas metálicas, éstas pueden ser cubiertas por hojas de acetato de celulosa. (Figura 48)
3. Placas metálicas.
4. Prensa de tornillo.
5. Acetato de celulosa (Cinta Myler).
6. Cronómetro.
7. Balanza Analítica Estándar BOECO BBI-31.

8. Grasa de silicón.
9. Agua desionizada.
10. Papel de carburo de silicio de 400 grados.
11. Cabina mantenida a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de al menos 90% (PolyScience).
12. Horno N.1 FELISA que mantendrá una temperatura de $37\pm 1^{\circ}\text{C}$.
13. Máquina de pruebas mecánicas INSTRON, modelo 5567.

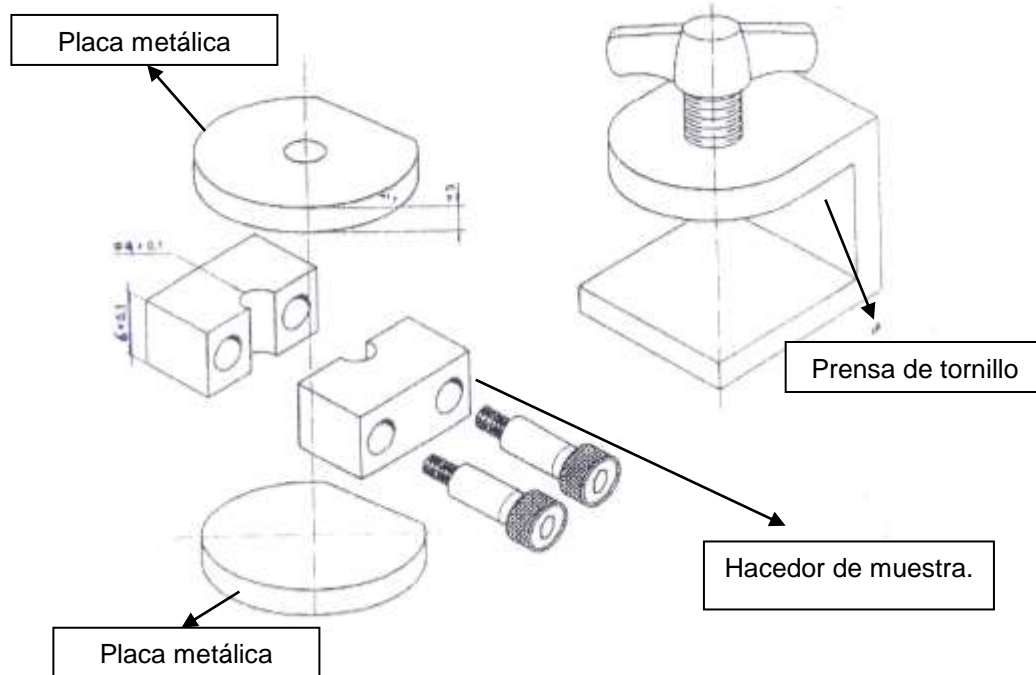


Figura 48: Esquema de los hacedores de muestra, placas metálicas y prensa de tornillo utilizados para la prueba de compresión. ⁽¹⁰⁾



VARIABLES

		UNIDAD DE MEDIDA.
DEPENDIENTE	<ul style="list-style-type: none">• Ionómero de vidrio (Ketac™ Molar Easymix 3M ESPE) mezclado con limadura de aleación de amalgama que viene predosificada en cápsulas de amalgama (Dispersallo® Regular Set N 1).• Ionómero de vidrio (Ketac™ Molar Easymix 3M ESPE) mezclado con limadura de aleación de amalgama (Katalloy®).• Cemento restaurador de ionómero de vidrio de aleación de plata (Miracle Mix®).	Gramos (g)
INDEPENDIENTE	<ul style="list-style-type: none">• Prueba de resistencia a la compresión: cuando una carga está constituida por dos fuerzas en igual dirección (actuando sobre una misma recta) y en sentido contrario tendiendo a disminuir la longitud del cuerpo (comprimirlo), se inducen dentro de él tensiones que se denominan compresivas.	Megapascales (MPa) 1 MPa = 10.1972 kg/cm ²

5.7 METODOLOGÍA

- **Condiciones ambientales:** Todas las muestras deben ser preparados a una temperatura de 23 ± 1 °C y con una humedad relativa de 60 ± 5 %.

Preparación de las muestras de prueba:

1. Se seleccionaron los hacedores de muestra, las placas metálicas y las prensas de tornillo que cumplieran con las dimensiones y características dadas por la Especificación N°96 de la ANSI/ADA. (Figura 48 y 49)

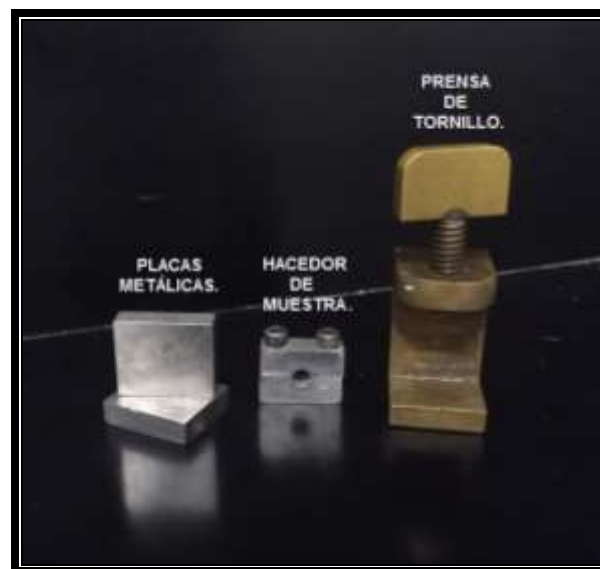


Figura 49: Placas metálicas, hacedor de muestras y prensa de tornillo.

2. Se acondicionaron durante una hora los hacedores de muestra, las placas y las prensas con las condiciones ambientales que marca la Especificación N°96 de la ANSI/ADA, para esto se llevó a cabo la preparación de las muestras en un cuarto especial donde la temperatura se mantuvo a $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $60\pm 5\%$.

3. Para cada una de las muestras del Grupo 1 (Reforzado con Katalloy®.) y Grupo 2 (Reforzado con Dispersalloy® Regular Set N1.) (Figura 45 y 46), se pesó la cantidad de limadura de aleación de amalgama que sería añadida al ionómero de vidrio (Figura 50,51 y 52); el peso estándar fue de $0.3000 (\pm 0.0100)$ g, que es lo que pesa el contenido en polvo de una cápsula de amalgama. Para las muestras del Grupo 3, no fue necesario utilizar la balanza ya que Miracle Mix® tiene su propia aleación y medida estándar por lo que solo se siguieron las indicaciones del fabricante en cuanto a las instrucciones de uso (Ver anexo 1) (Figura 53).



Figura 50: Balanza Analítica Estándar BOECO BBI-31.

Figura 51: Grupo 1: Ionómero de vidrio tipo II y limadura de aleación de amalgama (Katalloy®).





Figura 52: Grupo 2: Ionómero de vidrio tipo II y limadura de aleación de amalgama que viene predosificada en cápsulas de amalgama (Dispersalloy® Regular Set N1).



Figura 53: Grupo 3: Proporción polvo-líquido utilizada para cada muestra de Miracle Mix®.

4. Se colocó grasa de silicón en los hacedores de muestra antes de llenarlos de las mezclas, para hacer más fácil el retiro de las muestras fraguadas.
5. Se tuvo preparado el cronómetro para medir 60s de mezclado para cada muestra, el mezclado de cada material fue de acuerdo a las instrucciones del fabricante (Ver anexos del 1 al 4), se midieron otros 60s para empaçar con la espátula, tratando de no crear burbujas de

aire en el cemento al llevarlo al hacedor de muestras que se encontraba previamente colocado sobre una placa metálica y un acetato, una vez llenado el hacedor de muestra se colocó otro acetato y otra placa metálica sobre el hacedor; todo este conjunto se llevó a la prensa de tornillo y se ejerció presión sobre la placa metálica para condensar bien la mezcla dentro del hacedor de muestras (Figura 54). Todo este proceso se llevó a cabo bajo el tiempo estipulado por la Especificación N°96 de la ANSI/ADA (120s).



Figura 54: Se colocó en la prensa de tornillo una placa metálica en la base, el molde, o la placa metálica sobre el molde (la cinta Myler (acetato de celulosa) se colocó entre las placas metálicas y el molde para que no se adhiriera el material) y se ejerció presión.

6. Todo el ensamble junto con la prensa de tornillo, se introdujo inmediatamente a la cabina PolyScience, durante una hora. (Figura55)



A)



B)

Figura 55: A) PolyScience: Cabina mantenida a 37 ± 1 °C y una humedad relativa de al menos 90%. B) En esta imagen se muestra el interior de la cabina con una de las muestras, se observa el agua que mantiene la humedad relativa y el termómetro se utiliza para controlar la temperatura interna.

7. Pasada la hora dentro de la cabina, se sacó el ensamble y se removieron las placas metálicas y el hacedor de muestra de la prensa de tornillo, usando papel de carburo de silicio de 400 grados, se pulieron los extremos planos del hacedor de muestra para remover el excedente de cemento e inmediatamente después retiramos la muestra del hacedor, se revisó visualmente que no existieran burbujas de aire o rebabas; las muestras que llegaron a tener algún defecto se desecharon. (Figura 56)

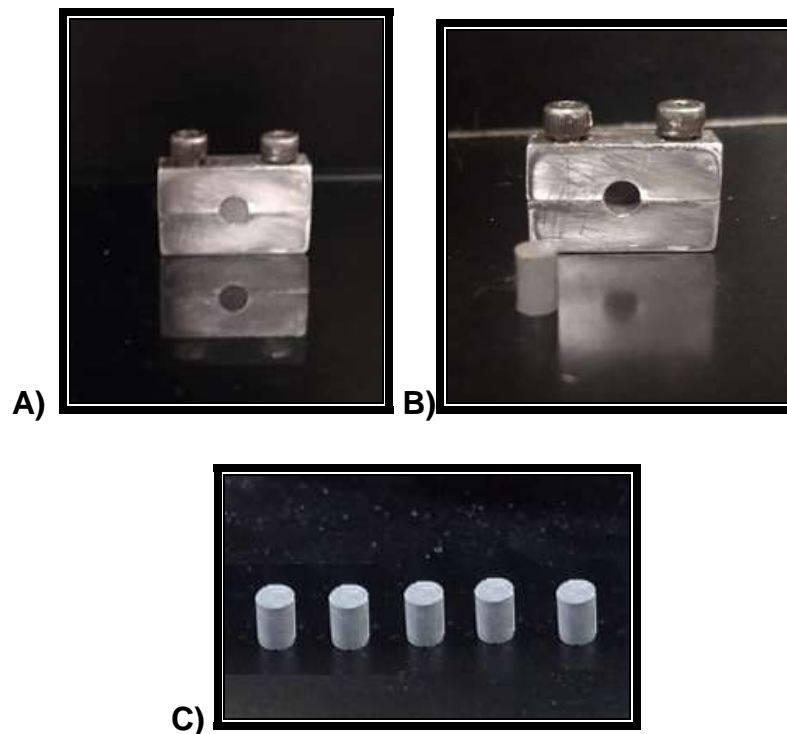


Figura 56: A) Molde metálico recién salido de la cabina PoliScience, con el cemento dentro, después de haber ejercido presión sobre él con la prensa. B) Hacedor de muestra y muestra después de haberla sacado del molde metálico. C) Muestras obtenidas de los hacedores de muestra.

8. Se prepararon 5 muestras de cada grupo:

Grupo 1: Ionómero de vidrio tipo II (Ketac™ Molar Easymix 3M ESPE) mezclado con limadura de aleación de amalgama (Katalloy®).

Grupo 2: Ionómero de vidrio tipo II (Ketac™ Molar Easymix 3M ESPE) mezclado con limadura de aleación de amalgama que viene predosificada en cápsulas de amalgama (Dispersalloy® Regular Set N1).

Grupo 3: Cemento restaurador de ionómero de vidrio de aleación de plata (Miracle Mix®).

9. Después de sacar las muestras de la cabina PolyScience, cada muestra fue sumergida en agua desionizada y colocada dentro del Horno N.1 FELISA, para mantener las muestras a una temperatura constante de $37\pm 1^{\circ}\text{C}$, durante 24hrs (Figura 57).

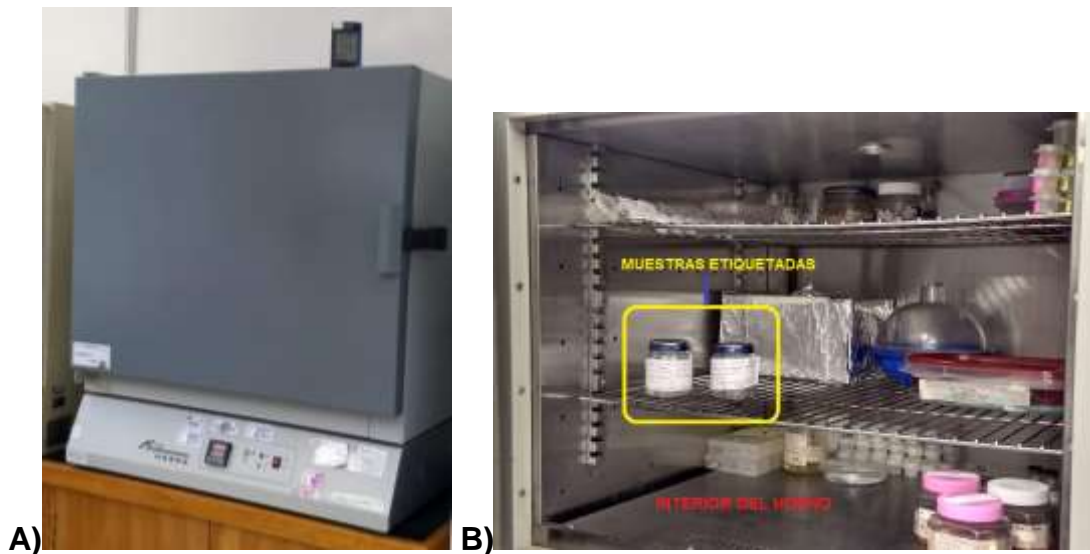


Figura 57: A) Horno N.1 FELISA, mantiene una temperatura de $37\pm 1^{\circ}\text{C}$. B) Interior del horno; en el recuadro amarillo se señalan las muestras etiquetadas utilizadas en este trabajo, se dejaron 24hrs sumergidas en agua desionizada dentro del horno.

10. Al terminar las veinticuatro horas, las muestras se sacaron del horno, se desmoldaron de los hacedores de muestra metálicos, se limaron con lija de carburo para eliminar rebabas o asperezas y fue colocada cada muestra en la máquina de pruebas mecánicas (INSTRON, modelo 5567) (Figura 58), donde se aplicó una carga compresiva a una velocidad de 1mm/min. Cuando la muestra se fracturó, se registró la carga aplicada y se calculó la resistencia a la compresión, en megapascales (MPa), por medio del programa Serie IX de la máquina de pruebas INSTRON y se registró en las tablas de resultados.

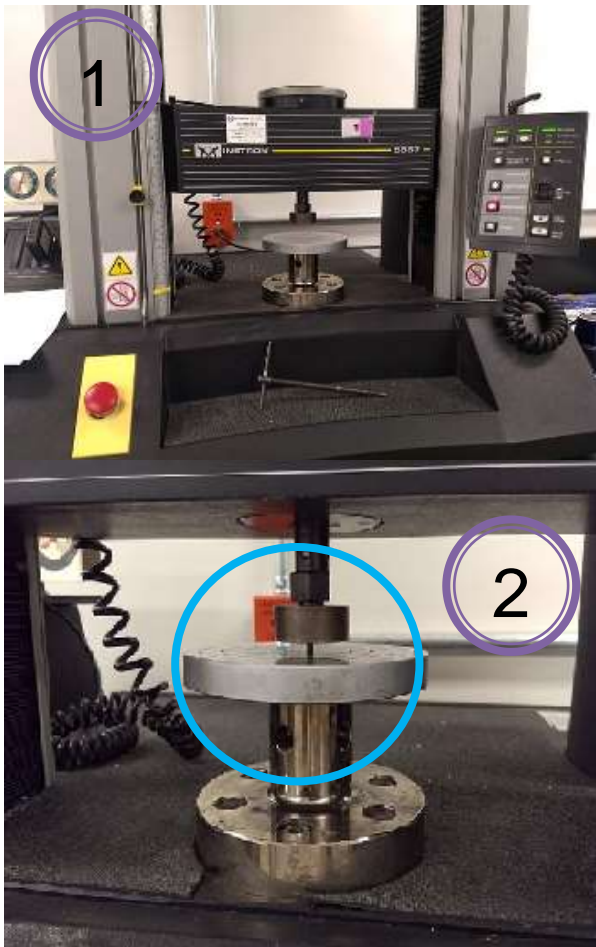


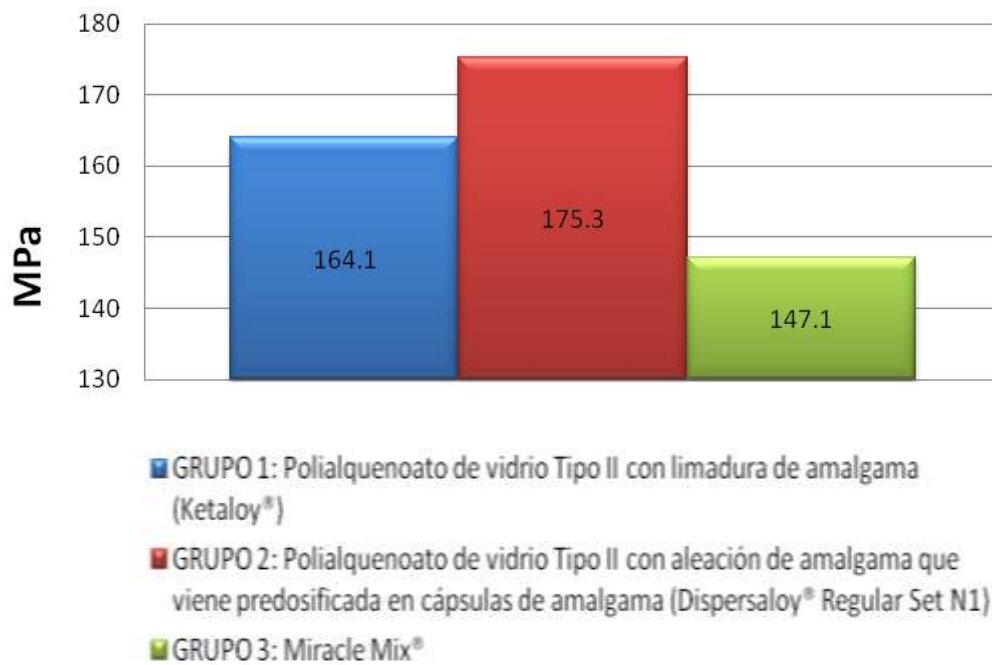
Figura 58:

1. Máquina de pruebas mecánicas (INSTRON, modelo 5567)
2. En el círculo azul se observa la muestra sobre la base y sobre la muestra hay una placa metálica que está ejerciendo una carga compresiva a una velocidad de 1mm/min.

6. RESULTADOS

Los valores encontrados para la resistencia a la compresión son superiores al valor de resistencia mínima especificada en la Tabla de Requerimientos de Cementos Dentales (ANEXO 6), dada por la Especificación N°96 de la ANSI/ADA, que es de **130 Mpa** para polialquenoatos de vidrio.

Resultados Promedio de la Resistencia a la compresión (MPa)



Como resultados, el Grupo 2: Ionómero de vidrio Tipo II con aleación de amalgama que viene predosificada en cápsulas de amalgama (Dispersaloy® Regular Set N1) mostró la mayor resistencia a la compresión (175.3 MPa), con una gran diferencia con respecto al Grupo 3: Miracle Mix® (147.4 MPa). Entre el Grupo 2 (175.3 MPa) y el Grupo 1: Ionómero de vidrio Tipo II con



limadura de amalgama (Ketaloy®) (164.1 MPa) no hubo gran diferencia entre los resultados obtenidos.

El Ionómero de vidrio Tipo II con aleación de amalgama que viene predosificada en cápsulas de amalgama (Dispersaloy® Regular Set N1) resultó ser el más resistente, seguido por el Ionómero de vidrio Tipo II con limadura de amalgama (Ketaloy®) y al final el Miracle Mix®.

Por lo tanto no se cumplió la hipótesis planteada en el trabajo pero afirmamos la hipótesis nula al obtener como resultado que Miracle Mix®, en comparación con las otras mezclas, dio el menor resultado en la prueba de resistencia a la compresión (147.4).

RESULTADOS					
Resistencia a la compresión (MPa)		Promedio (Mean)	Desviación estándar	F	P
Grupo 1: Polialquenoato de vidrio Tipo II con limadura de amalgama (Ketaloy®)	165.3 MPa 178.1 MPa 148.6 MPa 165.6 MPa 103.1 MPa	164.1	20.395	0.325	0.728
Grupo 2: Polialquenoato de vidrio Tipo II con aleación de amalgama que viene predosificada en cápsulas de amalgama (Dispersaloy® Regular Set N1)	164.5 MPa 171.7 MPa 177.8 MPa 176.4 MPa 185.1 MPa	175.3	29.138		
Grupo 3: Miracle Mix®	145.1 MPa 123.2 MPa 167.8 MPa 151.4 MPa 175.2 MPa	147.4	29.350		

Tabla 14: Resultados.



ANÁLISIS

Después de haber obtenido los datos registrados en las tablas de resultados, se realizó una Prueba de Varianza (ANOVA de una vía) que sirve para verificar las diferencias en los resultados y un Post-Hoc (TUKEY).

- Análisis de varianza de una sola vía:

La Prueba de normalidad y la de igual varianza, son utilizadas para verificar los supuestos para saber si la Prueba de ANOVA de una vía es la más indicada para nuestro estudio.

- ✓ Prueba de normalidad: Aprobada (P = 0.076)
- ✓ Prueba de igualdad de varianza: Aprobada (P = 0.902)

El valor de P de la Prueba de normalidad debe ser mayor a 0.05 para saber si la distribución es normal y nosotros obtuvimos un valor de 0.076, por lo tanto, es correcto aplicar ANOVA a nuestro estudio.

El valor de P de la Prueba de igualdad de varianza también debe ser mayor a 0.05 y nosotros obtuvimos un valor de 0.902, con lo que reafirmamos que la aplicación de ANOVA es correcta.

Grupos	Promedio	Desviación estándar
Grupo 1: Polialquenoato de vidrio Tipo II con limadura de amalgama (Ketaloy®)	164.1	20.395
Grupo 2: Polialquenoato de vidrio Tipo II con aleación de amalgama que viene predosificada en cápsulas de amalgama (Dispersaloy® Regular Set N1)	175.3	29.183
Grupo 3: Miracle Mix®	147.4	29.350



Las diferencias en los valores promedio de los grupos de tratamiento no son lo suficientemente grandes como para excluir la posibilidad de que la diferencia se deba a la variabilidad del muestreo aleatorio; no hay una diferencia estadísticamente significativa en los resultados.

Respecto a nuestra hipótesis, podemos determinar que no se cumple, puesto que, de acuerdo con los resultados obtenidos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos de estudio. Se esperaba que Miracle Mix® fuera el más resistente por traer la mezcla de ionómero de vidrio y metal predosificada desde fábrica, sin embargo, no se cumplió lo establecido.



7. DISCUSIÓN

Un estudio similar al nuestro realizado por Kerby y Bleiholder, utilizaron ionómero de vidrio con acero inoxidable, Ketac Silver y Miracle Mix® y compararon la resistencia a la compresión de estos materiales, llegando a la conclusión de que ionómero de vidrio con acero inoxidable había obtenido la mayor resistencia a la compresión, seguido por Ketac Silver y en último lugar Miracle Mix®, lo que era igual a nuestro estudio ya que de igual manera Miracle Mix® nos dio el resultado más bajo en resistencia a la compresión.

Otro estudio realizado (2015) en dientes primarios, Miracle Mix® obtuvo buenos resultados en cuanto a prueba de fractura, en comparación con nuestro estudio donde obtuvimos resultados ligeramente inferiores, esto se debe a que nuestro estudio está basado en cargas compresivas de dientes permanentes y donde Miracle Mix® ha tenido valores significativamente altos en estudios con dientes temporales.

Actualmente se están realizando estudios sobre mejoras hacia los ionómeros de vidrio modificados, ya que por su apariencia antiestética y la baja resistencia a la compresión que tienen, han llevado a los investigadores a hacer mejoras en estos materiales, dando como resultado los ionómeros de vidrio con zirconia donde en diversos estudios comparativos da valores muy superiores a los 130 MPa establecidos por la norma 96 de la ANSI/ADA.

El Ionómero de vidrio con zirconia y el Ionómero de vidrio reforzado con cerámica, son los nuevos ionómeros de vidrio reforzados que ya están en estudios in vivo para su evaluación y comparación de propiedades físicas, son una opción para sustituir a los ionómeros de vidrio reforzados con metal ya que éstos nuevos ionómeros presentan valores muy superiores en cuanto



a resistencia a la compresión y lo más importante para los pacientes, son de color del diente.

En un estudio realizado en 2017 por El-Wassefy NA et.al., se concluyó que la incorporación de nanopartículas de plata en el polvo de ionómero de vidrio, puede llegar a limitar la formación de biopelícula, estos datos pueden beneficiarnos en la toma de decisiones a la hora de realizar obturaciones, ya que el poder antibacteriano que los ionómeros de vidrio reforzados con plata nos proporcionan puede ser utilizado en restauraciones posteriores donde la estética no es primordial y para el manejo de caries radiculares, especialmente en pacientes geriátricos.



8. CONCLUSIONES

Concluimos que los polialquenoatos de vidrio reforzados con metal son un material ideal para restauraciones en:

- Pacientes pediátricos ya que dicho material no necesita de una preparación mínima para ser colocado, tiene la resistencia y las propiedades de desgaste adecuadas, es fácil de colocar y tiene cierta adherencia al diente y liberación de fluoruro que los beneficia.
- Adultos Mayores ya que gracias a la liberación de fluoruro del polialquenoato de vidrio reforzado con metal, nos es suficiente para mantener a dichos pacientes sin caries secundarias.
- Pacientes de bajos recursos que tienen dificultades económicas para pagar tratamiento estéticos como los que se ven constantemente en las brigadas de salud buco-dental.
- Pacientes a los que no les importa la estética dental y accedan a reconstrucciones poco estéticas, ya que el polialquenoato de vidrio reforzado con metal tiene la desventaja de no ser un material translucido y su color plata resalta sobre el color natural de los dientes.

Dentro de las brigadas de salud buco-dental se colocan solamente las restauraciones de polialquenoato de vidrio reforzado con metal como restauración final en una endodoncia. Con toda la información recabada en esta investigación, puedo afirmar que podría darse un mayor aprovechamiento al polialquenoato de vidrio reforzado con metal, pues llegan muchos adultos mayores con sensibilidad, resecciones, caries clase 5 o restauraciones fracturadas y no se les da ningún tipo de tratamiento, ya que



solo se atienden caries clase 1 que no estén muy profundas y se da prevención, sin embargo en todos los casos antes mencionados se podría utilizar el polialquenoato de vidrio reforzado con metal y así mejoraría la calidad de vida en cuestión de salud bucal de estos pacientes poniendo en práctica nuestros conocimientos de materiales dentales y aprovechando completamente todas las herramientas que nos proporciona la universidad para brindar un servicio de calidad.



9. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

1. De la Paz T, Garcia Alguasil Cd, Ureña Espinosa M., Ionómero de vidrio: el cemento dental de este siglo. Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta. 2016; 41(7). Disponible en: <http://revzoilomarinello.sld.cu/index.php/zmv/article/view/724>.
2. Barceló SFH y cols., Estudio comparativo de Ionómeros de vidrio y reforzados con metal. Revista ADM, 1999; LVI (5):177-181
3. Serrano P., Sánchez J., Tesis de Licenciatura, Estudio comparativo de ionómeros de vidrio reforzados con metal, Facultad de Odontología, UNAM, México.1996. pp.10
4. Figura disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/adhesion-odontologia/adhesion-odontologia.pdf> pp.36
5. Alan Donald Wilson. Figura disponible en: Nicholson, J. (2012). Alan Donald Wilson OBE (1928–2011). Dental Materials, 28(5), 465–466.
6. Flores L., Ionómeros de vidrio restauradores: valoración de acuerdo a la Norma 96 de la ADA. Revista ADM, 2010;67(2):72-77
7. Carrillo SC., Revisión de los principios de preparación de cavidades. Extensión por prevención o prevención de la extensión. Revista ADM 2008;LXV(5):263-271
8. Figura disponible en: https://www.google.com/search?q=ASPA+IONOMERO&tbm=isch&ved=2ahUKEwj1_Prk6-vAhURYqwKHQd0D84Q2-cCegQIABAA&oq=ASPA+IONOMERO&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAQQzoCCAA6BAgAEB46BggAEAqQHICjCFi1I2D6JGgAcAB4AIABYQKIAZkKkgEHMC4zLjEuMpgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&scient=img&ei=LpdvYPWtNJHEsQWH6L3wDA&bih=657&biw=1366&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712#imgrc=jN_VTKj1vdhNvM.



9. Guzmán, H., Biomateriales odontológicos de uso clínico. 5ta ed., Bogotá. ECOE Ediciones, 2013. pp.105-117
10. Figura disponible en: <https://www.invent.org/inductees/sumita-mitra>
11. Croll T. Glass Ionomers and Esthetic Dentistry: What The New Properties Mean to Dentistry. JADA 1992;123:51-54
12. Figura disponible en: https://www.google.com/search?q=IONOMERO+DE+VIDRIO++autocurado&tbm=isch&ved=2ahUKEwjQgrCdj_DvAhUHXq0KHfq3Dq8Q2-cCegQIABAA&oq=IONOMERO+DE+VIDRIO++autocurado&gs_lcp=CgNpbWcQAzICCABQqAdYni5gxTJoAHAAeACAACABiAHCApIBAzAuMpgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=WLxvYN D2Gle8tQX677r4Cg&bih=657&biw=1349&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712&hl=es#imgrc=KaD9YEgAClyXnM
13. Figura disponible en: https://www.google.com/search?q=IONOMERO+DE+VIDRIO+fotocurado&tbm=isch&ved=2ahUKEwj-9dChj_DvAhUXyawKHS1fDvgQ2-cCegQIABAA&oq=IONOMERO+DE+VIDRIO+fotocurado&gs_lcp=CgNpbWcQAzICCAA6BAgAEEM6BggAEAgQHjoECAAQGFCXsEBYhMNAYNbGQGgAcAB4AIABmgOIAbMSkEJMC42LjMuMS4xmAEAoAEBggELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=YbxvYL7BFJeSswWtrnADw&bih=657&biw=1349&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712&hl=es#imgrc=TQcgZI3_KjwboM
14. Figura disponible en: https://www.google.com/search?q=rivacem&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712&sxsrf=ALeKk02kZba9s9zzQdl52ITshe_5J4jVFQ:1617937098523&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiXm5qwlfDvAhUKiqwKHTcwBXIQ_AUoA3oECAEQBQ&biw=1366&bih=657#imgrc=QypeyEXy82qgeM&imgdii=QrjQ6ZrBsNO5QM



15. Figura disponible en:
https://www.google.com/search?q=IONOMERO+DE+VIDRIO+capsulas+tipo+2&tbm=isch&ved=2ahUKEwjnrDul_DvAhUKba0KHdcPBmsQ2-cCegQIABAA&oq=IONOMERO+DE+VIDRIO+capsulas+tipo+2&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAQHIDO2AFYjecBYMXtAWgAcAB4AIAB5wGIAfAlkgEFMC41LjKYAQCgAQGgAQnd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=ZcVvYKDYLoratQXXn5jYBg&bih=657&biw=1349&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712&hl=es#imgrc=DJx6UHLxyxHOLM
16. Graham J., Atlas práctico de cementos de ionómero de vidrio. Guía clínica. Mallorca. Salvat Editores, 1990. pp.1-90.
17. <https://multimedia.3m.com/mws/media/281923O/ketac-molar-easymix-technical-product-profile.PDF>
18. <https://core.ac.uk/download/pdf/19709564.pdf>
19. Figura disponible en:
https://www.google.com/search?q=aquacem+luting+cement&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712&sxsrf=ALeKk02MLsjTDYhhjSIsYj3U_sfAsq-Wvg:1617943519205&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj23emIrfDvAhUBQ6wKHbkWAeQQ_AUoAXoECAEQAw&biw=704&bih=593#imgrc=7lwwMTYnRjawfM
20. Casanellas J M, Navarro J L, Espías A., Cementos de ionómero de vidrio. A propósito del cemento Ketac-Cem® (ESPE). Av Odontoestomatol 1999; 15:445-51.
21. Joubert, R., Odontología adhesiva y estética. Madrid. Editorial Ripano, 2010. pp.77-93
22. RothitDhoot et. al. Advances in Glass Ionomer Cement (GIC): A Review. IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS) e-ISSN: 2279-0853, p-ISSN: 2279-0861. Volume 15, Issue 11 Ver. III (November. 2016), PP 124-126 www.iosrjournals.org



23..Figura disponible en:

https://www.google.com/search?q=Fuji+LC&tbm=isch&ved=2ahUKEwjBq5KGwvDvAhUEH6wKHSeJCDEQ2-cCeqQIABAA&oq=Fuji+LC&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQEzIECAAQEzIICAAQBxAeEBMyCAgAEAgQHhATMggIABAIEB4QEzIICAAQCBAeEBMyCAgAEAgQHhATMggIABAIEB4QEzIICAAQCBAeEBMyCAgAEAgQHhATUJXdA1iV3QNgi-ADaABwAHgAgAGVAYgBIQGSAMwLjGYAQcGqAQGqAQnd3Mtd2I6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=ofFvYJvXNoS-sAWnkqKIAw&bih=600&biw=1366&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712#imgrc=wy2gmDsOjtXXbM

24. Figura disponible en:

https://www.google.com/search?q=Ketac-Endo&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712&sxsrf=ALeKk03pkGVDCAsq4w24KxpYUAK7rT6d5A:1617950091943&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=8lfW9cC0eSSe4M%252CbhaAduGvDbYDeM%252C_&vet=1&usq=A_l4_kQy9fA5yFO3M80c1jC8mvGiAzub8w&sa=X&ved=2ahUKEwjh_vnjxfDvAhUBWK0KHZhaBIAQ9QF6BAgNEAE#imgrc=8lfW9cC0eSSe4M

25. Figura disponible en:

https://www.google.com/search?q=beautiful&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712&sxsrf=ALeKk003AtLVPFzNjWT6obKTj-Y1k64V3g:1617951502666&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKewi-xdGEy_DvAhUMeKwKHXwnDSkQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=600#imgrc=udcjt5y_XZ9aQM

26. Figura disponible en:

https://www.google.com/search?q=Reactmer&tbm=isch&ved=2ahUKEwjV6fjVyfDvAhXul60KHQBTCGYQ2-cCeqQIABAA&oq=Reactmer&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECCMQJzoHCC



[MQ6glQJ1DS2glYvN4JYMThCWgBcAB4AIABoQGIAaEBkgEDMC4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWewAQRAAQE&sclient=img&ei=oPlvYNWZEU6vtgWApqGwBg&bih=600&biw=1366&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712#imgrc=uWn0uhnFBAZREM](https://www.google.com/search?q=amalgomer&tbm=isch&ved=2ahUK EwiKw-PMzPDvAhWul60KHV_GBblQ2-cCegQIABAA&oq=amalgomer&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECCMQJzIECCMQJzIECAAQE1CSU1iSU2CYVWgAcAB4AIABgQGIAyEBkgEDMC4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=svxvYlqiF66vtgXfjJeQCw&bih=600&biw=1366&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712#imgrc=uWn0uhnFBAZREM)

27. Figura disponible en:

https://www.google.com/search?q=amalgomer&tbm=isch&ved=2ahUK EwiKw-PMzPDvAhWul60KHV_GBblQ2-cCegQIABAA&oq=amalgomer&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECCMQJzIECCMQJzIECAAQE1CSU1iSU2CYVWgAcAB4AIABgQGIAyEBkgEDMC4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=svxvYlqiF66vtgXfjJeQCw&bih=600&biw=1366&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712#imgrc=H3HsZtZTzSrpBM

28. Figura disponible en:

https://www.google.com/search?q=Micron+Bioactive&tbm=isch&ved=2ahUKEwJPzZSjyvDvAhVE-KwKHXPtB-wQ2-cCegQIABAA&oq=Micron+Bioactive&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECCMQJzoHCCMQ6glQJ1DsJBVYrZEVYK2UFWgBcAB4AIABhAKIAYQCkgEDMi0xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWewAQRAAQE&sclient=img&ei=QvpvYM-kDsTswX6pp3gDg&bih=600&biw=1366&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712#imgrc=771gnmMHVAy5KM

29. Figura disponible en:

https://www.google.com/search?q=ionomero+de+vidrio+reforzado+con+zirconia&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712&hl=es&sxsrf=ALeKk02KhWd1dgpo8m2J4nNwCE7Y3ZUOWQ:1617952851906&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi32oCIOPDvAhXJmq0KHYetBegQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=600#imgrc=nN9vmho4aCCAXM

30. Almuhaiza M. Glass-ionomer Cements in Restorative Dentistry: A Critical Appraisal. J Contemp Dent Pract 2016;17(4):331-336.



36. Figura disponible en:
https://www.google.com/search?q=base+de+ionomero+de+vidrio&tbm=isch&hl=es&chips=q:base+de+ionomero+de+vidrio,g_1:colocacion:Ze12HOcCvBQ%3D&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712&sa=X&ved=2ahUKEwivj_O8hvLvAhUROawKHeXgAXoQ4IYoAXoECAEQGg&biw=1349&bih=600#imgrc=8g8m1vBzllez_M
37. Figura disponible en: Ferreira et. al. Caries temprana de la Infancia. Caso clínico. *Pediatr. (Asunción)*. 2018; 45(3):242-250 (setiembre - diciembre) <http://scielo.iics.una.py/pdf/ped/v45n3/1683-9803-ped-45-03-242.pdf>
38. Cervera A. et.al. Cementado y Biomecánica. Prescripción Cervera, Cementado y Biomecánica General. Módulo 3º Manual n4º Madrid. LEDOSA, 2016. 23-31,71-83.
39. Figura disponible en:
<http://alfonsoescobar.integ.ro/interna-mod-8.html?action=item2>
40. Figura disponible en: <https://www.acop.com.co/2020/07/15/que-es-la-caries-dental-en-los-ninos/>
41. Figura disponible en: <http://www.iztacala.unam.mx/rrivas>
42. Figura disponible en:
https://www.google.com/search?q=caries+profunda+en+ni%C3%B1os&tbm=isch&hl=es&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712&sa=X&ved=2ahUKEwijn76vgPrvAhWQFqwKHaqyDCQQBxoECAEQOw&biw=1349&bih=600#imgrc=Yz-h48oTe4NyTM
43. McLean., Cermet cements. *JADA*.1990;120:43-47
44. Moshaverinia A. et al., A review of powder modifications in conventional glass-ionomer dental cements. *J. Mater. Chem* 2011; 21:1319–1328
45. Simmons J., Silver-alloy powder and glass ionómero cement. *JADA* 1990; 120:49-52



-
46. Figura disponible en:
<http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/66816/P%C3%B3ster.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
47. El-Wassefy NA, El-Mahdy RH, El-Kholany NR., The impact of silver nanoparticles integration on biofilm formation and mechanical properties of glass ionómero cement. J Esthet Restor Dent. 2017; 00:1–7. <https://doi.org/10.1111/jerd.12353>
48. Figura Disponible en:
https://www.google.com/search?q=jeringa+tipo+centrix&rlz=1C1RLNS_esMX711MX712&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi8pq_eBq_XmAhURS60KHTnVAp4Q_AUoAXoECAsQAw&biw=1366&bih=657#imgrc=Jb-AKxCtPiCKGM:
49. Murthy SS, Murthy GS. Comparative evaluation of shear bond strength of three commercially available glass ionomer cements in primary teeth. J Int Oral Health 2015;7(8):103-107.
50. Chalissery VP, Marwah N, Almuhaiza M, AlZailai AM, Chalisserry EP, Bhandi SH, Anil S. Study of the Mechanical Properties of the Novel Zirconia-reinforced Glass Ionomer Cement. J Contemp Dent Pract 2016;17(5):394-398.
51. Paiva L. et.al., Antibacterial properties and compressive strength of new one-step preparation silver nanoparticles in glass ionomer cements (NanoAg-GIC). Journal of Dentistry 69 (2018) 102-109.
52. Chitharanjan S. et. al., Comparative Evaluation of Compressive Strength of Ketac Molar, Zirconomer, and Zirconomer Improved. Sch. J. Dent. Sci., Vol-4, Iss-6 (Jun, 2017), pp-259-261
53. Abhishek B. et. al., Evaluation and comparison of physical properties and fluoride release of newly introduced ceramic
-



reinforced glass-ionomer restorative material with other glass ionomer cements – An *in vitro* study. International Journal of Applied Dental Sciences 2017; 3(4): 486-492

54. Mishra A, Singh G, Singh SK, Agarwal M, Qureshi R, Khurana N. Comparative Evaluation of Mechanical Properties of Cention N with Conventionally used Restorative Materials—An *In Vitro* Study. Int J Prosthodont Restor Dent 2018;8(4):120-124.
55. Arun S. and Ajitha P. Evaluation of compressive strength between Cention N and high copper amalgam - An *in vitro* study. Drug Invention Today | Vol 12 • Issue 2 • 2019 255-257
56. Mohammad N, Pattanaik S, *et al.* Comparative Evaluation of the Fracture Strength of Pulpotomized Primary Molars: An *In Vitro* Study. Int J Clin Pediatr Dent 2019;12(1):5–9.
57. Ubaid I. *et. al.*, Comparison of the compressive strength of three core built up materials International Journal of Applied Dental Sciences 2019; 5(2): 291-292
58. John W *et. al.* Enhancing the Mechanical Properties of Glass-Ionomer Dental Cements: A Review. *Materials* 2020, 13, 2510; doi:10.3390/ma13112510



ANEXOS

ANEXO 1:

INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE:

- **MIRACLE MIX® (MEZCLA COMERCIAL)**

Miracle mix es un ionómero de vidrio convencional constituido por una mezcla de un ion filtrable de polvo de vidrio de aluminosilicato de liberación iónica con una solución acuosa de ácido poliacrílico y polvo esférico de aleación de plata para amalgama adicionada al polvo. ⁽³⁾

Este producto debe ser utilizado exclusivamente por un profesional dental, siguiendo las indicaciones recomendadas por el fabricante.

INDICACIONES

1. Restauración de muñones.
2. Restauración de los dientes de leche.
3. Casos en los que sea necesaria la radiopacidad.
4. Como base o protector.
5. Clase I, clase II limitada, rellenos temporales, etc.

CONTRAINDICACIONES

1. Protección pulpar.
2. En raras ocasiones, el producto puede causar sensibilidad en algunas personas. Si se experimentan estas reacciones, interrumpir el uso del producto y consulte a su médico.

INSTRUCCIONES DE USO

1. Administración del polvo y el líquido.



Vierta la aleación Miracle Mix en el frasco de polvo Miracle Mix y sacuda enérgicamente.

- a) La aleación de polvo y líquido recomendada es 2 o 3 medidas de polvo por 2 gotas de líquido.
- b) Para una administración precisa del polvo, golpee suavemente el frasco contra su mano. No lo sacuda, ni lo gire.
- c) Sostenga el frasco del líquido verticalmente y presiónelo suavemente.
- d) Cierre los frascos justo después de su utilización.
- e) Agite el frasco de polvo de vez en cuando.

2. Mezcla.

Vierta el polvo y el líquido en el bloque de mezcla o la placa de vidrio.

Divida el polvo en 2 partes iguales. Mezcle la primera parte con todo el líquido durante 15- 20 segundos.

Incorpore la parte restante y mezcle todo por completo durante 20 segundos.

Nota: Se recomienda una consistencia pesada.

3. Técnica de restauración

- a) Prepare el diente mediante la técnica estándar. No es necesaria una retención mecánica extensa. Para la protección pulpar, utilice hidróxido de calcio.
- b) Lave y seque, pero no desequie. Se recomienda utilizar GC CAVITY CONDITIONER o GC DENTIN CONDITIONER para retirar la capa de barrillo.
- c) Mezcle la cantidad necesaria de cemento. El tiempo es de 1 min 30 s a 23° C (73.4°F). Una temperatura superior reducirá el tiempo de trabajo.
- d) Retire la humedad de la superficie pero no desequie.
- e) Dispense el cemento en el preparado mediante una jeringa o un instrumento adecuado. Procure no formar burbujas de aire.



- f) Forme el contorno.
 - g) El tiempo de fraguado es de 5'00" a 5'30" desde el inicio de la mezcla.
4. Acabado.
- Utilice la técnica estándar.

ALMACENAMIENTO

Almacene a una temperatura de 4-25°C (39,2-77,0 °F)

(Vida útil: 3 años en el caso del polvo, 2 años en el caso del líquido)

ANEXO 2:

INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE:

IONÓMERO DE VIDRIO KETAC™ MOLAR EASYMIX® 3M ESPE.

El material de obturación de ionómero de vidrio Ketac™ Molar Easymix 3M ESPE está disponible en la versión de mezclado manual. ⁽¹⁷⁾

La relación de polvo-líquido (proporciones por peso) de la versión de mezclado manual es de 4.5:1. Esto corresponde a una cuchara de medición de polvo y a una gota de líquido. ⁽¹⁷⁾

Para lograr excelentes valores de fuerza y de consistencia de empaque simultáneamente con un buen comportamiento de fraguado, la distribución de las partículas y el pre-tratamiento del vidrio para el ionómero de vidrio Ketac Molar ha sido especialmente optimizado. El polvo de vidrio utilizado en el ionómero de vidrio Ketac Molar es un vidrio muy fino y radiopaco de aluminio-calciolantano de vidrio fluorosilicato. ⁽¹⁷⁾

La distribución del tamaño de las partículas demuestra que un 90% de todas las partículas son más pequeñas de 9µm y un 10% son menores a 1µm. Cincuenta por ciento de las partículas de vidrio en el ionómero de vidrio Ketac Molar miden hasta aproximadamente 2.8µm. ⁽¹⁷⁾



Descripción del producto Ketac™ Molar Easymix fabricado por 3M ESPE es un cemento de ionómero de vidrio de mezclado manual que es excepcionalmente fácil de mezclar. La característica que tiene el material de adherirse químicamente al esmalte y a la dentina facilita su preparación y ofrece un excelente sellado de los márgenes de la obturación. ⁽¹⁷⁾

El material puede ser aplicado sin base. Libera iones de flúor y es radiopaco. Ketac Molar Easymix también es adecuado para su uso en la terapia de obturación de invasión mínima (MI) y para aplicaciones que involucran la técnica de A.R.T. (tratamiento restaurativo atraumático). Los siguientes tonos de Ketac Molar Easymix están disponibles: A1, A3, A4 y B2. ⁽¹⁷⁾

Tiempos

A una temperatura ambiente de 23°C/73°F y a una humedad relativa de 50% se aplican los siguientes tiempos (Tabla 15): ⁽¹⁷⁾

	min:seg.
Mezclado	00:30
Tiempo de trabajo desde el inicio de la mezcla	03:00
Fraguado desde el inicio de la mezcla	05:00

Tabla 15. ⁽¹⁷⁾

A temperaturas más altas, el tiempo disponible para procesado es acortado, mientras que es prolongado a temperaturas más bajas que las indicadas (por ejemplo, mezclado en una loseta de vidrio fría). El tiempo de procesado también es acortado si la cantidad de polvo es mayor a la recomendada. El



exceder el tiempo de procesado da como resultado una adhesión disminuida al esmalte y a la dentina. ⁽¹⁷⁾

ANEXO 3:

INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE:

- **KATALLOY®**

Katalloy® es una aleación de amalgama de plata de virutas finas. Katalloy® permite elaborar una pasta de amalgama extraordinariamente flexible y ligera.

70% Ag / exento de cinc / activado / dosificable /slow-setting

Corresponde a la especificación núm.1 de FDI.

ANEXO 4:

INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE:

- **Dispersalloy® Regular Set N1.**

Amalgama de fase dispersa que contiene partículas cortadas a torno y esferas eutécticas de plata y cobre.

Composición:

Aleación en polvo

Plata 69%

Estaño 18%

Cobre 12%

Zinc 1%



La relación recomendada de la mezcla de mercurio con el resto de la masa es aproximadamente 1:1.

La amalgama Dispersalloy® está indicada para la realización de restauraciones que se verán sometidas a stress masticatorio (clase 1 y 2), cuando otros materiales de restauración no estén recomendados.

ANEXO 5:

Ketac-Silver

Es un cemento de ionómero de vidrio de fraguado hídrico, compuesto de un vidrio de aluminosilicato de liberación iónica fusionado a partículas de plata y ácido poliacrílico combinado con una solución acuosa de ácido tartárico diluido. Es el resultado de investigaciones realizadas con respecto a éstos nuevos materiales y sus limitaciones. ⁽³⁾

El cemento Ketac-Silver viene en cápsulas predosificadas para mezclado automático, que puede ser inyectado en el diente directamente de la cápsula, sin embargo todavía es posible inyectar material mezclado a mano, si la mezcla se carga en una jeringa tipo Centrix. El material encapsulado, de acuerdo con la demanda de ventas, es el más popular a pesar de algunas críticas de que hay una cantidad insuficiente de material disponible para la acumulación del núcleo y esto puede producir cierta variabilidad en la consistencia de la mezcla. ⁽⁴³⁾

Este material tiene una mejor resistencia a la abrasión que los Ionómeros de vidrio regulares y en pruebas de abrasión oclusal simuladas, ha mostrado resistencia comparable a la amalgama. También se han encontrado mayor resistencia a la abrasión que el cemento de ionómero de vidrio regular, pero la superficie todavía muestra ligera microfractura por resequedad. McKinney



y otros postularon que la resistencia al desgaste mejorada podría ser causada por el efecto lubricante de la plata. ⁽⁴³⁾

Aunque la resistencia a la abrasión de los ionómero de vidrio tipo cermet ha dado como resultado una mejora considerable en el rendimiento clínico, su resistencia a la flexión y la resistencia a la fractura son insuficientes para permitir su uso en cavidades que soportan demasiado estrés. (Tabla 16) ⁽⁴³⁾

	Flexural strength (MPa)
Amalgam alloy	140
Composite posterior resin	120-150
Composite conventional resin	110-135
Composite Microfil	60-80
Glass ionomer Type II	20
Glass ionomer Ketac-Silver	40

Tabla 16: Tabla comparativa de la resistencia a la flexión (MPa) de la amalgama, composite de resina posterior, composite de resina conveccional, composite Microfil, ionómero de vidrio tipo II y ionómero de vidrio Ketac-Silver.

Podemos observar que la amalgama y los composites, tienen mayor resistencia a la flexión que el cemento tipo Cermet (Ketac-Silver). ⁽⁴³⁾

Ketac-Gold

Es fabricado en forma similar al Ketac-Silver y su comportamiento es tan bueno como el de éste, pero además no presenta problemas de oscurecimiento debido a la oxidación. La diferencia es que el metal utilizado es oro en lugar de plata. ⁽³⁾

Anexo 6:

Tabla de Requerimientos de Cementos Dentales, dada por la Especificación N°96 de la ANSI/ADA.

- 130 Mpa para polialquenoatos de vidrio.

Table 1 — Requirements of dental cements

Chemical type	Application	Film thickness max. µm	Net setting time min.		Compressive strength min. MPa	Acid erosion max. mm/yr		Opacity % at min. max.		Acid-soluble As content mg/g	Acid-soluble Pb content mg/g
			min.	max.		min.	max.	min.	max.		
Zinc phosphate	luting	25	2.5	8	70	0.1	—	—	—	2	100
Zinc polycarboxylate	luting	25	2.5	8	70	2.0	—	—	—	2	100
Glass polyalkenoate	luting	25	2.5	8	70	0.05	—	—	—	2	100
Zinc phosphate	base liners	—	2	6	70	0.1	—	—	—	2	100
Zinc polycarboxylate	base liners	—	2	6	70	2.0	—	—	—	2	100
Glass polyalkenoate	base liners	—	2	6	70	0.05	—	—	—	2	100
Silicate	restorative	—	2	6	170	0.05	0.35	0.55	—	2	100
Glass ionomer	restorative	—	2	6	170	0.05	0.35	0.97	—	2	100
Glass polyalkenoate	restorative	—	2	6	130	0.05	0.35	0.03	—	2	100