



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA FLEXURAL ENTRE DOS TIPOS DE  
CEMENTOS RESINOSOS DUALES”**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Odontóloga**

**Autora:**

María Mercedes Portero Rugel

**Tutor:**

Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero

**Riobamba, Ecuador. 2023**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Yo, Maria Mercedes Portero Rugel, con cédula de ciudadanía 1500913080, autora del trabajo de investigación titulado: “Comparación de la resistencia flexural entre dos tipos de cementos resinosos duales” certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba 07 de febrero de 2023



Maria Mercedes Portero Rugel

C.I: 1500913080

## **CERTIFICADO DEL TUTOR**

EL suscrito docente-tutor de la Carrera de Odontología, de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad Nacional de Chimborazo, Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero CERTIFICA, que la señorita María Mercedes Portero Rugel con C.I: 1500913080, se encuentra apta para la presentación del proyecto de investigación: “COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA FLEXURAL ENTRE DOS TIPOS DE CEMENTOS RESINOSOS DUALES” y para que conste a los efectos oportunos, expido el presente certificado, a petición de la persona interesada, el 02 de diciembre en la ciudad de Riobamba del año 2022.

Atentamente,



Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero

**DOCENTE – TUTOR DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

## PÁGINA DE REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de revisión del proyecto de investigación: “**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA FLEXURAL ENTRE DOS TIPOS DE CEMENTOS RESINOSOS DUALES**”, presentado por la **Srta. María Mercedes Portero Rugel** y dirigida por el **Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero**, una vez revisado el proyecto de investigación con fines de graduación, escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las obligaciones realizadas, se procede a la calificación del informe del proyecto de investigación.

Por lo expuesto:

**Firma:**

Dr. Cristian Sigcho

**TUTOR**



Firma

Dra. Olga Fuenmayor

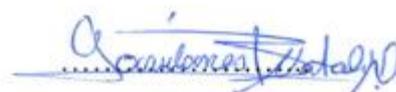
**Miembro del Tribunal**



Firma

Dra. Natalia Gavilanes

**Miembro del Tribunal**



Firma

# CERTIFICADO URKUND



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID  
Ext. 1133

Riobamba 23 de diciembre del 2022  
Oficio N° 108-2022-2S-URKUND-CID-2022

**Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado**  
**DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**UNACH**  
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por el **Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N° 1898-D-FCS-TELETRABAJO-2020, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	D- 152149426	Comparación de la resistencia flexural entre dos tipos de cementos resinosos duales	María Mercedes Portero Rugel	7	x	

Atentamente,

CARLOS GAFAS GONZALEZ  
Firmado digitalmente por CARLOS GAFAS GONZALEZ  
Fecha: 2022.12.23 09:23:40 -05'00'

Dr. Carlos Gafas González  
Delegado Programa URKUND  
FCS / UNACH  
C/c Dr. Gonzalo E. Bonilla Pulgar – Decano FCS

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco eternamente a Dios por brindarme la dicha de vivir y a mi familia por acompañarme en este camino de formarme profesionalmente, por todo el apoyo a lo largo de los años, con su ejemplo han forjado mi carácter y desempeño en la carrera, agradezco también a la Universidad Nacional de Chimborazo por abrirme sus puertas y poder graduarme de tan noble institución, iniciando por los docentes de la carrera de odontología que han impartido sus conocimientos con sus clases magistrales, agradezco a mi tutor Dr. Cristian Sigcho por su paciencia y dedicación en este trayecto de realización del proyecto de investigación.

.

María Mercedes Portero Rugel

## **DEDICATORIA**

Este logro va dedicado a mi familia especialmente a mi padre Patricio Portero, a mi madre Nancy Rugel por el apoyo incondicional y estar presente en cada lucha vivida sin permitir que me rinda, a mis hermanos Klever, Jorge y Jonathan, a mi cuñada y sobrinas por sus innumerables buenos deseos en mi vida profesional. Dedico también a Carmen, Marly y Alejandro por acompañarme y ser parte de este proceso. Por último a mis amigos y compañeros con quienes viví experiencias buenas y malas en estos cinco años de carrera universitaria.

María Mercedes Portero Rugel

# ÍNDICE DE CONTENIDO

DERECHOS DE AUTORÍA.....	
CERTIFICADO DEL TUTOR.....	
PÁGINA DE REVISIÓN DEL TRIBUNAL .....	
CERTIFICADO URKUND.....	
AGRADECIMIENTO .....	
DEDICATORIA.....	
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	
ÍNDICE DE TABLAS .....	
INDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	
INDICE DE FIGURAS.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT .....	
1. INTRODUCCIÓN .....	17
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
3. JUSTIFICACIÓN .....	21
4. OBJETIVOS.....	23
4.1. Objetivo general.....	23
4.2. Objetivos específicos .....	23
5. MARCO TEÓRICO.....	24
5.1. Historia.....	24
5.2. Cementos.....	24
5.2.1. Características de los cementos.....	25
5.3. Clasificación de los cementos .....	26
5.3.1. Cementos de fosfato de zinc.....	26
5.3.2. Cementos de policarboxilato.....	27
5.3.3. Cementos de ionómero de vidrio.....	27
5.3.4. Cementos de ionómero modificado con resina.....	27
5.3.5. Cementos a base de resina.....	28
5.4. Composición de cementos a base de resina .....	28
5.4.1. Características .....	28
5.4.2. Clasificación de los cementos resinosos .....	29
5.4.3. Por el tamaño de sus partículas.....	29
5.4.3.1. Macropartículas .....	29

5.4.3.2.	Micro-híbridos .....	29
5.4.4.	Por su adhesividad .....	29
5.4.4.1.	Convencionales.....	29
5.4.4.2.	Autocondicionantes.....	29
5.4.4.3.	Autoadhesivos .....	29
5.4.5.	Por el sistema de activación .....	29
5.4.5.1.	Químicamente activados .....	30
5.4.5.2.	Fotopolimerizables.....	30
5.4.5.3.	Duales.....	30
5.4.5.4.	Autoadhesivos duales.....	30
5.5.	Propiedades de los cementos resinosos.....	31
5.5.1.	Propiedades físicas.....	31
5.5.2.	Resistencia a la flexión: .....	31
5.5.3.	Resistencia a la tracción y esta se puede ver afectada por: .....	32
5.5.4.	Módulo de flexión.....	32
5.5.5.	Flujo.....	32
5.5.6.	Adaptación marginal.....	32
5.5.7.	Contracción .....	33
5.5.8.	Otras propiedades .....	33
5.6.	Relyx U200 .....	33
5.6.1.	Ventajas.....	33
5.7.	Multilink Speed .....	34
5.7.1.	Composición.....	35
6.	METODOLOGÍA .....	36
6.1.	Tipo de Investigación .....	36
6.2.	Diseño de Investigación.....	36
6.3.	Población.....	36
6.4.	Muestra .....	36
6.5.	Criterios de Selección.....	36
6.6.	Entorno .....	36
6.7.	Técnicas e Instrumentos.....	36
6.8.	Análisis Estadístico.....	37
6.9.	Intervenciones .....	37
7.	RESULTADOS .....	47
7.1.	Significancia estadística .....	49
8.	DISCUSIÓN.....	52

9. CONCLUSIONES .....	55
9. RECOMENDACIONES .....	56
10. BIBLIOGRAFIA .....	57
11. ANEXOS.....	62

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Comparación de resistencia de cementos resinosos .....	48
Gráfico 2.	Prueba de U-Mann Whitney para muestras independientes .....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Valores de resistencia Relyx U200-3M.....	47
Tabla 2.	Valores de resistencia Multilink .....	47
Tabla 3.	Comparativo descriptivo de las resinas .....	48
Tabla 4.	Prueba de normalidad .....	49

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1.	Cemento MULTILINK SPEED .....	37
Fotografía 2.	Cemento RELYX U200 .....	37
Fotografía 3.	Molde de TPU con las medidas 2mm <sup>3</sup> x 2mm <sup>3</sup> x 25mm <sup>3</sup> y calibrador ..	38
Fotografía 4.	Lámpara de fotocurado .....	39
Fotografía 5.	Muestras del cemento MULTILINK SPEED .....	39
Fotografía 6.	Colocación del material .....	39
Fotografía 7.	Colocación del material .....	40
Fotografía 8.	Fotopolimerización del material.....	40
Fotografía 9.	Desmolde de la muestra .....	40
Fotografía 11.	Colocación del material .....	41
Fotografía 12.	Fotopolimerización de la muestra .....	41
Fotografía 13.	Desmolde de la muestra .....	42
Fotografía 14.	Medición de la muestra.....	42
Fotografía 16.	Colocación de la muestra del cemento Multilink speed en la máquina para realizar la prueba de tres puntos. ....	43
Fotografía 17.	Colocación de la muestra del cemento Multilink speed en la máquina para realizar la prueba de tres puntos. ....	43
Fotografía 18.	Colocación de la muestra del cemento Relyx U200 en la máquina para realizar la prueba de tres puntos. ....	44
Fotografía 19.	Colocación de la muestra del cemento Relyx U200 en la máquina para realizar la prueba de tres puntos. ....	44

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1.	Informe de resultados de las muestras del cemento Multilink speed .....45
Figura 2.	Informe de resultados de las muestras del cemento Relyx U200 .....46

## RESUMEN

El presente estudio compara la resistencia flexural entre dos tipos de cementos resinosos duales, de las marcas comerciales Relyx U200 Y Multilink Speed, el estudio fue de enfoque mixto (cuali-cuanti), descriptivo, observacional e in vitro, la población del estudio estuvo constituida por muestras de dichos cementos mismos que fueron preparados en base a las normas ISO-4049 en dimensiones de:  $2\text{mm}^3 \times 2\text{mm}^3 \times 25\text{mm}^3$  en un molde de TPU (poliuretano termoplástico) y un número aproximado de 20 por cada material, las pruebas se las realizaron con la máquina MARSHALL Y C.B.R. para la prueba de resistencia a la flexión de tres puntos. El cemento resinoso Multilink Speed, mostró un valor promedio de 85.8729 MPa de resistencia, su mediana de 75.3975 MPa, un mínimo de 41.37MPa, y un valor máximo de 136.12MPa, cumpliendo con las expectativas propuestas por el fabricante. Mientras que para el cemento Relyx U200 mostró un valor promedio de 4.485 MPa, la mediana de 4.4, la desviación estándar fue de 1.17172 MPa, con un valor mínimo de 2.3 MPa y un máximo de 6.2 MPa. Se reportó un valor de significancia menor a 0,05 ( $p=0,03$ ) respecto a la comparación de los valores de resistencia de los 2 tipos de cemento resinosos, lo que indicaría que la resistencia flexural no es la misma entre los cementos resinosos Relyx U200 y Multilink Speed, estableciendo que en este último valor superiores a su par en lo que refiere a las pruebas de resistencia a la flexión.

Palabras clave: Resistencia a la flexión, cementos resinosos.

## Abstract

The present study compares the flexural strength between two types of dual resinous cement of the commercial brands Relyx U200 and Multilink Speed; the study was of mixed approach (qualitative-quantitative), descriptive, observational, and in vitro, the study population consisted of samples of this cement which were prepared based on ISO-4049 standards in dimensions of 2mm<sup>3</sup> x 2mm<sup>3</sup> x 25mm<sup>3</sup> in a TPU (thermoplastic polyurethane) mold and several approximately 20 for each material: 2mm<sup>3</sup> x 2mm<sup>3</sup> x 25mm<sup>3</sup> in a TPU (thermoplastic polyurethane) molds and an approximate number of 20 for each material, the tests were performed with the MARSHALL AND C. B.R. machine for the three-point flexural strength test. The Multilink Speed resinous cement showed an average strength value of 85.8729 MPa, a median of 75.3975 MPa, a minimum of 41.37 MPa, and a maximum value of 136.12 MPa, meeting the expectations proposed by the manufacturer. While Relyx U200 cement showed a mean value of 4.485 MPa and a median of 4.4, the standard deviation was 1.17172 MPa, with a minimum value of 2.3 MPa and a maximum of 6.2 MPa. A significance value of less than 0.05 (p=0.03) was reported regarding the comparison of the strength values of the two types of resinous cement, which would indicate that the flexural strength is not the same between the resinous cement Relyx U200 and Multilink Speed, establishing that in the latter value superior to its pair as far as flexural strength tests are concerned.

**Keywords:** Flexural strength, resinous cement.



HUGO HERNAN  
ROMERO ROJAS

Reviewed by:  
Mgs. Hugo Romero  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.C. 0603156258

## 1. INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación tuvo como fin determinar la resistencia flexural de dos materiales dentales, en este caso de cementos resinosos duales usados para la cementación de varios tipos de restauraciones indirectas. La resistencia a la flexión dentro de su definición manifiesta que es la resistencia  $q$  que tiene un material frente a fuerzas de deformación, es decir, que se expresa la tensión máxima que soporta un material, es la cantidad de fuerza necesaria para romper o doblar el material. El material soportara mayores fuerzas de impacto siempre que la resistencia a la flexión del mismo sea alto. <sup>(1)</sup>

Para valorar las propiedades mecánicas de un material dental se someten a distintas evaluaciones para valorar la capacidad del mismo ante la resistencia del estrés sin producirse una fractura, estas pruebas son: la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad. <sup>(2)</sup>

Además la resistencia a la flexión es un indicador con respecto a la facultad que se le otorga al cemento de resistir a las fuerzas masticatorias sometidas para prevenir el desalajo de la restauración y de la microfiltración. <sup>(1)</sup>

Los cementos resinosos duales aparecieron para resolver la problemática que existía en cuanto a la polimerización deficiente y al corto tiempo de trabajo, considerando que estos cementos presentan polimerización por luz y autopolimerización. <sup>(3)</sup>

De igual forma la presencia de la luz va a generar una contracción en el cemento resinoso dual, dejando un espacio continuamente con el diente, para ello se aplica otra solución como es manipular las medidas de la restauración indirecta. <sup>(4)</sup>

El interés del estudio de investigación fue científico y académico ya que al comparar la resistencia a la flexión de los cementos RELYX U200 y MULTILINK SPEED se obtuvieron resultados que permitan conocer las propiedades de resistencia de dichos materiales en base a la norma para evitar futuras complicaciones en los tratamientos.

El estudio se lo realizó en el laboratorio GEACONS de la Ciudad de Loja, el mismo que se especializa en estudios de resistencia de materiales con un alto índice de fiabilidad y estrictas medidas de laboratorio que aseguran buenos resultados.

Se elaboraron bajo la norma técnica de laboratorio un conjunto de 20 muestras del cemento RELYX U200 de la casa comercial 3M y 20 muestras del cemento MULTILINK SPEED de la casa comercial Ivoclar, con una prueba estándar para los materiales dentales denominada

de 3 puntos, que hace referencia a la resistencia a la flexión y su posterior análisis con el programa estadístico SPSS, además la investigación fue de tipo “in vitro” cuasi experimental, descriptiva y comparativa.

El objetivo del estudio fue comparar la resistencia flexural entre dos tipos de cementos resinosos de las casas comerciales antes mencionadas y de uso frecuente en el ámbito de la práctica clínica odontológica. Además de determinar el cemento resinoso dual que presenta mayor resistencia flexural, guiados por las normas ISO.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los tratamientos clínicos dentro de una rehabilitación protésica suelen presentarse muy largos para el profesional, por esta razón se trata de hacerlos más simples, al utilizar cementos de resina requieren de mayor tiempo con lo cual el tratante podría cometer un error durante el procedimiento.<sup>(5)</sup>

Al realizar un tratamiento de rehabilitación en el cual se use un sistema de cementación convencional se debe preparar tanto la pieza dental como la restauración indirecta, utilizando ácido fluorhídrico que puede reducir la resistencia a la flexión de la cerámica, por eso la importancia de buscar nuevas alternativas para la cementación con nuevos materiales. El principal motivo para la existencia de los fracasos en las prótesis fijas que involucren cerámicas es en la interfaz del cemento con la restauración. Al no existir una excelente adhesión se disminuye la resistencia a la fractura.<sup>(6)</sup>

En el 2006 se realizó un tipo de investigación en el que se involucraron cementos dentales convencionales y los más actuales que eran los de autocurado y autocurado dual, en Orlando, el estudio se basó en la resistencia a la flexión de los mismos. Un mejor resultado se obtuvo de los últimos cementos mencionados, a pesar de Embrace Wetbond que es un cemento de autograbado con un 30% de curado dual. Todos los cementos cumplieron con las normas ISO.<sup>(7)</sup>

Existe controversia en diferentes estudios con respecto a las cualidades mecánicas de los cementos resinosos duales y los cementos convencionales con resina siendo estos los que presentan mejores resultados.<sup>(8)</sup> Sin embargo, se ha visto que al colocar más cemento en la interfaz del diente, la restauración se orienta a que exista un fracaso en las propiedades mecánicas del mismo. La cementación de prótesis parcial fija en zirconio con cementos convencionales presentan varios inconvenientes relacionados a su adhesión presentando por ende fracasos en sus tratamientos, con ello se destaca la importancia del estudio de los propiedades químicas y mecánicas de estos materiales.<sup>(3)</sup>

Los cementos a base de resina dual utilizados para la cementación de las restauraciones estéticas indirectas presentan encogimiento por polimerización.<sup>(4)</sup> Permitir la autopolimerización de los cementos RelyX ARC y RelyX U100 presentó la disminución de la resistencia a la flexión y del módulo de elasticidad en un 48%, esto fue demostrado en Brasil en el año 2018.<sup>(9)</sup>

La influencia de los métodos de curado depende del material y los cementos de resina de curado dual en forma particular de la fotoactivación para mejorar la resistencia a la flexión. Probablemente la reducción de las propiedades mecánicas se deba a que los fabricantes retrasan el inicio de la reacción química para dejar tiempo suficiente para que la manipulación llegue a su fin.<sup>(9)</sup>

La resistencia a la flexión de los cementos de resina además de la dureza superficial, se ven directamente afectadas por el tipo de curado expuesto; en general, se observó una resistencia a la flexión reducida cuando se utilizó foto activación retardada.<sup>(10)</sup>

En un trabajo investigativo realizado en Ecuador, se resalta la comparación entre resinas compuestas y cementos con respecto al volumen de contracción al ser estos polimerizados. Los cementos dentales presentan en un porcentaje de 2.5% y un 4%, mientras que para las resinas es de 1,35% y 7,1%, lo que produce tensión en aquella interface generada entre la estructura dentaria y la restauración, lo que conlleva a una abertura en el margen que con el pasar del tiempo generan fallas en la adhesividad y consecuencias cohesivas como por ejemplo el despegamiento.<sup>(11)</sup>

Se ha demostrado que el almacenamiento en agua genera una resistencia a la flexión estadísticamente significativamente menor que las almacenadas en seco. En dicho estudio se demostró que las muestras que fueron almacenadas en un ambiente húmedo hasta por 60 días genero una disminución en la resistencia flexural, al contrario con las muestras que se almacenaron en seco.<sup>(12)</sup> El agua interfiere en los polímeros presentes en la composición de los cementos, teniendo como resultando la disminución a largo plazo en la resistencia máxima a la flexión y el módulo de flexión.<sup>(12)</sup>

### 3. JUSTIFICACIÓN

La primera aproximación que se hizo sobre el tema del presente proyecto demostró que existen diferentes pruebas que se estimaron para la resistencia a la flexión para resinas dentales entre las principales: las fuerzas de tracción, elasticidad, microdureza, sin embargo no se ha evidenciado por referencias que indiquen pruebas de resistencia a la flexión de este tipo de materiales, por lo tanto la relevancia de este proyecto se basa efectivamente en determinar mediante un análisis de laboratorio los mejores resultados en cuando a su flexibilidad.

La rehabilitación oral es una de las especialidades en el área odontológica, misma que tiene íntima relación con la confección prótesis fijas, las cuales para ser adheridas a la pieza dentaria y requieren un medio de unión que en este caso es el cemento, naturalmente el mismo debe cumplir con ciertas características para su óptimo funcionamiento, por tanto, a la hora de tomar la decisión del tipo de cemento utilizar en restauraciones indirectas permite establecer un nicho de información que puede ser aplicada en la práctica clínica.

En la actualidad para acortar el tiempo de trabajo de los profesionales odontólogos se han implementado los cementos a base de resina con fotopolimerización dual autoadhesivos, los cuales se han introducido en el mercado hace muy poco tiempo<sup>(5)</sup>, por tanto la razón de ser de esta investigación en base a esta referente es implantar una línea de estudio que permita corroborar los procesos utilizados en los cementos a base de resina.

La importancia del presente proyecto está relacionada con el conocimiento de las propiedades y los resultados que se den ante un tratamiento dental que, se ven influidos por la calidad de los materiales, considerando que existe un fracaso de las restauraciones indirectas altamente relacionado con la adhesión, la interfase que existe entre el diente y la estructura misma siendo ocupada por el cemento dental.

Este estudio es factible y pertinente debido a que, se cuenta con todas las condiciones ideales para realizar este proyecto in vitro, el mecanismo que se usa para medir la resistencia a la flexión es de complicada accesibilidad por el tipo de máquinas que se requieren para el estudio, además, de añadir accesorios a estas para que los resultados de las pruebas sean exactos.

El estudio de investigación pretende comparar dos tipos de cementos que se encuentran dentro de los materiales dentales con la finalidad de corroborar la calidad para afirmar o negar sus propiedades, y recomendar su uso al personal del área en odontología.

El beneficio de la información obtenida es directamente para los profesionales odontólogos y también para aquellos estudiantes que se encuentran en el proceso de formación, aumenta el conocimiento con respecto a una de las propiedades de los cementos resinosos duales de diferentes casas comerciales, en relación con su resistencia a la flexión. Además, de manera indirecta los pacientes también forman parte del grupo de beneficiarios, y permite que el odontólogo elija el material bajo estos nuevos conocimientos, y así contribuir al éxito en el tratamiento.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general**

Comparar la resistencia a la flexión de dos tipos de cementos resinosos; RELYX u200 y MULTILINK SPEED.

### **4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la resistencia flexural del cemento resinoso RELYX u200.
- Analizar la resistencia flexural del cemento resinoso MULTILINK SPEED.
- Determinar que cemento resinoso dual presenta mayor resistencia flexural, guiados por las normas ISO (international organizativo for standardizadion).

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. Historia

Para el siglo XVIII se conocía como rellenos de dientes vacíos, en 1850 el cemento a disposición era el que es a base de Óxido de Zinc y Eugenol al modificar su composición con alúmina, polimetil-metacrilato, ácido orto-etoxibenzoico existió una mejora con respecto a sus propiedades específicamente de retención.<sup>(13)</sup> En 1877 para cementar las coronas de metal colado apareció un cemento de Fosfato de Zinc, presenta alteraciones a nivel pulpar.<sup>(14)(15)</sup>

El cemento de Policarboxilato en los años 60 reemplazo el uso de los otros cementos por la adhesión que este presentaba en el esmalte y dentina, pero su desventaja era la microfiltración.<sup>(16)</sup> la liberación de fluor es la cualidad primordial del cemento que contiene ionomero de vidrio, para tener mejores resultados con las propiedades mecánicas del mismo incrementaron limaduras de plata a su composición, además para aumentar el tiempo de trabajo se agregó monómero 2- hidroxietil metacrilato (HEMA) y fotoactivadores. A partir de este cemento existió la necesidad del uso de un primer lo que permite adherir el cemento a la estructura dentaria.<sup>(16)</sup> En 1980 a los cementos de ionomero se les agrego polímeros que son solubles en agua con la finalidad de tener mayor resistencia a la fractura.<sup>(17)</sup>

Luego con la finalidad de generar mejores propiedades aparecieron en el mercado los cementos a base de resina, los cuales tienen una excelente adhesividad.<sup>(14)</sup> En 1952 los cementos a base de metacrilato de metilo ya existían para aquellas restauraciones indirectas, la diferencia con la composición de los otros cementos es que las partículas de relleno son más bajas 50%-70% en peso de vidrio o sílice. Sus principales componentes son la resina de metacrilato y el relleno de vidrio.<sup>(17)</sup>

En el año 2002 se introdujo al mercado odontológico los cementos resinosos autoadhesivos, su principal ventaja es la retención, resistencia al desgaste y la solubilidad que es baja. El primer cemento comercializado fue Relyx Unicem.<sup>(17)</sup>

### 5.2. Cementos

El Diccionario de la Real Academia Española registra cemento, cemento y cemento. Definiendo como la forma más antigua, designa cimentación, cimentación de una construcción, mientras que cementum se aplica tanto al revestimiento de la raíz de los dientes como a cualquier material de unión.<sup>(18)</sup>

Los cementos dentales proporcionan un vínculo o adhesivo entre una restauración y el diente preparado, uniéndolos mediante algún tipo de unión a la superficie. El requisito principal del agente de cementación es mantener una restauración en su lugar por un período de tiempo indefinido y mantener un sello entre la restauración y el diente.<sup>(17)</sup>

Deben mantener su integridad mientras transfieren tensiones de coronas o prótesis parciales fijas (FPD) a la estructura dental. El estrés provoca la deformación, es decir, el cambio en la forma de un cuerpo. La deformación puede variar desde la deformación elástica recuperable hasta la deformación plástica permanente y la fractura.<sup>(19)</sup>

Los cementos de cementación deben cumplir con los requisitos mecánicos, biológicos y de manejo básicos, como compatibilidad con el diente y el tejido, tiempo de trabajo suficiente, fluidez, resistencia a la compresión, microfiltración mínima, baja solubilidad en fluidos orales, adhesividad, estética, bajo costo, facilidad de eliminación de exceso entre otros.<sup>(20)</sup>

### **5.2.1. Características de los cementos**

Toledano (2009) menciona que dichos biomateriales son usados en poca cantidad, se los considera de alta relevancia por tener diferentes aplicaciones entre estas tenemos:

- Agente de cementación
- Aislante térmico
- Actúa como soporte mecánico
- Protector pulpar
- Obturador provisional

Requisitos que deben presentar los agentes cementantes según Ramaraju y cols en el 2014:

#### **BIOLÓGICO:**

- Se biocompatible, no ser un irritante, no ser toxico, anticariógeno y no debe generar reacciones adversas.

#### **QUÍMICO:**

- Baja solubilidad, liberación de fluor, pH neutro y debe ser inerte químicamente.

#### **REOLÓGICO:**

- Mayor tiempo de trabajo
- Tiempo de fraguado corto

#### MECÁNICO:

- Alta fuerza a la tensión
- Resistencia a la compresión
- Cambio dimensional mínimo

#### TÉRMICO:

- Aislante térmico y su coeficiente de expansión térmico debe ser parecido al del diente

#### ESTÉTICO:

- No debe verse alterado el color de la restauración ni de la pieza dental, debe permitir la detección de caries

#### OTROS:

- Manipulación fácil
- Económico.<sup>(21)</sup>

### **5.3. Clasificación de los cementos**

#### **5.3.1. Cementos de fosfato de zinc**

Presenta diversos usos en la clínica odontológica desde hace más de 80 años, por esta misma razón tiende a presentar un déficit en presencia de los fluidos orales como es la saliva, mostrando así su solubilidad alterada.<sup>(22)</sup>

Componente:

Polvo: óxido de zinc (ZnO)

Líquido: ácido ortofosfórico

### 5.3.2. Cementos de policarboxilato

Los cementos de fosfato de zinc, ionómero de vidrio y el cemento de policarboxilato presentan una composición química similar, en la que su reacción es acido-base, están compuestos por un polvo y un líquido. <sup>(23)(24)</sup>

Componente:

Polvo: óxido de zinc

Líquido: ácido poliacrílico

### 5.3.3. Cementos de ionómero de vidrio

Son utilizados para la cementación de estructuras con características rígidas, hace un par de décadas para aumentar las propiedades del mismo se modificó la composición, transformándolas en híbridas es decir con presencia de partículas de resina. <sup>(25)</sup>

Componente:

Polvo: óxido de aluminio

Líquido: ácido poliacrílico, Hidroexil metacrilato

### 5.3.4. Cementos de ionómero modificado con resina

Al liberar fluoruro de sodio cumple la función de reservorio, almacenando así el flúor que el paciente adquiere de manera tópica, mismo que con el tiempo compensa la disminución de su liberación. <sup>(25)</sup>

Autopolimerizable	Fotopolimerizable
Polvo:	Polvo:
Sílice	Sílice
Alúmina	Alúmina
Fluoruros	Fluoruros
Catalizador	Foto iniciador
Activador	
Líquido:	Líquido:
Ácido poliacrílico	Ácido poliacrílico
Copolímeros carboxílicos	Copolímeros carboxílicos
Monómero hidrófilo soluble	Monómero hidrófilo soluble

Agua	Agua
Radicales metacrílico-iniciador. <sup>(25)</sup>	Radicales metacrílico. <sup>(25)</sup>

### 5.3.5. Cementos a base de resina.

Las resinas compuestas y los cementos a base de resina se muestran de manera similar puesto que contienen una matriz orgánica e inorgánica, con la presencia de un agente de unión que es el silano.<sup>(26)</sup>

La diferencia entre las resinas y cementos es que estos últimos se caracterizan por tener un relleno inorgánico en menor cantidad, lo que le otorga como característica una viscosidad baja por tanto una fluidez elevada, lo que genera que sea excelente para su propósito de cementación.<sup>(27)</sup>

Los cementos a base de resina según Montagna en el 2013 son de preferencia por sus propiedades mecánicas, físicas y sobre todo por sus propiedades adhesivas, para la cementación de estructuras a base de cerámica.<sup>(28)</sup> El tipo de sistema de la polimerización, el tipo de relleno, y la solubilidad son factores principalmente para la variación dentro de sus propiedades físicas, dicho material brinda estabilidad en el medio bucal por la unión que existe entre la estructura dentaria y la restauración, además de la baja solubilidad y la resistencia a la fractura.<sup>(29)</sup>

## 5.4. Composición de cementos a base de resina

Matriz orgánica: se encuentra conformada de monómeros como el TEGMA que es relativamente de menor peso molecular, combinado con Bis-GMA o UDMA.<sup>(30)</sup>

Matriz inorgánica: sílice o vidrio.<sup>(30)</sup>

Agente de unión: silano.<sup>(30)</sup>

### 5.4.1. Características

- Propiedades mecánicas: alta resistencia a la flexión, compresión, desgaste, fractura y también a la abrasión.
- Baja contracción térmica
- Baja viscosidad
- Estético
- Baja solubilidad
- Biocompatibilidad.<sup>(31)(32)</sup>

## **5.4.2. Clasificación de los cementos resinosos**

### **5.4.3. Por el tamaño de sus partículas**

#### **5.4.3.1. Macropartículas**

El volumen que representan estas partículas es del 50% considerando que su tamaño tiene una aproximación de 0.04um.<sup>(26)</sup>

#### **5.4.3.2. Micro-híbridos**

El porcentaje de volumen que estas partículas representan va desde un 60 a 80%, la mayoría de los cementos que existen en el área odontológica están compuestos de dichas partículas y su tamaño es de 0.04 a 15 um. Una gran ventaja de la composición de este tipo de cemento es que existe evidencia de excelentes resultados gracias a su baja contracción en el momento de la polimerización, a más de ello el asentamiento es correcto debido al tipo de viscosidad.<sup>(26)(15)</sup>

### **5.4.4. Por su adhesividad**

#### **5.4.4.1. Convencionales**

Para la unión del material y la estructura dentaria se usa un sistema de acondicionamiento (ácido-primer-adhesivo)<sup>(26)</sup> el cual produce presión pulpar, debido a la permeabilidad que se le genera a la dentina<sup>(33)</sup> el tipo de retención es micromecánico.<sup>(26)</sup>

#### **5.4.4.2. Autocondicionantes**

Se coloca ácido y después un adhesivo ya que la adhesión se produce por la capa de barrillo dentinario retenido.<sup>(33)</sup>

#### **5.4.4.3. Autoadhesivos**

Manipulación del material fácil lo que hace que su uso sea frecuente, porque no existe el paso del acondicionamiento adhesivo, directamente se coloca el cemento en la estructura dentaria.<sup>(34)(35)</sup>

Uno de los beneficios es la poca susceptibilidad a la humedad y la sensibilidad que existe después tratamiento operatorio es menor.<sup>(33)</sup> además ofrece una buena estética, sus propiedades mecánicas también son óptimas, la unión es micromecánica y proporciona estabilidad dimensional.<sup>(36)</sup>

### **5.4.5. Por el sistema de activación**

Tiene la propiedad de activarse de manera química, por fotoactivación y también por activación dual es decir que puede presentar una doble activación.<sup>(26)</sup>

#### **5.4.5.1. Químicamente activados**

Se debe realizar una mezcla manual, que luego de haberlo realizado se genera la reacción inicial química del peróxido-amina. Su desventaja es la coloración por la manipulación, y su ventaja es la conversión elevada de los monómeros en polímeros.<sup>(26)(37)</sup>

#### **5.4.5.2. Fotopolimerizables**

En su composición presentan canforoquinona que es un fotoiniciador. Su activación se produce a partir del contacto con la luz con una longitud de onda de 460 a 470nm, su limitante se da a la hora de iniciar la polimerización en piezas que presentan espesores >0.7mm.<sup>(26)</sup>

El operador tiene el control del tiempo, debido a que la fotopolimerización la va a realizar cuando la desee. Su ventaja es mantener el color, excelente para carillas de porcelana.<sup>(38)</sup>

#### **5.4.5.3. Duales**

Como su nombre lo dice presenta doble activación, en su composición presenta fotoiniciadores como la canforoquinona y la amina. Al igual que en la activación química se mezcla la base y el catalizador, y para mejorar las propiedades físicas se refuerza con una polimerización por foto activación, además por la composición química que presenta aumenta la adhesión a diferentes partes de la estructura dental.<sup>(34)(39)</sup>

Con la polimerización el sistema de los monómeros se convierte en polímeros lo que beneficia en las propiedades físicas y el proceso de endurecimiento se ve acelerado<sup>(40) (41)</sup>

#### **5.4.5.4. Autoadhesivos duales**

Como su nombre lo dice presenta doble activación, en su composición presenta fotoiniciadores como la canforoquinona y la amina. Al igual que en la activación química se mezcla la base y el catalizador, y para mejorar las propiedades físicas se refuerza con una polimerización por foto activación.<sup>(26)</sup>

La polimerización con la transformación de monómeros en polímeros aumenta las propiedades del cemento y el endurecimiento es más rápido.<sup>(40)(41)</sup>

La adhesión de este material a la estructura dentaria es de manera química porque la desmineralización es de forma superficial y se acorta el tiempo de trabajo. Sin embargo por la misma razón prestan menor fuerza de unión que aquellos cementos con sistema adhesivo.<sup>(27)</sup>

Su principal ventaja es la autoadhesión, por lo cual también la manipulación es más fácil, el tipo de retención que existe con la estructura dentaria es micromecánico, pretende disminuir el margen de error que existe con los otros tipos de cementos. Además tienen mejores propiedades físicas que los cementos convencionales, excelente resistencia a fuerzas compresivas.<sup>(42)</sup>

## **5.5. Propiedades de los cementos resinosos**

### **5.5.1. Propiedades físicas**

Las propiedades físicas de los cementos resinosos pueden alterarse por la manipulación, la temperatura, contaminación del material y el tipo de relleno.

### **5.5.2. Resistencia a la flexión:**

La resistencia a la flexión de un material es el esfuerzo máximo que puede resistir antes de fallar cuando se somete a carga de flexión. Las propiedades de flexión requeridas dependen en gran medida de las aplicaciones clínicas. Se desea una alta resistencia a la flexión en aquellos tratamientos en los que las restauraciones se encuentran frente a tensiones masticatorias muy elevadas.<sup>(43)</sup>

Es esencial para predecir la capacidad de los cementos de resina para resistir las fuerzas masticatorias, evitando el desalajo de la prótesis y el fracaso de la restauración.<sup>(44)</sup> La resistencia sobre los efectos superficiales y de la erosión están directamente relacionados con la capacidad de la resistencia flexural del material. Por lo tanto, se considera que la resistencia a la flexión es una propiedad mecánica significativa de los materiales dentales de cementación.<sup>(45)</sup>

La prueba de resistencia a la flexión merece especial atención ya que mide la compresión y la tensión, simulando condiciones clínicas actuando de manera conjunta. La prueba de flexión de tres puntos se ha utilizado en gran medida para investigar la resistencia a la flexión, siendo recomendada por las directrices ISO.<sup>(46)</sup>

Según Saskalauskaite en el 2008 menciona que la resistencia a la flexión de los cementos de autocurado representa el 80% con respecto a los cementos de curado dual.<sup>(7)</sup>

La manipulación del material se ve afectada dependiendo si es manual por la formación de burbujas de aire y en aquellos cementos que su presentación es en pasta, por la longitud y forma de la punta dispensadora.<sup>(47)</sup> Se ha demostrado que al existir una disminución en el

catalizador hay una pérdida de un 10% en la resistencia a la flexión, se concluye que el cemento estudiado (Maxcem) es sensible a su manipulación.<sup>(48)</sup>

Las partículas de relleno son de suma importancia y dependen de estas la propiedades de comprensión y de flexión, la cantidad de las mismas genera el aumento de la viscosidad según la teoría.<sup>(47)</sup>

La temperatura puede afectar de manera sustancial a las propiedades mecánicas, cinéticas de la polimerización, propiedades adhesivas y en la fluidez, ya que al ser directamente usada después de sacarla del frigorífico la hace más viscosa por lo cual la conversión de los monómeros se dificulta.<sup>(49)</sup>

### **5.5.3. Resistencia a la tracción y esta se puede ver afectada por:**

- El arenado
- Uso de adhesivos
- Presencia de restos de óxido de zinc
- Hidróxido de calcio, específicamente protectores de la pulpa.<sup>(50)</sup>

Independientemente del cemento que se usa la fuerza de unión a la tracción es menor en la dentina y mayor en el esmalte.<sup>(2)</sup>

### **5.5.4. Módulo de flexión**

Es la rigidez o la resistencia a la deflexión de un material, aquel módulo de flexión alto es capaz de resistir de mejor forma la deformación de una carga que aquel con módulo de elasticidad menor.<sup>(2)</sup>

### **5.5.5. Flujo**

Para que exista un buen asentamiento de la restauración sobre la pieza dentaria, el cemento de resina debe presentar un espesor de 30 micras, y en el caso de los cementos que no contienen resina su espesor debe ser de 40um.<sup>(14)</sup>

### **5.5.6. Adaptación marginal**

Se ha demostrado que los cementos a base de resina presentan excelentes resultados en el área del margen, con una buena integridad entre las estructuras. La datación en el margen es muy importante debido a que si esta no existiera sería una puerta para los diferentes microorganismos. En los cementos autoadhesivos por la presencia del ácido fosfórico en su

composición interactúan con el calcio del diente, lo que genera una buena adaptación marginal.<sup>(51)</sup>

### **5.5.7. Contracción**

Este fenómeno se produce al momento de la polimerización, generando espacios entre la dentina y el material de cementación.<sup>(4)</sup>

En un estudio de comparación de cements durante la polimerización en el que RelyX obtuvo menor contracción y se pretende que es por su componente de sílice.<sup>(52)</sup>

### **5.5.8. Otras propiedades**

- **Estética:** la amina presente en los cements de polimerización dual es considerada una razón por la cual existe un cambio de coloración, varios autores afirman que esta desventaja es muy poco perceptible.<sup>(14)(53)</sup>
- **Biocompatibilidad:** hace referencia a que el material no produce daño a nivel pulpar, en los cements autoadhesivos antes de la polimerización el pH es alto y al contacto del ácido monómero con el calcio presente en la estructura dental eleva el pH produciendo un efecto buffer.<sup>(47)(54)</sup>
- **Absorción acuosa:** la absorción de agua por parte del cemento dental afecta a las propiedades mecánicas del mismo, a pesar de ello algunos autores mencionan que esto compensa la contracción que se produce por la polimerización.<sup>(55)(53)</sup>

## **5.6. Relyx U200**

En la ficha técnica emitida por la casa comercial 3M describe a este material como un cemento de resina dual, además menciona que tiene la propiedad de ser autoadhesivo, y una buena unión con las estructuras dentales y las restauraciones, también presenta estabilidad de color.<sup>(56)</sup>

Es un sistema de un solo paso, es decir que no requiere de la preparación previa del órgano dental. La forma del dispensador del cemento evita el desperdicio de material.<sup>(56)</sup>

### **5.6.1. Ventajas**

- Menor tiempo de trabajo y disminución de la sensibilidad post operatoria.
- Sellado marginal correcto evitando decoloración.
- Estabilidad dimensional alta.

- No tiene accesorios.
- Contiene alrededor de 40 dosis.
- Variedad de tonalidades
- Polimerización dual.<sup>(56)</sup>

La indicación para este tipo de cemento es:

Incrustaciones: inlays, onlays, coronas

Puentes, postes, pines

Para la cementación de carillas no es indicado.<sup>(56)</sup>

### 5.7. Multilink Speed

Es un tipo de cemento el cual cuenta con ciertas propiedades como es:

- Ser autoadhesivo.
- Autopolimerizable con opción de fotopolimerización.
- Para restauraciones indirectas realizadas en cerámicas, composite, metal-cerámica y metal.<sup>(57)</sup>

La disponibilidad de color es: transparente.

**Tabla 1.** Tiempos de polimerización:

	<b>Temperatura ambiente</b> <b>23 °C ± 1 °C</b>	<b>Intraoralmente 37 °C ± 1 °C</b>
Tiempo de polimerización	240 ± 60 seg.	160 ± 40 seg.

**Tabla 2.** Tiempos de trabajo:

	<b>Temperatura ambiente</b> <b>23 °C ± 1 °C</b>	<b>Intraoralmente 37 °C ± 1 °C</b>

Tiempo de trabajo	150 ± 30 seg	110 ± 30 seg.
-------------------	--------------	---------------

### 5.7.1. Composición

La matriz de monómero está compuesta de dimetacrilatos y monómeros ácidos. Su relleno inorgánico es de vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, co-polímeros y dióxido de silicio altamente disperso. El tamaño de partícula primario de los rellenos inorgánicos está entre 0,1 µm y 7 µm. El contenido total de rellenos inorgánicos es de aproximadamente 40%.<sup>(57)</sup>

#### Indicaciones

- Cementación de restauraciones indirectas de: – metal y cerámica sobre metal
- Cerámica sin metal: óxido de circonio, disilicato de litio y cerámicas de óxido de aluminio
- Composite reforzado con fibra.<sup>(57)</sup>

#### Contraindicaciones:

- En situaciones en las que la preparación no presenta una retención adecuada
- Si el paciente presenta alergia conocida a cualquiera de los componentes de Multilink Speed.
- No se debe aplicar sobre pulpa expuesta o dentina próxima a pulpa.<sup>(57)</sup>

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1. Tipo de Investigación**

La investigación tendrá un enfoque Mixto (cuali-cuantitativo); cualitativo porque se busca adquirir información en profundidad de los cementos resinosos duales con respecto a su naturaleza, componentes químicos, propiedades y usos, y mediante un estudio in-vitro ya que luego de las respectivas pruebas el laboratorio entrega valores numéricos y estadísticos, lo que nos permitirá hacer diferencias significativas de la resistencia a la flexión entre los materiales comparados.

### **6.2. Diseño de Investigación**

Esta investigación será no experimental, ya que no se manipularán las variables de estudio.

### **6.3. Población**

Está constituido por muestras de material de cemento resinoso dual, bajo los estándares de las normas ISO 4049, regulado por los lineamientos del laboratorio, mismos que serán analizados con estrictas reglas de medición y revisión.

### **6.4. Muestra**

El número aproximado de muestras en función a la norma utilizada, que se somete a una matriz con medidas específicas es de 40, una muestra intencional no probabilística en base a los criterios de selección.

### **6.5. Criterios de Selección**

- Muestras que cumplan con las medidas estandarizadas.
- Muestras que no presenten fracturas de ningún tipo.
- Muestras que no hayan sufrido algún tipo de deformación.
- Muestras sin pérdida de material.
- Muestras que se hayan fotopolimerizado de manera correcta.

### **6.6. Entorno**

La investigación se va a desarrollar en la ciudad de Loja en el laboratorio GEOCONS, que se especializa en Estudios Geológicos - Geotécnicos/ Estudios de estabilización de Taludes / Diseños de pavimentos / Estudios de materiales.

### **6.7. Técnicas e Instrumentos**

**Técnica:** Observación

**Instrumentos:** Lista de cotejo

## 6.8. Análisis Estadístico

La información procedente del estudio será procesada a través SPSS versión 27 en la cual se elaborará y desarrollarán los valores descriptivos y análisis de significancia de los resultados obtenidos en el laboratorio.

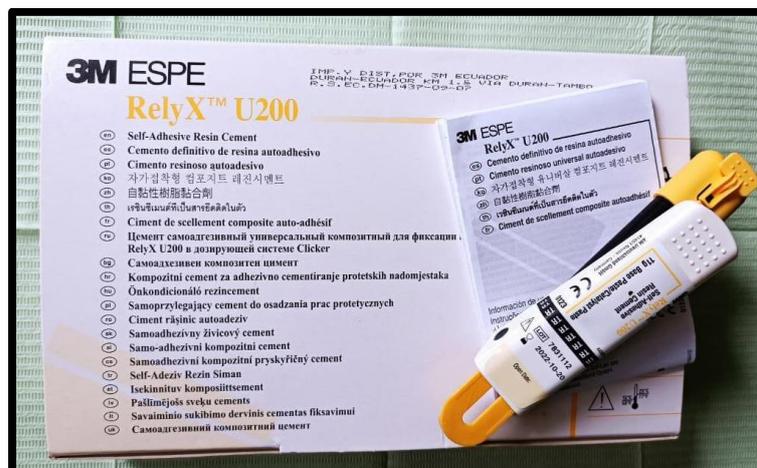
## 6.9. Intervenciones

Fase 1: Elaboración de las muestras

Fotografía 1. Cemento MULTILINK SPEED



Fotografía 2. Cemento RELYX U200



**Fotografía 3.** Molde de TPU con las medidas  $2\text{mm}^3 \times 2\text{mm}^3 \times 25\text{mm}^3$  y calibrador



**Fotografía 4.** Lámpara de fotocurado



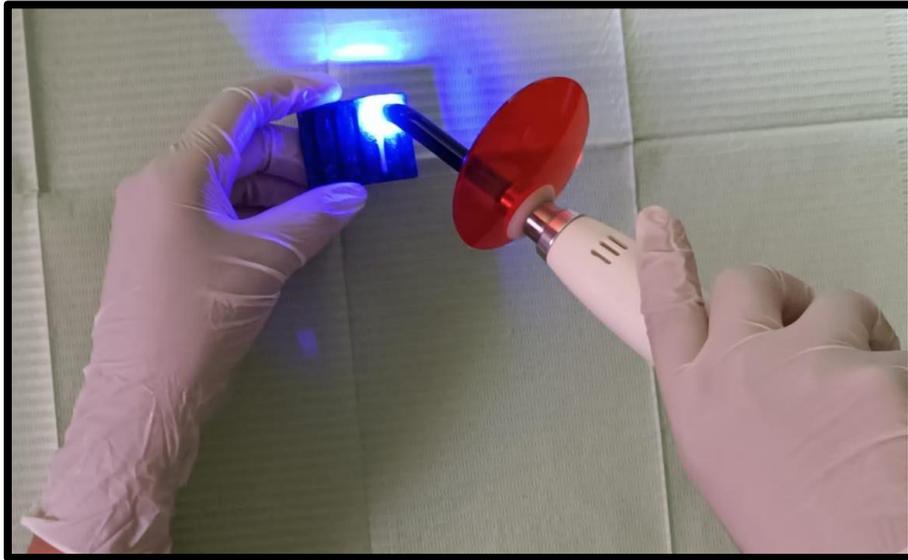
**Fotografía 5.** Muestras del cemento MULTILINK SPEED



**Fotografía 6.** Colocación del material



**Fotografía 7.** Colocación del material



**Fotografía 8.** Fotopolimerización del material



**Fotografía 9.** Desmolde de la muestra



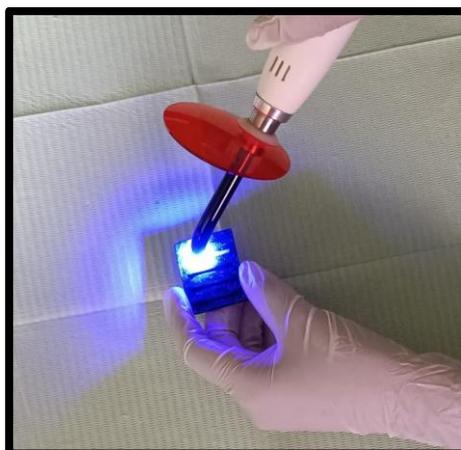
**Fotografía 10.** Muestras del cemento RELYX U200



**Fotografía 11.** Colocación del material



**Fotografía 12.** Fotopolimerización de la muestra



**Fotografía 13.** Desmolde de la muestra



**Fotografía 14.** Medición de la muestra



**Fase 2: Análisis de laboratorio**

**Fotografía 15.** Máquina MARSHALL Y C.B.R.



La máquina Marshall y C.B.R. presenta un mecanismo de medición digital de fuerza, desplazamiento y velocidad de avance, de igual manera registra deformación y carga máxima.

Muestras del cemento resinoso dual MULTILINK SPEED

**Fotografía 16.** Colocación de la muestra del cemento Multilink speed en la máquina para realizar la prueba de tres puntos.



Muestras del cemento resinoso Relyx U200

**Fotografía 17.** Colocación de la muestra del cemento Multilink speed en la máquina para realizar la prueba de tres puntos.



**Fotografía 18.** Colocación de la muestra del cemento Relyx U200 en la máquina para realizar la prueba de tres puntos.



**Fotografía 19.** Colocación de la muestra del cemento Relyx U200 en la máquina para realizar la prueba de tres puntos.







## 7. RESULTADOS

**Tabla 1.** Valores de resistencia Relyx U200-3M

Valores de resistencia	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo	CV
Carga (P) lb	4.485	4.4	±1.17172	2.3	6.2	26%
Carga (P) N	19.9503	19.572	±5.21194	10.23	27.58	26%
M	99.7515	97.861	±26.0603	51.16	137.9	26%
Resistencia Flexural (MPa)	59.8509	58.717	±15.6361	30.69	82.74	26%

Análisis: Los valores de carga en libras tuvo un valor promedio de 4.485 MPa, la mediana de 4.4, la desviación estándar fue de 1.17172 MPa, con un valor mínimo de 2.3 MPa y un máximo de 6.2 MPa. La misma carga en Newtons obtuvo una media fue de 19.9503 Mpa, una mediana de 19.572 MPa, con un valor de desviación estándar de 5.21194 MPa, un mínimo de 10.23 MPa y un valor máximo de 27.58 MPa. La resistencia flexural determinada fue de 59.8509 MPa, con una mediana de 58.717 MPa, la desviación estándar es de 15.636 MPa, el valor mínimo de resistencia fue 30.69 MPa y el máximo de 82.74Mpa. El coeficiente de variación para estos valores de resistencia fue del 26%.

**Tabla 2.** Valores de resistencia Multilink

Valores de resistencia	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo	CV
Carga (P) lb	6.435	5.65	2.13548	3.1	10.2	33%
Carga (P) N	28.6243	25.1325	9.49915	13.79	45.37	33%
M	143.121	125.662	47.4955	68.95	226.86	33%
Resistencia Flexural	85.8729	75.3975	28.4973	41.37	136.12	33%

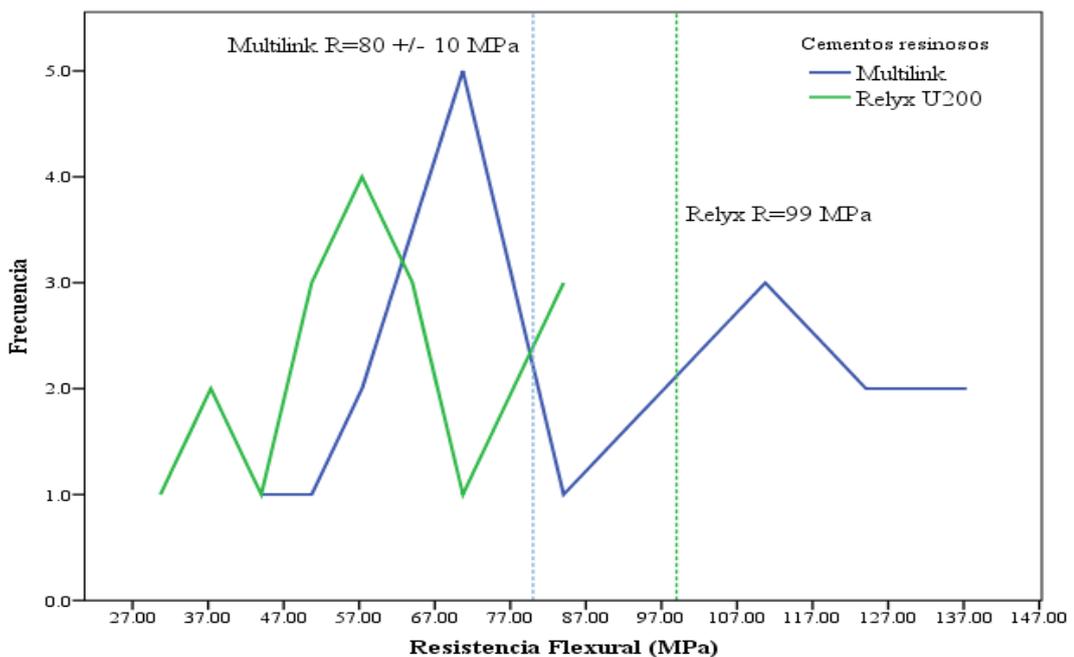
Análisis: los valores obtenidos en la resistencia a la flexión en libras presento una media de 6.435 MPa, una mediana de 5.65 MPa, presento una desviación estándar de 2.13548 MPa, un mínimo de 3.1 y un valor máximo de 10.2 MPa. En Newtons se obtuvo una media de 28.6243MPa, una mediana de 25.1325 MPa, la desviación estándar presento un valor de 9.49915 MPa, un mínimo de 13.79 MPa, y un máximo de 226.86 MPa. Los valores de resistencia a la flexión fueron de una media de 85.8729 MPa, la mediana de 75.3975 MPa, una desviación estándar de 28.4973 MPa, un valor mínimo de 41.37 MPa, y un valor máximo de 136.12 MPa. El coeficiente de variación fue del 33%.

**Tabla 3.** Comparativo descriptivo de las resinas

Resina	Estadístico	
Multilink	Media	85.8729
	Mediana	75.3975
	Varianza	812.098
	Desviación estándar	28.49733
	Mínimo	41.37
	Máximo	136.12
Relyx U200	Media	59.8508
	Mediana	58.717
	Varianza	244.487
	Desviación estándar	15.63607
	Mínimo	30.69
	Máximo	82.74

Análisis: El valor promedio de la resistencia a la flexión del cemento resinoso Multilink speed presenta valores mayores, con una varianza es de 812.098 MPa y desviación estándar de 28.49733 MPa lo que significaría que el mismo se muestra muy diverso en los valores reportados, sin embargo, cumple con las especificaciones técnica del fabricante, mientras que el Relyx U200 se muestra con una varianza de 244.487 MPa y la desviación estándar de 15.63607 MPa lo que indicaría más estabilidad en sus valores reportados, además, con relación a los valores establecidos en la ficha técnica de la casa comercial 3M los valores de la muestra no logra llegar al estándar indicado por la casa comercial (99 MPa).

**Gráfico 1.** Comparación de resistencia de cementos resinosos



Análisis: la ficha técnica de la casa comercial 3M presenta un valor de resistencia a la flexión de 99 MPa el cual que no se cumple en los resultados, los valores se encuentran por debajo del mismo. Al contrario, que con el cemento resinoso Multilink speed el cual cumple con los valores establecidos de la ficha técnica de la casa comercial Ivoclar Vivadent que es de  $80 \pm 10$ . Como se observa en la gráfica el cemento Multilink speed es aquel que cuenta con mayor número de muestras que se acercan al valor establecido por su fabricante, y el cemento Relyx U200 presenta valores de resistencia a la flexión muy bajos en comparación con el valor establecido por su casa comercial. Por lo tanto, el cemento Multilink speed difiere notablemente del cemento Relyx U200 en base a sus respuestas de resistencia a la flexión, cabe señalar que se ha tomado en cuenta las guías técnicas de sus fabricantes para la elaboración de las muestras y así obtener las propiedades máximas del material.

### 7.1. Significancia estadística

Para determinar la prueba de hipótesis estadística se realizará un análisis de normalidad de los datos de la variable cuantitativa (Resistencia flexural)

**Tabla 4.** Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
<b>Resistencia Flexural</b>	0.92	40	0.008

a Corrección de significación de Lilliefors

La prueba de Shapiro Wilk mostró un valor de significancia menor a 0,05 ( $p=0,008$ ) por tanto, se indica que los datos de la muestra no corresponden a una distribución normal.

Para ello el contraste de hipótesis involucrará pruebas no paramétricas.

### Hipótesis

$H_0$  = La distribución de resistencia flexural es la misma entre los cementos resinosos Relyx U200 y Multilink Speed.

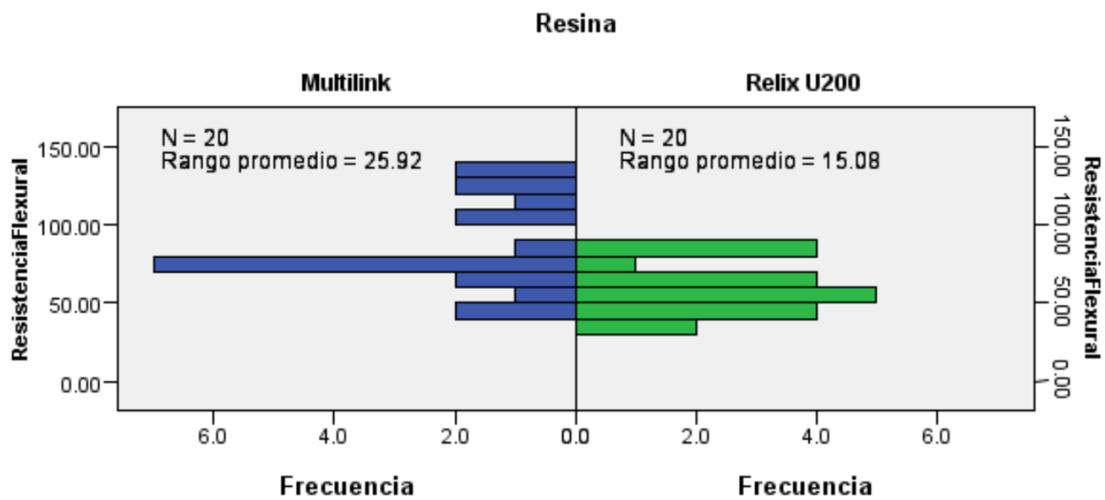
IC=95%

Error=5%

Decisión de la prueba: Si  $p < 0,05$  se rechaza la  $H_0$

Prueba

**Gráfico 2.** Prueba de U-Mann Whitney para muestras independientes



<b>N total</b>	40
<b>U de Mann-Whitney</b>	91.500
<b>W de Wilcoxon</b>	301.500
<b>Estadístico de prueba</b>	91.500
<b>Error estándar</b>	36.941
<b>Estadístico de prueba estandarizado</b>	-2.937
<b>Significación asintótica (prueba bilateral)</b>	.003
<b>Significación exacta (prueba bilateral)</b>	.003

**Resumen de contrastes de hipótesis**

	<b>Hipótesis nula</b>	<b>Prueba</b>	<b>Sig.</b>	<b>Decisión</b>
<b>1</b>	La distribución de ResistenciaFlexural es la misma entre las categorías de Resina.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	.003 <sup>1</sup>	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es .05.

<sup>1</sup>Se muestra la significación exacta para esta prueba.

Conclusión: la prueba no paramétrica reportó un valor de significancia menor a 0,05 (p=0,03), lo que indicaría el rechazo de la hipótesis nula y por tanto se concluye que a distribución de resistencia flexural no es la misma entre los cementos resinosos Relyx U200

y Multilink Speed, lo que indicaría que este último se mostró con valores superiores a su par en lo que refiere a las pruebas de resistencia a la flexión.

## 8. DISCUSIÓN

La investigación de Ramos – Tonello<sup>(1)</sup> en el que se estudió la influencia de los nanotubos de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>- nt) sobre las propiedades físicas y biológicas del cemento de resina Relyx U200, 3M. Denotó una resistencia a la flexión de 35.40 MPa en condiciones en que el cemento resinoso no contiene TiO<sub>2</sub>- nt y autopolimerización, en cambio cuando el material fue expuesto a polimerización dual, y sin contener TiO<sub>2</sub>-nt, se mostró con una resistencia a la flexión de 70.72 MPa; dichos resultados en comparación con los datos obtenidos se muestran similares, si se consideran independientemente del tipo de polimerización, la resistencia a la flexión del estudio fue de un valor mínimo de 30.69 MPa y un máximo de 82.74MPa, en el que no se presentaron condiciones como las descritas en el estudio de Ramos-Tonello y el tipo de polimerización fue dual, además de que estos procesos se basaron en las mismas normas ISO 4049.

En relación con el valor establecido por la casa comercial 3M de resistencia a la flexión del cemento resinoso Relyx U200, se pudo observar que bajo condiciones ideales la resistencia se indica con un valor de 99 MPa. Mismo que al ser comparado con el valor de 59.8509 MPa de resistencia obtenido está muy por debajo del valor de fábrica esto se explicaría al considerar que las condiciones de laboratorio incluye elementos más estrictos para determinar este valor.

La investigación de Fabiana Camargo<sup>(2)</sup> en el que se evaluó las propiedades fisicoquímicas de los cementos asociados a la hidroxiapatita (HAp) en función de la polimerización. Mostró que en el modo de autocurado se obtuvo una resistencia a la flexión de 66.6 MPa, en el modo de autocurado asociado con HAp la resistencia fue de 73.4 MPa, en el modo de curado dual el valor de flexión fue de 31.6 MPa, y en el modo de curado dual asociado con HAp se obtuvo una resistencia de 81.6 MPa. Al comparar estos resultados los valores mínimo y máximo son próximos a los reportados al estudio anterior, tomando en cuenta que el máximo de la resistencia a la flexión fue de 82.74 MPa y este se encuentra relacionado a los valores que tuvieron el incremento de hidroxiapatita, mientras que el valor mínimo fue de 30.69 MPa semejante al grupo de estudio de curado dual.

Dikbas en su estudio analizó la resistencia a la fractura de dientes inmaduros y de una sola raíz usando postes de fibra de: vidrio, cuarzo y de zirconia mismos que fueron tratados con el cemento resinoso Multilink Speed, que observó como resultado que no existió una diferencia estadísticamente significativa.<sup>(3)</sup> Si bien el estudio anterior no está directamente

relacionado a la resistencia flexural del cemento resinoso, se denota que existe una influencia directa con los resultados obtenidos, debido a que dicho material es el medio por el cual el poste se une a la pieza dentaria. Tomando en cuenta este criterio los resultados obtenidos presentan un valor mínimo de 41.37 MPa, y un valor máximo de 136.12 MPa, al considerar que el método de polimerización fue dual, según la casa comercial Ivoclar Vivadent y sus propiedades físicas de la resistencia a la flexión fueron de  $60 \pm 10$  siendo su polimerización de autocurado y de  $80 \pm 10$  con un curado dual.

Lu Yang con el objetivo de comparar las propiedades de los cementos de fijación utilizó dos cementos de composite autoadhesivo que fueron: Relyx u200 y Multilink speed, que después de haberse sometido a la prueba de la resistencia a la flexión de tres puntos se determinó que Relyx U200 presentó mayor resistencia a la flexión que el cemento Multilink speed. Mientras que los resultados de la presente investigación demuestran lo contrario teniendo muestras de Relyx U200 que no alcanzan a los estándares establecidos por su fabricante mientras que las muestras del cemento Multilink speed superan los valores de la resistencia a la flexión establecidas en su ficha técnica.

En la investigación de Hofmann sobre la comparación de fotoactivación versus curado químico o dual de cementos de fijación a base de resina con respecto a la resistencia a la flexión, el módulo y la dureza de la superficie se determinó que los cementos de curado dual presentaron mejores resultados en sus propiedades de resistencia a la flexión, módulo de elasticidad y dureza de Vickers.<sup>(4)</sup>

Guimaraes en su estudio del 2016 determina que el cemento estético Clearfil mostró valores medios de resistencia a la flexión más altos en comparación con los otros cementos de resina entre los tres métodos de polimerización probados.<sup>(5)</sup>

Larry L. en su investigación sobre la comparación de la resistencia a la flexión de cinco cementos de resina adhesivos demuestra que existe una diferencia significativa en los cementos resinosos estudiados en los que RelyX ARC con una resistencia a la flexión de  $(137 \pm 15)$  MPa y dos de los otros cementos de polimerización dual, Calibra  $(100 \pm 19)$  MPa y Panavia F  $(94 \pm 15)$  MPa).<sup>(6)</sup>

IRIE en su estudio del 2022 menciona que el valor de la resistencia a la flexión de sus muestras mejoraron con el periodo de tiempo, este estudio se basó en tres momentos: el

primero en el mismo instante del tiempo, después de un día de almacenamiento y después de 20.000 termociclos (TC 20k) a excepción de PANAVIA SA Cemento Universal.<sup>(7)</sup>

Aguilar en el 2012 determina que en sus muestras de cemento de resina autoadhesivos presentaron una mayor resistencia a la flexión con el modo de polimerización dual mientras que el cemento RelyX ARC mostró ser el más bajo.<sup>(8)</sup>

En la investigación realizada después de las pruebas de laboratorio requeridas se estableció que existe un mayor número de muestras del cemento resinoso multilink speed que alcanzan los estándares establecidos por su casa comercial, al contrario del cemento resinoso Relyx U200 que se encuentra por debajo de la cantidad indicada en su ficha técnica.

## 9. CONCLUSIONES

Al evaluar el Relyx U200 se encontró una media de 59.8509 MPa con una desviación estándar de 15.636 MPa, un valor mínimo de 30.69 Mpa, un máximo de 82.74 Mpa, considerando las normas ISO 4049 para evaluar la resistencia de los materiales dentales, también, se pudo observar una variación del 26% consistente en todas las pruebas.

Los resultados obtenidos de resistencia flexural del cemento resinoso Multilink speed mostraron un valor promedio de 85.8729 MPa, una mediana de 75.3975 MPa, el valor de la desviación estándar de 28.4973 MPa, un valor mínimo de 41.37 MPa, y un valor máximo de 136.12 MPa y el coeficiente de variación fue del 33%.

Se reportó un valor de significancia menor a 0,05 ( $p=0,03$ ) respecto a la comparación de los valores de resistencia de los 2 tipos de cemento resinoso, lo que indicaría que la resistencia flexural no es la misma entre los cementos resinosos Relyx U200 y Multilink Speed, y se concluye que este último se mostró con valores superiores a su par en lo que refiere a las pruebas de resistencia a la flexión.

## **9. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que para el uso del cemento resinoso Relyx U200 se maneje las normas establecidas por el fabricante, con el fin de obtener el máximo de las propiedades que ofrece el mismo, al considerar la publicación científica se evidencia que además que la combinación con otros materiales puede mantener los valores referenciales y aumentar el valor de resistencia tanto como en condiciones ideales o de la ficha técnica.

Existen elementos de factor al momento de aplicar los diferentes tipos de cemento, que en el contexto de aplicación puede ser clave considerarlos para que el cemento cumpla de forma efectiva su función, por lo que se recomienda revisar las propiedades para un uso efectivo.

En base a las pruebas realizadas se recomienda que para estudios futuros se implementen más pruebas que en base a los valores del fabricante se corrobore las propiedades físicas de estos materiales con el fin de contrastar los resultados presentados en este estudio y otros que cita la literatura.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. Pace LL, Hummel SK, Marker VA, Bolouri A. Comparison of the flexural strength of five adhesive resin cements. *J Prosthodont.* 2007;16(1):18–24.
2. Habekost LDV, Camacho GB, Demarco FF, Powers JM. Tensile Bond Strength and Flexural Modulus of Resin Cements - Influence on the Fracture Resistance of Teeth Restored with Ceramic Inlays. *Oper Dent.* 2007;32(5):488–95.
3. Margarita D, Palomino E, Rayo HG. CEMENTATION OF STRUCTURES FOR ZIRCONIA-BASED FIXED PARTIAL DENTURES. *c Odontol Univ Antioq.* 2013;24:321–35.
4. Monroy TB, Ibarra JG, Gayosso CÁ, Rivas LC. Polymerization-induced shrinkage of dual cements through different thicknesses of ceramic materials. 2012;16(4):237–41.
5. Sokołowski G, Szczesio-Włodarczyk A, Konieczny B, Bociong K, Sokołowski J. Comparative evaluation of the mechanical properties of resin, self-adhesive and adhesive cements. *Protet Stomatol.* 2018;68(4):415–24.
6. Jp GT, H GB, M SM. Influencia del tiempo de tratamiento de superficie con ácido fluorhídrico de la porcelana VITA VM 13 en la resistencia de unión a cemento de resina frente a fuerzas de tracción . Estudio in vitro Influence of surface treatment time with hydrofluoric acid. 2012;5(3)(25):117–22.
7. Saskalauskaite E, Tam LE, McComb D. Flexural strength, elastic modulus, and pH profile of self-etch resin luting cements. *J Prosthodont.* 2008;17(4):262–8.
8. Manso AP, Carvalho RM. Dental Cements for Luting and Bonding Restorations: Self-Adhesive Resin Cements. *Dent Clin North Am* [Internet]. 2017;61(4):821–34. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.006>
9. Goes MF De. Effect of Activation Mode on Flexural Strength and Elasticity Modulus of Dual Cure Resin Cements Efecto del modo de activación en la resistencia a flexión y módulo de elasticidad de cementos de resina de polimerización dual. *Dent Sci.* 2016;18–1(March 2018):6171.
10. Pereira SG, Fulgêncio R, Nunes TG, Toledano M, Osorio R, Marins R. Effect of curing protocol on the polymerization of dual-cured resin cements. *elsevier.*

- 2010;6:710–8.
11. Bryan Francisco Aldaz Gordón. Influencia del silano en la resistencia a la tracción de cerómeros cementados con cemento de resina dual, estudio in vitro. 2019.
  12. Elgh U, Spasenoska V, Milleding P, Haasum J, Karlsson S. Water Sorption and Flexural Properties of a Composite Resin Cement. *Int J Prosthodont*. 2000;13(2):141–7.
  13. Bezerra CP, Campos CF, Leite J, Fernandes MS, Coury Saraceni CH, Rodrigues FP D-CM. On the understanding of zinc-oxide eugenol cement use prior to etch-rinse bonding strategies. *Indian J Dent Res*. *Indian J Dent Res*. 2019;30(3):424–7.
  14. V. Palma, M.J. Suárez, Guillermo Jesús Pradies Ramiro F del R. Cemento de resina. Análisis de sus propiedades e inconvenientes y ventajas de su uso. *Rev Int prótesis estomatológica*. 2002;4:136–43.
  15. Tonedano Manuel. *Arte y Ciencia de los Materiales Odontológicos*. Ediciones. Madrid; 2003. 253 p.
  16. Ana M. Diaz-Arnold, DDS, MS, a Marcos A. Vargas, DDS, MS b and DRH. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent*. 1999;81:135–41.
  17. Wingo K. A Review of Dental Cements. *Vet Dent*. 2018;35(1):18–27.
  18. Katherina J, Rodriguez L. Evaluación “in vitro” de la discrepancia marginal y microfiltración de cuatro cementos de resina usados en cementado de coronas de óxido de circonio.
  19. Implications C. Mechanical properties of dental luting cements. *Prosthet Dent*. 1999;81:597–609.
  20. Lad PP, Kamath M, Tarale K, Kusugal PB. Practical clinical considerations of luting cements : A review. *nternational Oral Heal*. 2014;6(December 2013):116–20.
  21. Dv SR, Alla RK, Alluri VR, Makv R. A Review of Conventional and Contemporary Luting Agents Used in Dentistry. *J Mater Sci Eng*. 2014;3(August):28–35.
  22. Rivera, M.G., Arróniz, P.S., Llamosas H. Estudio comparativo de la filtración a nivel del tercio cervical utilizando MTA, cemento Portland y fosfato de zinc como selladores. *oral Año*. 2007;27:419–25.

23. Smith DC. Development of glass-ionomer cement systems. *Biomaterials*. 1998;19:467–78.
24. Vargas DL, Gayosso CÁ, Ortega PR. Artemisa Caracterización de un nuevo policarboxilato como alternativa para usarse como cemento dental. *Rev Odontológica Mex*. 2009;13:73–8.
25. Yanelys Cabrera Villalobos MÁL. In search of the ideal adhesive cement: the glass ionomers Dra. *Rev Arch Médico Camagüey*. 2009;14.
26. Henostroza G. Adhesion - Henostroza.pdf. 1º Edición. Coelho V, editor. Peru; 2003. 345–365 p.
27. Cardoso, P., & Decurcio R. Facetas: lentes de contacto e fragmentos cerâmicos. Ponto, editor. Florianopolis; 2015.
28. Montagna, F., & Barbesi M. Ceramica, zirconio y CAD/CAM. AMOLCA; 2013.
29. Kina, S., & Bruguera A. Invisible: Restauraciones esteticas ceramicas. Sao Paulo: Artes Medicas; 2008.
30. Cresus Vinícius Depes de Gouvêaa b TR de MFK de MWJN da SMD. Artigo Original Resistência à flexão de cimentos resinosos com polimerização dual Flexural strength of dual polymerization resin cements. *Orig Artig*. 2008;23(2):156–60.
31. Bottino. MA, Quintos. AF, Migashita. E G V. Estetica-En-Rehabilitacion-Oral-Metal-Free-Bottino. 2001. 383–96 p.
32. Freedman G. *Odontología Estética Contemporánea*. II ed. New- York; 2015. 537–52 p.
33. Mazzitelli C, Monticelli F, Osorio R, Casucci A, Toledano M, Ferrari M. Effect of simulated pulpal pressure on self-adhesive cements bonding to dentin. *el sevierhealth*. 2008;4:1156–63.
34. Henostroza G. *Adhesión en Odontología Restauradora*. 2da ed. Madrid-España: Ripano S.A; 2010.
35. Radovic I, Monticelli F. Self-adhesive Resin Cements : A Literature Review. *Adhes Dent*. 2008;10(July 2014).
36. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M KE. Self-adhesive Resin

- Cements: A Literature Review. *J Adhes Dent.* 2008;10:251–8.
37. Milton Andrade Ponce ICB. ADHESIVE CEMENTATION OF CERAMIC. *Rev Científica “Especialidades Odontológicas UG.”* 2020;3.
  38. Hirata R. *Tips claves en Odontología Restauradora Estética.* S. Editorial Médica Panamericana; 2011.
  39. Gu X KM. Marginal Discrepances and Leakage of All Ceramic – Crowns: Influence of Luting Agents and Aging Condition. *Int J Prosthodont.* 2003;16:109 – 116.
  40. Gustavo L, Corrêa P. Estudos Comparativos de Alguns Cimentos Ionoméricos Convencionais Comparative Study of Some Conventional Glass-Ionomer Cements. *Rev Matéria.* 2006;11:297–305.
  41. Attar N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent.* 2003;89(2):127–34.
  42. Makkar S, Malhotra N. Self-adhesive Resin Cements : A New Perspective in Luting Technology. *Dent Summit.* 2013;(November):758–68.
  43. Chung SM, Yap AUJ, Chandra SP, Lim CT. Flexural Strength of Dental Composite Restoratives : Comparison of Biaxial and Three-Point Bending Test. 2004;71(2):278–83.
  44. Lima RBW, Murillo-Gómez F, Sartori CG, De Góes MF. Effect of light absence or attenuation on biaxial flexural strength of dual-polymerized resin cements after short- and long-term storage. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(1):80–7.
  45. IRIE M, OKADA M, YOSHIMOTO A, MARUO Y, NISHIGAWA G, MATSUMOTO T. Shear bond strength of resin cement on moist dentin and its relation to the flexural strength of resin cement. *Dent Mater J.* 2022;(c).
  46. Duymus ZY, Yanikoğlu ND, Alkurt M. Evaluation of the flexural strength of dual-cure composite resin cements. *J Biomed Mater Res - Part B Appl Biomater.* 2013;101 B(5):878–81.
  47. Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of Physical Properties and Surface Degradation of Self-adhesive Resin Cements. *Dent Mater J.* 2007;26(6):906–14.

48. Behr M, Rosentritt M, Loher H, Kolbeck C, Trempler C, Stemplinger B, et al. Changes of cement properties caused by mixing errors : The therapeutic range of different cement types. *Dent Mater.* 2008;4:1187–93.
49. Cantoro A, Goracci C, Papacchini F, Mazzitelli C, Maria G, Ferrari M. Effect of pre-cure temperature on the bonding potential of self-etch and self-adhesive resin cements. *Dent Mater J.* 2007;4:577–83.
50. White SN. Cementos adhesivos y cementación. *La Cart odontológica.* 2000;5:18–23.
51. Piwowarczyk A, Lauer H, Sorensen JA. Microleakage of various cementing agents for full cast crowns. *Dent Mater J.* 2005;21:445–53.
52. Spinell T, Schedle A, Watts DC. Polymerization shrinkage kinetics of dimethacrylate resin-cements. *Dent Mater J.* 2009;5:1058–66.
53. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents : A review of the current literature. *Prosthet Dent.* 1998;80(3):280–301.
54. Barcellos DC, Batista GR, Silva MA, Rangel PM, Torres CR FM. Evaluation of bond strength of self-adhesive cements to dentin with or without application of adhesive systems. *J Adhes Dent.* 2011;13(3):261–5.
55. Walker MP, Spencer P, Eick JD. Mechanical property characterization of resin cement after aqueous aging with and without cyclic loading. *Dent Mater J.* 2003;19:645–52.
56. 3M. RelyX U200 CLICKER Cemento de Resina Universal Autoadhesivo. 2018.
57. Ivoclar Vivadent AG. Multilink Speed. 2009.

# 11. ANEXOS

 <b>"GEOCONS" LABORATORIO</b> <span style="float: right;">Tel: 072-649907 Cel: 0994974048</span>									
Proyecto : COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA FLEXURAL ENTRE DOS TIPOS DE CEMENTOS RESINOSOS DUALES									
Solicitado por: SRTA. MARIA MERCEDES PORTERO RUGEL		TUTOR			DR. CRISTIAN ROBERTO SGOCHO ROMERO				
Fecha: 22/03/2021		ENSAYADA POR			ING. RAMIRO JIMENEZ VEGA (GEOCONS CIA. LTDA.)				
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE CEMENTOS RESINOSOS									
N°	BASE (b)	ALTURA (h)	DISTANCIA APOYOS (L)	CARGA (P)	CARGA (P)	$M = \frac{P \cdot L}{4}$	$y = \frac{h}{2}$	$J = \frac{b \cdot h^3}{12}$	RESISTENCIA FLEXURAL
	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(N)	M	Y	I	(Mpa)
MULTLINK									
MUESTRA 1	2,5	2	20	6,1	27.134	135,671	1	1,67	81,402
MUESTRA 2	2,5	2	20	8,2	36,476	182,377	1	1,67	100,426
MUESTRA 3	2,5	2	20	5,4	24,020	120,102	1	1,67	72,061
MUESTRA 4	2,5	2	20	8,1	36,051	180,153	1	1,67	108,202
MUESTRA 5	2,5	2	20	10,2	45,372	226,859	1	1,67	136,116
MUESTRA 6	2,5	2	20	5,3	23,576	117,878	1	1,67	70,727
MUESTRA 7	2,5	2	20	5,4	24,020	120,102	1	1,67	72,061
MUESTRA 8	2,5	2	20	9,2	40,924	204,618	1	1,67	122,771
MUESTRA 9	2,5	2	20	10,1	44,927	224,635	1	1,67	134,793
MUESTRA 10	2,5	2	20	8,3	36,920	184,601	1	1,67	110,761
MUESTRA 11	2,5	2	20	5,3	23,576	117,878	1	1,67	70,727
MUESTRA 12	2,5	2	20	4,4	19,572	97,861	1	1,67	58,717
MUESTRA 13	2,5	2	20	3,6	16,014	80,068	1	1,67	48,041
MUESTRA 14	2,5	2	20	4,5	20,017	100,085	1	1,67	60,051
MUESTRA 15	2,5	2	20	9,1	40,479	202,394	1	1,67	121,436
MUESTRA 16	2,5	2	20	5,6	24,910	124,550	1	1,67	74,730
MUESTRA 17	2,5	2	20	5,2	23,131	115,654	1	1,67	69,392
MUESTRA 18	2,5	2	20	3,1	13,789	68,947	1	1,67	41,368
MUESTRA 19	2,5	2	20	5,9	26,244	131,222	1	1,67	78,733
MUESTRA 20	2,5	2	20	5,7	25,355	126,774	1	1,67	76,065

 <b>"GEOCONS" LABORATORIO</b> <span style="float: right;">Tel: 072-649907 Cel: 0994974048</span>									
Proyecto : COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA FLEXURAL ENTRE DOS TIPOS DE CEMENTOS RESINOSOS DUALES									
Solicitado por: SRTA. MARIA MERCEDES PORTERO RUGEL		TUTOR			DR. CRISTIAN ROBERTO SGOCHO ROMERO				
Fecha: 22/03/2021		ENSAYADA POR			ING. RAMIRO JIMENEZ VEGA (GEOCONS CIA. LTDA.)				
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE CEMENTOS RESINOSOS									
N°	BASE (b)	ALTURA (h)	DISTANCIA APOYOS (L)	CARGA (P)	CARGA (P)	$M = \frac{P \cdot L}{4}$	$y = \frac{h}{2}$	$J = \frac{b \cdot h^3}{12}$	RESISTENCIA FLEXURAL
	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(N)	M	Y	I	(Mpa)
RELYX U200									
MUESTRA 1	2,5	2	20	3,0	13,345	66,723	1	1,67	40,034
MUESTRA 2	2,5	2	20	4,3	18,238	91,189	1	1,67	54,713
MUESTRA 3	2,5	2	20	4,2	18,683	93,413	1	1,67	56,048
MUESTRA 4	2,5	2	20	2,3	10,213	51,155	1	1,67	30,693
MUESTRA 5	2,5	2	20	4,8	21,951	109,757	1	1,67	64,054
MUESTRA 6	2,5	2	20	6,1	27,134	135,671	1	1,67	81,402
MUESTRA 7	2,5	2	20	4,4	19,572	97,861	1	1,67	58,717
MUESTRA 8	2,5	2	20	5,0	22,241	111,206	1	1,67	66,723
MUESTRA 9	2,5	2	20	3,9	17,948	89,740	1	1,67	52,044
MUESTRA 10	2,5	2	20	3,6	16,014	80,068	1	1,67	48,041
MUESTRA 11	2,5	2	20	3,6	16,014	80,068	1	1,67	48,041
MUESTRA 12	2,5	2	20	3,4	15,124	75,620	1	1,67	45,372
MUESTRA 13	2,5	2	20	4,4	19,572	97,861	1	1,67	58,717
MUESTRA 14	2,5	2	20	6,1	27,134	135,671	1	1,67	81,402
MUESTRA 15	2,5	2	20	5,1	22,686	113,430	1	1,67	68,058
MUESTRA 16	2,5	2	20	2,8	12,455	62,275	1	1,67	37,365
MUESTRA 17	2,5	2	20	5,0	22,241	111,206	1	1,67	66,723
MUESTRA 18	2,5	2	20	6,0	26,689	133,447	1	1,67	80,068
MUESTRA 19	2,5	2	20	6,2	27,579	137,895	1	1,67	83,737
MUESTRA 20	2,5	2	20	5,7	25,355	126,774	1	1,67	76,065