

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

Escuela Académico Profesional de Odontología

Tesis

**Evaluación in vitro de la resistencia compresiva y la  
microdureza superficial en ionómeros de vidrio,  
Lima, 2023**

Wanda Viviana Aquino Canazas  
Jessica Izquierdo Leandro  
Axell Fernando Revilla Rodriguez

Para optar el Título Profesional de  
Cirujano Dentista

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

**A** : Dra. María Teresa Ugarte Taboada  
Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud  
**DE** : JORGE LUIS DAVILA OSCATEGUI  
Asesor de tesis  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis  
**FECHA** : 18 de febrero del 2024.

---

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "**EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA Y LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN IONÓMEROS DE VIDRIO, LIMA 2023**" perteneciente a las estudiantes **WANDA VIVIANA AQUINO CANAZAS, JESSICA IZQUIERDO LEANDRO, AXELL FERNANDO REVILLA RODRIGUEZ** de la E.A.P. de Odontología; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI  NO   
(Nº de palabras excluidas: 15 )
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



---

Asesor de tesis  
JORGE LUIS DAVILA OSCATEGUI

Cc.  
Facultad  
Oficina de Grados y Títulos Interesado(a)

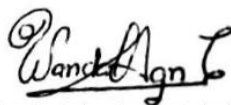
## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, WANDA VIVIANA AQUINO CANAZAS identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 72385205, de la E.A.P. de Odontología de la Facultad de Ciencias de la Salud la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: **"EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA Y LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN IONÓMEROS DE VIDRIO, LIMA 2023"**, es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

17 de Febrero de 2024.



---

Wanda Viviana Aquino Canazas

DNI. No. 72385205

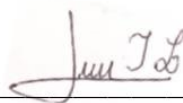
## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, JESSICA IZQUIERDO LEANDRO identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 40975672, de la E.A.P. de Odontología de la Facultad de Ciencias de la Salud la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: **"EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA Y LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN IONÓMEROS DE VIDRIO, LIMA 2023"**, es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

17 de Febrero de 2024.



---

Jessica Izquierdo Leandro

DNI. No. 40975672

Cc.  
Facultad  
Oficina de Grados y Títulos  
Interesado(a)

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, AXELL FERNANDO REVILLA RODRIGUEZ identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 72640246, de la E.A.P. de Odontología de la Facultad de Ciencias de la Salud la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: **"EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA Y LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN IONÓMEROS DE VIDRIO, LIMA 2023 "**, es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

17 de Febrero de 2024.



Axell Fernando Revilla Rodriguez

DNI. No. 72640246

Cc.  
Facultad  
Oficina de Grados y Títulos  
Interesado(a)

---

INFORME DE ORIGINALIDAD

---

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

FUENTES PRIMARIAS

---

1

[repositorio.uroosevelt.edu.pe](http://repositorio.uroosevelt.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

2

[ri-ng.uaq.mx](http://ri-ng.uaq.mx)

Fuente de Internet

2%

3

[distancia.udh.edu.pe](http://distancia.udh.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.urp.edu.pe](http://repositorio.urp.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.uwiener.edu.pe](http://repositorio.uwiener.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

6

[repositorio.unfv.edu.pe](http://repositorio.unfv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

7

[repositorio.uigv.edu.pe](http://repositorio.uigv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

8

[repositorio.uan.edu.co](http://repositorio.uan.edu.co)

Fuente de Internet

1%

9

[www.coursehero.com](http://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

1%

---

10	<a href="http://repositorio.utea.edu.pe">repositorio.utea.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
11	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	1 %
12	<a href="http://dspace.unach.edu.ec">dspace.unach.edu.ec</a> Fuente de Internet	1 %
13	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Europea de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
15	<a href="http://multimedia.3m.com">multimedia.3m.com</a> Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	<1 %
17	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://www.studocu.com">www.studocu.com</a> Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad de Guayaquil Trabajo del estudiante	<1 %
20	<a href="http://repositorio.upt.edu.pe">repositorio.upt.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %



22	<a href="http://burjcdigital.urjc.es">burjcdigital.urjc.es</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://dspace.unl.edu.ec">dspace.unl.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://repositorio.upsb.edu.pe">repositorio.upsb.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://repositorio.uvm.cl">repositorio.uvm.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
28	Yolanda Pastor, Isabel Balaguer, María Luisa García-Merita. "El autoconcepto y la autoestima en la adolescencia media: análisis diferencial por curso y género", Revista de Psicología Social, 2014 Publicación	<1 %
29	<a href="http://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1 %
31	Submitted to Universidad Carlos III de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %

32	<a href="http://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="http://repositorio.ucp.edu.pe">repositorio.ucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://www.dspace.uce.edu.ec:8080">www.dspace.uce.edu.ec:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://repositorio.uladech.edu.pe">repositorio.uladech.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://repositorioinstitucional.buap.mx">repositorioinstitucional.buap.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
38	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
39	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
40	<a href="http://tvd.wiki">tvd.wiki</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias < 15 words

## **Dedicatoria**

A Dios por darme la fuerza para continuar en este proceso. A mis padres: Hilario y Rosa por ser mis más grandes motivadores para poder continuar y nunca soltarme la mano en cada paso dado. A mi hermano Renzo por ser mi compañía y darme palabras de aliento. A mi abuelita Lucia que ha sido mi segunda madre.

Wanda Aquino

A mi querido esposo y a mis bellas hijas por apoyarme y ser parte de mi motivación. A mis padres, hermanas, hermanos y sobrinas por su apoyo incondicional dándome fuerzas para lograr mis sueños.

Jessica Izquierdo

A Dios por permitir que culmine esta etapa de mi vida. A mi madre Adriana por ser la mujer que más admiro. A mi abuelo Fernando por apoyarme en todo momento. A mi hermana Sthepanie por brindarme aliento para seguir adelante. A mi novia Sumiko por estar para mí en todo momento.

Axell Revilla

## **Agradecimiento**

A todos los docentes por sus enseñanzas durante ese tiempo, a nuestro asesor que nos dio los pasos para la culminación de esta tesis. A toda mi familia que ha estado presente durante estos años, a mi tío Aníbal por las enseñanzas.

Wanda

Agradezco a mi equipo, porque no solo hay estudios, sino amistad y solidaridad, a mi asesor que con sus consejos nos hizo concluir con éxito esta tesis, les deseo de todo corazón lo mejor de este mundo.

Jessica

A la Universidad Continental por haberme brindado sus enseñanzas para desarrollarme profesionalmente. A mi asesor: Jorge Luis Dávila Oscategui por brindarme su apoyo y conocimiento para lograr culminar con mis objetivos.

Axell

## Índice de contenido

Dedicatoria.....	x
Agradecimiento.....	xi
Índice de contenido .....	xii
Índice de tablas.....	xiv
Índice de figuras.....	xv
Resumen.....	xvi
Abstract.....	xvii
Introducción .....	xviii
CAPÍTULO I: Planteamiento del estudio .....	19
1.1 Delimitación de la investigación .....	19
1.1.1 Delimitación territorial.....	19
1.1.2 Delimitación temporal.....	19
1.1.3 Delimitación conceptual .....	19
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	19
1.3 Formulación del problema.....	21
1.3.1 Problema general.....	21
1.3.2 Problemas específicos .....	21
1.4 Objetivos .....	21
1.4.1 Objetivo general.....	21
1.4.2 Objetivos específicos .....	21
1.5 Justificación.....	22
1.5.1 Justificación teórica.....	22
1.5.2 Justificación práctica.....	22
CAPÍTULO II: Marco teórico.....	23
2.1. Antecedentes del problema .....	23
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	23
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	25
2.2. Bases teóricas .....	26
2.3. Definición de términos básicos .....	29
CAPÍTULO III: Hipótesis y variable.....	31
3.1. Hipótesis.....	31
3.1.1. Hipótesis general.....	31
3.2. Identificación de variables.....	31
3.3. Operacionalización de variables.....	32

CAPÍTULO IV: Metodología de la investigación .....	33
4.1. Método, tipo y nivel de la investigación .....	33
4.1.1. Método de la investigación .....	33
4.1.2. Tipo de la investigación .....	33
4.1.3. Alcance de la investigación.....	33
4.2. Diseño de la investigación.....	33
4.3. Población y muestra .....	34
4.3.1. Población.....	34
4.3.2. Muestra.....	34
4.4. Técnica e instrumento de recolección y análisis de datos .....	34
4.4.1. Técnica de recolección de datos.....	34
4.4.2. Instrumento de recolección de datos .....	35
4.4.3. Procedimiento de la investigación .....	35
4.4.4. Análisis de datos .....	36
4.5. Consideraciones éticas .....	36
CAPÍTULO V: Resultados y discusión .....	37
5.1. Presentación de resultados y análisis de la información.....	37
5.2. Discusiones de resultados.....	48
Conclusiones .....	50
Recomendaciones.....	51
Referencias bibliográficas.....	52
Anexos .....	57

## Índice de tablas

Tabla 1. Estadísticas de resumen sobre el diámetro (mm) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.....	37
Tabla 2. Estadísticas de resumen sobre la longitud (mm) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.....	38
Tabla 3. Estadísticas de resumen sobre el área (mm <sup>2</sup> ) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.....	39
Tabla 4. Estadísticas de resumen sobre la resistencia compresiva (N) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.....	40
Tabla 5. Estadísticas de resumen sobre la microdureza superficial en el punto 1 dureza de Vickers (Hv) (kg/mm <sup>2</sup> ) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.....	41
Tabla 6:Estadísticas de resumen sobre la microdureza superficial en el punto 2 Hv (kg/mm <sup>2</sup> ) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.....	42
Tabla 7:Estadísticas de resumen sobre la microdureza superficial en el punto 3 Hv (kg/mm <sup>2</sup> ) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.....	43
Tabla 8:Evaluación in vitro de la resistencia compresiva (MPA) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.....	44
Tabla 9:Evaluación in vitro de la microdureza superficial (kg/mm <sup>2</sup> ) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.....	45
Tabla 10:Análisis estadístico de ANOVA de la evaluación in vitro de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023.....	46
Tabla 11:Prueba <i>post hoc</i> de Tukey de la evaluación <i>in vitro</i> de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023.....	47

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de cajas del diámetro de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca .....	37
Figura 2. Diagrama de cajas de la longitud de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca .....	38
Figura 3. Diagrama de cajas del área de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca .....	39
Figura 4. Diagrama de cajas de la resistencia compresiva de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca .....	40
Figura 5. Diagrama de cajas de la microdureza superficial en el punto 1 Hv (kg/mm <sup>2</sup> ) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.....	41
Figura 6. Diagrama de cajas de la microdureza superficial en el punto 2 Hv (kg/mm <sup>2</sup> ) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.....	42
Figura 7. Diagrama de cajas de la microdureza superficial en el punto 3 Hv (kg/mm <sup>2</sup> ) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.....	43
Figura 8. Diagrama de cajas de la evaluación in vitro de la resistencia compresiva (MPA) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.....	44
Figura 9. Diagrama de cajas de la evaluación in vitro de la microdureza superficial (kg/mm <sup>2</sup> ) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.....	45



## Resumen

La investigación lleva por nombre: «Evaluación *in vitro* de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023». Se planteó como objetivo comparar la evaluación *in vitro* de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023. Estudio experimental, con una muestra de 72 bloques de cementos ionómero de vidrio modificado con resina y cementos ionómero de vidrio convencionales que fueron confeccionados acorde a los requerimientos establecidos en la norma ISO 9917-1, ambas fueron sometidas a pruebas mecánicas y los resultados fueron colocados en el instrumento ficha de recolección de datos. En los hallazgos, el ionómero Cention N presentó la mayor resistencia compresiva con una media de 179.19 MPa en comparación a las otras marcas, mientras que Ionómero GC Fuji IX demostró la RC más baja con un promedio de 27.59 Mpa. Respecto a la microdureza superficial, se determinó que el ionómero Ketac Molar easy Mix presentó el promedio más alto con 50.33 kg/mm<sup>2</sup> en comparación a las otras marcas, mientras que Ionómero GC Fuji IX demostró la MS más baja con un promedio de 17.86 kg/mm<sup>2</sup> y al comparar las variables de investigación se encontraron diferencias significativas (p-valor =0,000). En conclusión, existe una diferencia significativa en la evaluación *in vitro* de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023. Además, el ionómero Cention N fue el que presentó la resistencia compresiva más alta, mientras que el ionómero Ketac Molar easy Mix presentó la mayor microdureza superficial.

**Palabras clave:** cemento ionómero de vidrio, pruebas mecánicas, saliva artificial.

## Abstract

The research is called “In vitro evaluation of compressive strength and surface microhardness in glass ionomers, Lima 2023” and the objective was to compare the in vitro evaluation of compressive strength and surface microhardness in glass ionomers, Lima 2023 Experimental study, with a sample of 72 blocks of glass ionomer cements modified with resin and conventional glass ionomer cements, which were prepared according to the requirements established in the ISO 9917-1 standard and whose data from both mechanical tests were placed in the instrument data collection sheet. In the findings, Cention N ionomer showed the highest compressive strength with an average of 179.19 MPa compared to the other brands, while GC Fuji IX Ionomer demonstrated the lowest RC with an average of 27.59 Mpa. Regarding surface microhardness, it is estimated that the Ketac Molar easy Mix ionomer presented the highest average with 50.33 Kg/mm<sup>2</sup> compared to the other brands, while the Fuji IX GC Ionomer demonstrated the lowest MS with an average of 17.86 Kg / mm<sup>2</sup> and when comparing the research variables, significant differences were found (p-value =0.000). In conclusion, there is a significant difference in the in vitro evaluation of compressive strength and surface microhardness in glass ionomers, Lima 2023. Furthermore, the Cention N ionomer was the one that presented the highest compressive strength, while the Ketac Molar ionomer easy Mix presented the highest surface microhardness.

**Keywords:** Glass ionomer cement, mechanical testing, artificial saliva.

## Introducción

La aplicación clínica del cemento de ionómero de vidrio como material restaurador data desde 1970 y con el pasar de los años se ha realizado algunos cambios en su composición con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas, estéticas y biológicas, convirtiéndolo en un material de restauración altamente atractivo, ya que dentro de sus beneficios se incluyen a la adhesión química en los tejidos dentales, bajo coeficiente de expansión térmica, buena biocompatibilidad tisular y la liberación de iones de flúor que potencialmente reduce la incidencia de caries secundarias. Asimismo, su uso clínico incluye, cavidades Clase I, II, III y V tanto en dentición decidua como permanente.

Recientemente, aparecieron en el mercado cementos de ionómero de vidrio modificados con resinas listos para usar, con fotopolimerización rápida (20 segundos) y alta resistencia a la compresión y microdureza superficial. Sin embargo, no está claro si los diferentes regímenes de mezcla de estos nuevos materiales influyen en las propiedades a largo plazo; es por ello, que se recomiendan realizar pruebas mecánicas *in vitro* para determinar su eficacia y posterior uso *in vivo*.

La investigación consta de cinco capítulos: en el Capítulo I, se plantea el problema, se formulan los objetivos y la justificación. Los fundamentos teóricos se ofrecen en el Capítulo II, donde se plasman los antecedentes utilizados para realizar la debida discusión. En el Capítulo III se desarrollaron las hipótesis, junto con las variables de la investigación. El Capítulo IV proporciona detalles de la metodología empleada en el proceso de estudio, teniendo en cuenta la población, herramientas a utilizar para la recolección de datos, los enfoques, análisis y el procesamiento de este.

Los resultados del análisis estadístico, por su parte, se establecen en el Capítulo V, junto con las tablas y diagramas, los que se presentan de acuerdo con los objetivos trazados, además se plasma la discusión, donde se realiza el contraste de los hallazgos de la investigación con los antecedentes. Finalmente, en respuesta a los objetivos esbozados en el Capítulo I, se demuestran las conclusiones, seguido de recomendaciones, bibliografías y anexos que detallan las actividades involucradas en la recolección de la información.

## **CAPÍTULO I**

### **Planteamiento del estudio**

#### **1.1 Delimitación de la investigación**

##### **1.1.1 Delimitación territorial**

Los cementos ionómero de vidrio modificado con resina y cementos ionómero de vidrio convencionales del estudio fueron adquiridos en el departamento de Arequipa y la elaboración de muestras y posterior realización de las pruebas mecánicas fueron ejecutados en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate (HTL) ubicado en Lima, el mismo que cuenta con la calibración de sus instrumentos y los requerimientos establecidos por la norma ISO 9917-1.

##### **1.1.2 Delimitación temporal**

El desarrollo de la investigación tuvo una duración de seis meses, los que estuvieron comprendidos desde mayo del 2023 hasta octubre del 2023.

##### **1.1.3 Delimitación conceptual**

Con el fin de mejorar la elección de los materiales de restauración referente a sus propiedades mecánicas, se planteó comparar y evaluar la resistencia compresiva y la microdureza superficial en los ionómeros de vidrio, Lima 2023.

#### **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

En odontología, los operadores siempre se han encontrado con el dilema común de buscar el reemplazo ideal para las estructuras dentales faltantes, las que deben cumplir funcionalidad, estética y propiedades mecánicas idénticas al diente (1). Bajo esta premisa la capacidad del odontólogo para lograr el resultado deseado se ha visto limitado por ciertos

factores básicos como la disponibilidad de materiales adecuados que sean compatibles con la cavidad oral lo que dificulta seleccionar un mejor material para una situación clínica determinada y el desarrollo de un proceso apropiado para su uso diario (1) (2).

Los cementos de ionómero de vidrio (CIV) fueron un paso en esta dirección y ahora se han convertido en uno de los materiales de restauración más utilizados en la práctica dental (3). Entre sus principales ventajas sobre otros materiales de restauración, se ha encontrado que puede ser colocado en cavidades dentales sin un agente de unión adicional y entre sus propiedades más relevantes se manifiesta la liberación prolongada de fluoruro, biocompatibilidad relativa con la pulpa y facilidad de manejo, haciéndolo uno de los materiales más preferidos en la odontopediatría (4).

En relación con el tema propuesto, las pruebas de compresión y microdureza superficial son utilizadas en odontología para simular en un laboratorio la tensión que puede resultar de las fuerzas aplicadas clínicamente a un material de restauración, ya que las tensiones de compresión contribuyen al fracaso y fractura de la restauración a través de las fuerzas masticatorias (4). Una especificación británica “estableció que el valor mínimo necesario para resistir las fuerzas masticatorias en los dientes posteriores sería de 125 MPa, mientras que algunos autores consideran que este valor debería ser de 100 MPa en dentición temporal” (4) (5).

No obstante, al seleccionar un material de restauración una de las principales consideraciones son sus propiedades mecánicas, dado que los materiales de restauración se utilizan para reemplazar la estructura dental faltante. Por lo tanto, debe ser lo suficientemente fuerte como para soportar las fuerzas asociadas con la masticación, en este sentido el estudio actual evaluará la resistencia compresiva (RC) y la microdureza superficial (MS) para determinar las propiedades mecánicas de los cementos ionómero de vidrio convencionales (CIVC) y los cementos ionómero de vidrio modificados con resina (CIVMR), ya que desde su descubrimiento se han añadido propiedades como la compatibilidad estética, aplicación más fácil, menor sensibilidad a la humedad y fotopolimerización inmediata después de su colocación (6) (7).

El Ministerio de Salud en el 2019 manifestó que el 90.4 % de peruanos presentaba caries dental, siendo los menores de 11 años los que tenían una mayor prevalencia con un 85 % y dentro de los signos iniciales de la enfermedad, se incluyen al reblandecimiento de la superficie (8). Sin embargo, cuando la lesión progresa hasta el punto de romper la continuidad

de la superficie del esmalte se producen microcavitaciones que representan la etapa crítica en el proceso de caries, ya que las bacterias pueden invadir fácilmente la dentina (9).

En consecuencia, el manejo actual de la caries dental incluye su identificación y riesgo de progresión. Por ello, para evaluar la progresión de la enfermedad se requiere un manejo de servicios preventivos apropiados que deben ser acompañados con una terapia restauradora adecuada, la que incluye eliminación de cavitaciones o defectos, detener la progresión de la desmineralización dental, restaurar la integridad de la estructura dental, prevenir la propagación de infecciones a la pulpa dental y prevenir el desplazamiento de los dientes debido a la pérdida de la estructura dental. Es por ello, que en la búsqueda de estudiar más a fondo las propiedades mecánicas de los materiales de restauración para una mejor elección al momento de realizar una terapia restauradora, se plantea el siguiente problema: ¿cómo se diferencia la evaluación *in vitro* de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023?

### **1.3 Formulación del problema**

#### **1.3.1 Problema general**

¿Cómo se diferencia la evaluación *in vitro* de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023?

#### **1.3.2 Problemas específicos**

¿Cuál será la evaluación *in vitro* de la resistencia compresiva en ionómeros de vidrio modificado con resina y ionómeros de vidrio convencionales, Lima 2023?

¿Cuál será la evaluación *in vitro* de la microdureza superficial en ionómeros de vidrio modificado con resina y ionómeros de vidrio convencionales, Lima 2023?

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo general**

Comparar la evaluación *in vitro* de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

Determinar la evaluación *in vitro* de la resistencia compresiva en ionómeros de vidrio modificados con resina y ionómeros de vidrio convencionales, Lima 2023.

Determinar la evaluación *in vitro* de la microdureza superficial en ionómeros de vidrio modificado con resina y ionómeros de vidrio convencionales, Lima 2023.

## **1.5 Justificación**

### **1.5.1 Justificación teórica**

Aunque existen algunos estudios disponibles que comparan la resistencia compresiva entre el CIVC y los CIVMR, se encuentra muy poca información sobre la microdureza superficial de los mismos, siendo esta información de vital relevancia para la población odontológica peruana, ya que se necesita un mejor consenso de las propiedades mecánicas de los ionómeros más comerciales utilizados en el Perú.

Además, la literatura informa que los especímenes que fueron almacenados en agua destilada para realizar las pruebas propuestas pueden tener poca relevancia clínica; es por ello, que los especímenes de estudio serán almacenados en saliva artificial permitiendo una mejor simulación de los materiales en un medio similar a la cavidad oral, haciendo que los resultados sean los más apropiados.

### **1.5.2 Justificación práctica**

Se pretende evaluar y comparar las propiedades mecánicas de cuatro marcas de CIV disponibles en el mercado peruano, que según sus propiedades ofrecen grandes resultados, de tal manera que con los resultados obtenidos ayude al clínico en la elección del mejor y más adecuado material para la restauración de la estructura dental y de ese modo generar una mayor satisfacción en los pacientes, principalmente pediátricos.

La investigación es la primera en realizarse dentro del territorio peruano; por tanto, cambiaría radicalmente la manera tradicional de investigar el tema, proponiendo nuevas vías o nuevos conocimientos que serán de gran utilidad en próximas investigaciones; así mismo, se fomentará el uso de CIV como material de restauración.

## CAPÍTULO II

### Marco teórico

#### 2.1. Antecedentes del problema

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

López (10) concluyó que los valores promedio para la microdureza en los grupos examinados evidenciaron que los CIVMR tenían un valor promedio mayor con un  $65.44 \pm 8.47$  kg/mm<sup>2</sup> de dureza Vickers (DV), aunque al realizar las comparaciones las diferencias no fueron estadísticamente significativas (p-valor=0.161); del mismo modo, al evaluar la resistencia compresiva de los CIVMR se obtuvo un promedio de medias mayor con un  $11.43 \pm 2.43$  megapascales (MPa) y al realizar las comparaciones no se encontró una diferencia significativa p-valor=0.250, demostrando que los grupos evaluados estadísticamente son iguales.

Adnan et al. (11), manifestaron que el CIVMR mostró una menor resistencia a la compresión con un promedio de medias de  $113 \pm 8$  MPa en comparación con CIVC, que presentó un valor promedio de  $179 \pm 20$  MPa y relacionar ambos tipos de ionómeros, se encontraron diferencias estadísticas, evidenciando un valor de  $p \leq 0.05$ . Por lo tanto, el cemento de ionómero de vidrio convencional obtuvo la mayor RC en comparación a su contrincante.

Curicho (12), evidenció que los valores medios para el compuesto bioactivo, resina nanohíbrida y el ionómero modificado con resina fueron de  $47.51 \pm 10.33$  MPa,  $110,0 \pm 35.4$  MPa,  $149.6 \pm 32.9$  MPa respectivamente y al comparar los materiales se encontró una asociación significativa entre los grupos con un p-valor=0.000. Demostrando, que los CIVMR presentaron mayores valores de resistencia compresiva en relación con los demás materiales.



Zhang et al. (13), en sus estudios, concluyeron que el ionómero Ketac U obtuvo una resistencia compresiva de  $262 \pm 12$  MPa; mientras que, CIVMR EQUIA Forte obtuvo un valor promedio de  $245 \pm 12$  MPa, y el promedio más bajo lo obtuvo el CIV Fuji® con  $175 \pm 12$  MPa; al relacionar esos materiales se obtuvo una diferencia significativa ( $p$ -valor  $> 0.05$ ). Demostrando que los CIV de la línea Ketac presentaron una mayor resistencia compresiva que sus oponentes.

Yuquilema (14), según sus resultados, los valores promedio en relación con la microdureza de los CIVC Ketac Molar EasyMix® (3M ESPE) y Fuji IX® (GC) fueron  $74.9 \pm 10.4$  DV y  $60.1 \pm 3.2$  DV correspondientemente y al relacionarlos no hubo diferencias significativas  $p$ -valor=0.159. Demostrando, que no se encontraron cambios perceptibles en el nivel de microdureza de los ionómeros convencionales.

Poornima et al. (15) concluyeron que la microdureza superficial y la resistencia a la compresión del CIVMR EQUIA Forte fue superior al CIVC con un promedio de medias de  $161.43 \pm 1.12$  MPa, siendo a su vez estadísticamente significativo  $p$ -valor = 0,007. Por lo tanto, sugiere su uso como material de restauración posterior.

Maaly et al. (16), manifestaron que la resistencia a la compresión del ionómero de vidrio Filtek Z350 obtuvo un valor promedio de  $177.36 \pm 9.1$  MPa, mientras Ketac N obtuvo un promedio de  $153.05 \pm 8.2$  MPa y al relacionar ambos grupos, no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los valores  $p$ -valor  $> 0.05$ .

Patel et al. (17) concluyeron que la puntuación media máxima de la resistencia a la compresión para el CIVMR fue  $18.05 \pm 9.425$  MPa, seguido por CIVC Ketac M con un promedio de  $16.99 \pm 7.644$  MPa; del mismo modo, al relacionarlos no se encontró diferencia significativa entre las marcas ( $p$ -valor=0.805), siendo el CIVC quien demostró el resultado más bajo en comparación a su contrincante.

Rodríguez (18) dedujo que la resistencia a la compresión del ionómero de vidrio restaurador varía dependiendo de la solución en la que se almacenan los especímenes, resultando que el grupo que estuvo expuesto a saliva artificial presentó una RC de  $15.23 \pm 10.69$  Mpa, mientras que en medio ácido se obtuvo un promedio de  $22.30 \pm 12.71$  Mpa y en solución salina un promedio de  $23.15 \pm 13.41$  Mpa; al relacionar los grupos no se obtuvo una diferencia significativa  $p$ -valor=0.104. Por lo tanto, existen circunstancias que pueden cambiar el pH salival, afectando directamente la composición de la saliva y haciéndola más o menos ácida,

promoviendo la ruptura o desgaste prematuro del ionómero de vidrio utilizado para restaurar las piezas dentales, en este sentido Ketac M podría ser utilizado para estos fines.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

León (19) llegó a la conclusión que no había una diferencia estadística en la resistencia compresiva de marcas comerciales de CIVC con un p-valor = 0.471, siendo el ionómero Vitremer el que presentó una mayor resistencia compresiva con un promedio de medias de 134.68 Mpa; a diferencia del CIV Ionofil Molar que presentó un promedio de 110.50 MPa y Ketac Molar con un promedio de 102.52 MPa, después de haber sido almacenados en saliva artificial.

Baños (20) concluyó en su investigación que existía una diferencia significativa entre los dos cementos de restauración de ionómero de vidrio con un p-valor=0,000, siendo el CIV EQUIA FORTE el que presentó una mayor resistencia a la compresión con un promedio de  $101,24 \pm 14,59$  MPa, mientras que CIV RIVA SELF C obtuvo un promedio de  $69,46 \pm 13,00$  MPa.

Mori (21), con la evidencia aportada mediante la evaluación multivariante, determinó que la marca comercial Ketac M Easymix presenta una mayor resistencia con un promedio de  $46.58 \pm 12.38$  Mpa; mientras que, el CIV FUJI IX solo obtuvo  $38.99 \pm 7.27$  MPa; asimismo, se estableció la independencia estadística de ambas marcas con un p-valor=0.041, lo que significa que la resistencia a la fuerza de compresión está relacionada al CIV.

Candia et al. (22) infieren que existe una diferencia notable entre los cementos de ionómero convencionales cuando se comparan con un p-valor=0,000, siendo Ketac® M Mix el que exhibe una mayor resistencia a la compresión con un promedio de medias de  $74.4 \pm 9.5$  MPa, mientras que GC Fuji y Bioglass R solo presentaron un promedio de  $52,7 \pm 13,31$  MPa y  $50,5 \pm 9,42$  MPa respectivamente.

Ramírez et al. (23) manifestaron en el estudio que el CIV EQUIATM Fil mostró una mayor resistencia compresiva con un promedio de  $299.80 \pm 69.07$  MPa a las 24 horas, mientras que a Ketac Universal HM presentó un promedio de  $251.32 \pm 88.697$  MPa y Gc Fuji® un  $264.43 \pm 78.33$  MPa respectivamente. Por otro lado, se evidenció no existe diferencias significativas entre los materiales (p.-valor<0.0001).

Navarro (24), al comparar la microdureza de los cementos de restauración, encontró una diferencia estadísticamente significativa ( $p$ -valor $<0.05$ ), siendo el cemento Biodentine<sup>TM</sup> el que presentó una mayor microdureza con un valor promedio de 33.33 kg/mm<sup>2</sup>; a diferencia del MTA Angelus®, cemento Portland blanco y cemento Portland Gris, que a las 24 horas de ser evaluados solo que obtuvieron 6.18 kg/mm<sup>2</sup>, 6.81 kg/mm<sup>2</sup> y 5.07 kg/mm<sup>2</sup> respectivamente.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1 Cemento ionómero de vidrio

Fueron introducidos por los autores Wilson y Kent en los setentas. Son materiales que se forman por la reacción ácido-base entre polvos de vidrio de aluminosilicato de calcio y una solución acuosa de ácidos poliméricos débiles, lo cuales constituyen la característica fundamental de estos materiales y como consecuencia se forman cadenas poliméricas entrecruzadas iónicamente con contraiones multivalentes lixiviados del vidrio, que terminan en un material de auto endurecimiento (25) (26).

#### 2.2.1.1 Componentes

Existen tres componentes fundamentales en un cemento de ionómero de vidrio, entre los que se encuentran al ácido polimérico, vidrio básico (lixiviable por iones) y agua, que, por lo general, tienen una presentación en solución acuosa de ácido polimérico y un polvo de vidrio finamente dividido que se mezclan mediante un método apropiado para formar una pasta viscosa que fragua rápidamente (27).

- **Ácido polimérico:** los polímeros utilizados en los cementos de ionómero de vidrio son ácidos polialquenoicos, ya sea homopolímero (ácido acrílico) o el copolímero 2:1 de ácido acrílico y ácido maleico (27).

- **Vidrio básico:** es vital que este componente sea capaz de reaccionar con un ácido para formar una sal. Al inicio, se pueden preparar varias composiciones de vidrio diferentes que cumplan con los requisitos, pero en la práctica, solo los vidrios con aluminosilicato, con adiciones de fluoruro y fosfato, son completamente satisfactorios (27). El carácter básico de este componente se debe al contenido de alúmina y sílice.

- **Agua:** es el solvente del ácido polimérico, el cual consiente que el polímero actúe como ácido al liberar protones, también es el medio que da lugar al fraguado. Por otro lado, la incorporación de agua se encuentra relacionados al aumento de translucidez del cemento ionómero de vidrio (27).

### 2.2.1.2 Fraguado de los cementos ionoméricos

Los cementos de ionómero de vidrio experimentan una rápida reacción de endurecimiento inicial, pero continúan experimentando cambios durante algún tiempo después de que se completa el proceso, en este sentido la reacción de fraguado inicial es una neutralización entre la solución acuosa de ácido polimérico y el polvo de vidrio (28). Esta reacción forma poliacrilato de calcio (o estroncio) inmediatamente, y el poliacrilato de aluminio se forma un poco más tarde. El fraguado tiene un tiempo de duración de 2 a 6 minutos (29).

Después del fraguado inicial, hay más reacciones, que se producen en días o incluso en los meses siguientes y que en conjunto se conocen como maduración, se encuentran asociados con varios cambios en las propiedades físicas del cemento de ionómero de vidrio resultante, los cuales incluyen (29).

- ✓ La resistencia compresiva aumenta que el encontrado a las 24 horas.
- ✓ La resistencia disminuye y el cemento se vuelve más quebradizo.
- ✓ Disminuye la opacidad y aumenta la translucidez.
- ✓ La unión de intercambio iónico a la superficie del diente se desarrolla con el tiempo.

### 2.2.2 Propiedades de los ionómeros de vidrio

Las propiedades físicas de los cementos de ionómero de vidrio están influenciadas por la forma en la que se prepara el cemento, incluida la relación polvo-líquido, la concentración del poliácido, el tamaño de partícula del polvo de vidrio y la edad de las muestras (30) (31). Por lo tanto, se necesita cuidado al hacer generalizaciones sobre las propiedades de estos materiales. Asimismo, existe la posibilidad de que gran parte del éxito de los ionómeros de vidrio se deba a que su rendimiento es satisfactorio incluso si no se han mezclado correctamente o el fraguado no se ha realizado en condiciones ideales. Entre las principales propiedades encontramos:

• **Liberación de fluoruros:** es considerada como una de las principales ventajas de los cementos de ionómero, porque puede perdurar por periodos de tiempo muy prolongados. Asimismo, esta liberación aumenta en condiciones ácidas y, además estos cementos son capaces de contrarrestar dicha acidez aumentando el pH del medio externo. Este proceso se ha denominado amortiguación y puede ser clínicamente beneficioso porque puede actuar como un medio anticariogénico (31).

- **Adhesión:** resulta ser una gran importante ventaja para la superficie del diente. El ácido acrílico o los polímeros que se encuentran asociados a este componente promueven la adhesión, debido a la adhesión del cemento de policarboxilato de zinc, en este sentido la fuerza de unión se desarrolla rápidamente, con un aproximado del 80% de la fuerza de unión final alcanzada en 15 minutos, después de lo cual aumenta durante los próximos días (31).

La adhesión se desarrolla rápidamente, debido a la formación de enlaces de hidrógeno entre los grupos carboxilo libres del cemento y el agua que se encuentra en la superficie del diente, los enlaces son reemplazados lentamente por enlaces iónicos verdaderos formados entre los cationes en el diente y los grupos funcionales aniónicos en el cemento, dando como producto la formación lenta de una capa de intercambio iónico entre el diente y el cemento (31). La adhesión, también ayuda a la retención de los cementos de ionómero de vidrio dentro del diente y, por otro lado, también reduce o elimina la filtración marginal. Esto significa que los microorganismos dañinos no pueden ingresar al espacio debajo de la restauración para promover la descomposición.

- **Bioactividad:** los cementos de ionómero de vidrio son naturalmente bioactivos, ya que liberan iones biológicamente activos (fluoruro, sodio, fosfato y silicato) en los medios acuosos en niveles que son considerados biológicamente provechosos. Además, también se libera calcio o estroncio, iones que se encuentran en compuestos relativamente insolubles en soluciones neutras. En condiciones ácidas, los ionómeros de vidrio también reducirán el pH del medio y promueven la remineralización del diente (32).

### 2.2.3 Tipos de cementos de ionómeros de vidrio

Los ionómeros de vidrio tienen diversos usos en odontología, pueden ser utilizados como material de restauración especialmente en la dentición temporal, como bases cavitarias, como sellantes y como agentes adhesivos para Brackets (33) (34). Se pueden clasificar en tres tipos, dependiendo del uso clínico previsto, de la siguiente manera:

- Tipo I: cementación
  - ✓ Cementación de coronas, puentes, inlays, onlays y aparatos de ortodoncia (25).
  - ✓ Tiene un fraguado relativamente rápido y una buena resistencia temprana al agua.
  - ✓ Son radiopacos.

- Tipo II: dependiendo de la importancia de la apariencia (26)

Para reparaciones anteriores donde la apariencia importa, Tipo II (i):

- ✓ Tener una buena combinación de colores y translucidez.
- ✓ Requieren protección de la humedad durante al menos 24 horas con barniz o vaselina.
- ✓ Suelen ser radiopacos.

Para uso donde la apariencia no es importante (restauración o reparación posterior),  
Tipo II (ii):

- ✓ Fraguado rápido y resistencia temprana a la absorción de agua.
  - ✓ Radiopaco.
- Tipo III: cementos base
    - ✓ Baja relación polvo: líquido para liners (1,5:1), lo que permite una buena adaptación a las paredes de la cavidad.
    - ✓ Mayor relación polvo: líquido para las bases (3:1 a 6,8:1), donde la base actúa como sustituto de la dentina en la técnica de “sándwich” en un medio donde participe la resina compuesta (35).
    - ✓ Radiopaco.

### **2.3. Definición de términos básicos**

- **Microdureza**

Se define como la carga máxima aplicada durante la prueba de dureza que es dividida por el área de contacto del durómetro antes de la descarga y es utilizada para determinar la microdureza superficial de un material. En la evaluación de la microdureza se utiliza un equipo de detección de profundidad con la dureza de Vickers o Knoop, por lo que se debe tener en cuenta la profundidad de penetración del contacto, en esta prueba se miden ambas diagonales de la huella y se utiliza el valor promedio para calcular la dureza Vickers en Kg/mm<sup>2</sup> (36).

- **Resistencia compresiva**

Es la capacidad de un material o estructura para manejar o soportar las tensiones que tienden a disminuir su tamaño, en otras palabras, es la fuerza de compresión que resiste los límites de fractura dúctil de un material (37).

Para las pruebas de compresión, también se utiliza una máquina de prueba electromecánica, que determina las propiedades del material tras la aplicación de una carga de compresión y las curvas de tensión-deformación de compresión (37).

- **EQUIA Forte**

Material híbrido a base de vidrio, representa la última innovación en tecnologías de ionómero de vidrio y resina de GC con EQUIA Forte Fil y EQUIA Forte Coat, los que trabajan en sinergismo, creando un material de relleno masivo más fuerte. Es utilizado en restauraciones de Clase I, II y V, reconstrucción de muñones y como recubrimiento pulpar, además ofrece una ventaja de tiempo sustancial (38).

- **Ketac Molar Easymix**

Es un material de obturación confiable, hidrófilo y fácil de mezclar por su alta fluidez, con una alta resistencia a la flexión, que reduce el riesgo de fractura de las restauraciones. Es idóneo para tratamientos restaurativos atraumáticos (TRA) y, en general, para la odontología mínimamente invasiva, libera flúor a largo plazo, lo que previene la formación de caries secundaria. Está indicado para dentición temporal y permanente en restauraciones Clase III y V, reconstrucción de muñones, sellador de fosas, fisuras y como base para las restauraciones (39).

- **Fuji IX GP**

Material restaurador de ionómero autopolimerizable convencional, de fácil manipulación, buena estética. Indicado en restauraciones posteriores clase I, II y V, en reconstrucción de muñones y como base en restauraciones (40).

- **Cention N**

Material de obturación, utilizado para el reemplazo permanente de la estructura dental en los dientes posteriores, ofrece una gran estética del color con el diente, junto con una alta resistencia a la flexión. Además, aumenta la liberación de iones de hidróxido para regular el valor del pH durante los ataques ácidos. No requiere el uso de un imprimación, barniz o dispositivo de fotocurado. Indicado, en restauraciones Clase I y II de dientes temporales y permanentes (41).

## **CAPÍTULO III**

### **Hipótesis y variable**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis general**

Existe diferencia en la evaluación *in vitro* de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023.

#### **3.2. Identificación de variables**

- **Variable independiente**

- ✓ Ionómeros de vidrio

- **Variable dependiente**

- ✓ Resistencia compresiva

- ✓ Microdureza superficial



### 3.3. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	ESCALA VALORATIVA
Resistencia compresiva (RS)	Fuerzas verticales que soportan constantemente un material generándose un acortamiento o disminución del tamaño de un objeto respecto a su longitud hasta llevarlo al punto de quiebre o fractura.	Máquina de pruebas universales, miden las fuerzas de compresión	Megapascal (Mpa)	De razón	Media y desviación estándar
Microdureza superficial (MS)	Propiedad física o mecánica, mide la dureza de un material, donde se aplica una menor cantidad de fuerza en relación con los instrumentos de medición estándar, lo que permite mediciones de láminas más delgadas o materiales de prueba más pequeños que pueden corresponder a una mayor posición.	Durómetro, punta Vickers, mide la microdureza	Número de dureza Vickers (Kg/mm <sup>2</sup> )	De razón	Media y desviación estándar
Ionómeros de vidrio	Materiales constituidos por un polvo (cristal fluoralu-miniosilicato) y un líquido (ácido poliacrílico), endurecen solo por una reacción ácido base, fraguado químico que no requiere activarse con la luz.	Determinado por las marcas más comerciales.	EQUIA Forte. Cention N. Ketac® Molar easy Mix. GC Fuji® IX GP.	Nominal	

## **CAPÍTULO IV**

### **Metodología de la investigación**

#### **4.1. Método, tipo y nivel de la investigación**

##### **4.1.1. Método de la investigación**

El método fue científico, porque se observan los fenómenos suscitados en la investigación para luego generar conclusiones relevantes, en base a la objetividad de este (42).

##### **4.1.2. Tipo de la investigación**

El tipo de investigación fue aplicada, porque busca generar nuevos conocimientos resolviendo el problema planteado y enfocándose en el conocimiento netamente científico (43).

##### **4.1.3. Alcance de la investigación**

El alcance fue explicativo porque el estudio busca dilucidar las causas de los fenómenos y determinar la relación de los cementos ionómeros más utilizado en el territorio peruano, a través de las pruebas mecánicas (44).

#### **4.2. Diseño de la investigación**

Según Hernández et al., el diseño fue experimental, porque se manipula intencionalmente la variable independiente para poder medir el impacto en la variable dependiente y de tal modo poder mostrar varios escenarios que se susciten. También, es prospectiva ya que fue diseñada antes de que ocurra el fenómeno suscitado. Asimismo, es transversal porque los datos se recogieron en un solo momento (42).

### **4.3. Población y muestra**

#### **4.3.1. Población**

Conformada por 72 bloques de cementos ionómero de vidrio modificado con resina y cementos ionómero de vidrio convencionales que se encontraron acorde a los requerimientos establecidos en la norma ISO 9917-1.

#### **4.3.2. Muestra**

Se trabajó con el 100 % de la población, donde el mínimo valor muestral fue igual a 9 en cada grupo de estudio, los que fueron divididos aleatoriamente en 4 grupos:

Grupo 1: 9 bloques de Ketac® Molar Easy Mix para cada prueba.

Grupo 2: 9 bloques de GC Fuji® IX GP para cada prueba.

Grupo 3: 9 bloques de EQUIA® FORTE para cada prueba.

Grupo 4: 9 bloques de CENTION N para cada prueba.

Lo que hace un total de 72 bloques que fueron sometidos a las pruebas *in vitro* de microdureza superficial y resistencia compresiva

##### **a) Criterios de inclusión**

- Muestras de prueba con CIVC y CIVMD que se encuentren acorde a los requerimientos establecidos en la norma ISO 9917-1.
- Muestras de prueba que se encuentren sin fracturas o abolladuras antes de ser sometido a las pruebas mecánicas.
- Muestras de prueba hayan cumplido las indicaciones de preparación de cada marca comercial.

##### **b) Criterios de exclusión**

- Muestras de prueba con CIVC y CIVMD que se no se encuentre acorde a los requerimientos establecidos en la norma ISO 9917-1.
- Muestras de prueba que se encuentren en con irregularidades groseras.

### **4.4. Técnica e instrumento de recolección y análisis de datos**

#### **4.4.1. Técnica de recolección de datos**

Para evaluar los fenómenos mecánicos de cementos ionoméricos se utilizó la técnica de observación, ya que implica un registro sistemático de fenómenos o comportamientos observables sobre un entorno, de tal manera que puedan ser cuantificados (42).

#### **4.4.2. Instrumento de recolección de datos**

##### **a) Diseño**

El instrumento fue la ficha de recolección de datos, la que fue proporcionada por el laboratorio HTL siguiendo los requerimientos establecidos por el mismo (Anexo 2). El propósito principal de la ficha es recopilar información de manera estandarizada y sistemática (42).

Antes de proceder con la ejecución se presentó una solicitud al laboratorio High Technology Laboratory Certificate (HTL) para hacer uso de sus instalaciones y realizar los ensayos mecánicos de resistencia compresiva y microdureza superficial en la máquina de ensayo universal y el durómetro respectivamente (Anexo 3).

##### **b) Confiabilidad**

Es por ello, que la precisión o confiabilidad de los instrumentos dependerá íntegramente de una calibración previa de los instrumentos que realizan las pruebas mecánicas dentro del laboratorio ya mencionado. (Anexo 4)

##### **c) Validez**

El instrumento se validó mediante un juicio de expertos, profesionales entendidos en el área o temática a quienes se les entregó la matriz de consistencia (Anexo 1), el cuadro de operacionalización de variables y una solicitud de validación de instrumentos (Anexo 5).

#### **4.4.3. Procedimiento de la investigación**

Las muestras fueron aprobadas según lo establecido por la norma ISO 9917-1 clase 1 grupo 1. Las proporciones fueron de 6 mm de altura y 4 mm de diámetro para la resistencia compresiva y 5 mm de diámetro y 2 mm de altura para microdureza. Posteriormente, se procedió con la preparación de las muestras, las que fueron colocadas en un dispositivo metálico proporcionado por el laboratorio (45).

Las muestras se dividieron en 4 grupos (Grupo 1: Ketac® Molar easy Mix; Grupo 2: GC Fuji® IX GP; Grupo 3: EQUIA® FORTE y Grupo 4: CENTION N), y fueron preparadas siguiendo la recomendación del fabricante. Para el ionómero EQUIA® FORTE se utilizó la lámpara LED marca WOODPECKER, la cual cuenta con una intensidad de luz de 1000 mW/cm<sup>2</sup> -1200 mW/cm<sup>2</sup>, la misma que asegura el correcto fotocurado del material.

Las medidas de las muestras fueron verificadas utilizando un vernier digital marca Mitutoyo con una aproximación de 0.01mm.

Los especímenes que cumplieron con lo mencionado fueron almacenados en la incubadora durante 24 horas a una temperatura de 37°C y contenidas en probetas que estaban en saliva artificial, para posteriormente ser sometidas a las fuerzas mecánicas en la máquina de ensayo universal (RC) y el durómetro (MS) marca LG modelo HV-1000, cuyos resultados fueron registrados en la ficha recolección de datos.

#### **4.4.4. Análisis de datos**

Todos los datos de resistencia a la compresión y microdureza superficial fueron analizado a través de la estadística descriptiva e inferencial, para esta última se utilizó la prueba ANOVA, la que fue ejecutada en el SPSS 23 para Windows, pero antes del análisis ANOVA, se verificó la normalidad los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk con un nivel de significación  $p < 0,05$ .

#### **4.5. Consideraciones éticas**

El Comité de Ética en investigación constitucional de la Universidad Continental evaluó y aprobó el plan de tesis (Anexo 6).

La investigación *in vitro* fue supervisada por el programa Turnitin para confirmar las coincidencias con otras fuentes de información (artículos científicos, tesis y libros) y cumplir con las implicancias éticas potenciando la transparencia de la investigación y respetando la autonomía y la veracidad de los autores que son nombrados a lo largo de la investigación.

## CAPÍTULO V

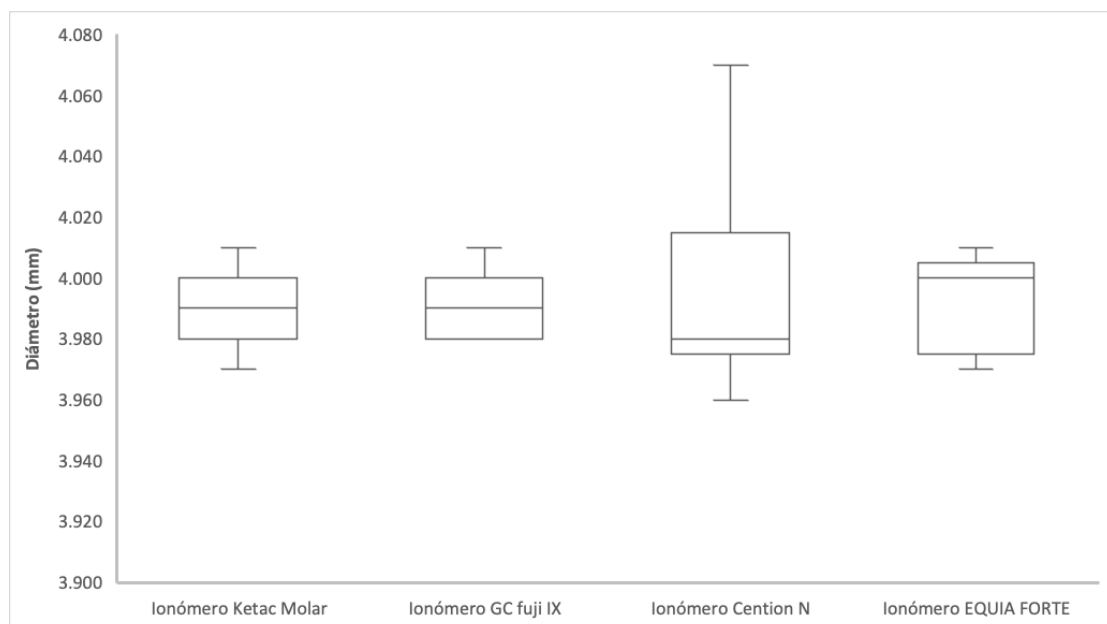
### Resultados y discusión

#### 5.1. Presentación de resultados y análisis de la información

- Estadística descriptiva

**Tabla 1.** Estadísticas de resumen sobre el diámetro (mm) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.

Grupo	Media $\pm$ Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Ionómero Ketac Molar	3.99 $\pm$ 0.01	3.97	4.01
Ionómero GC Fuji IX	4.00 $\pm$ 0.01	3.98	4.01
Ionómero Cention N	3.99 $\pm$ 0.03	3.96	4.07
Ionómero EQUIA FORTE	3.99 $\pm$ 0.02	3.97	4.01



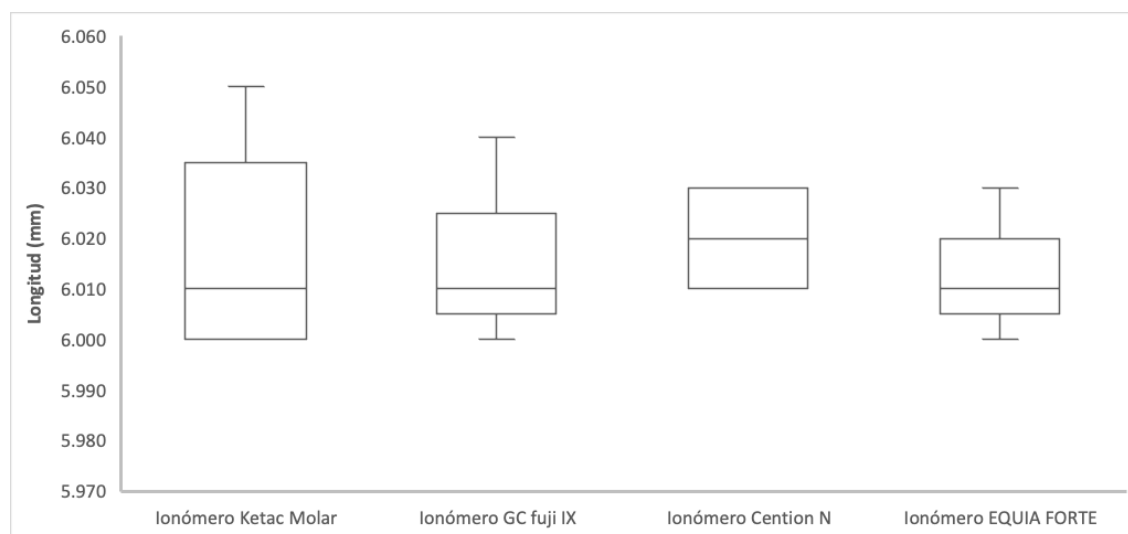
**Figura 1.** Diagrama de cajas del diámetro de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

### Interpretación

Al comparar las estadísticas de diámetro (mm) de las diferentes marcas de cementos ionoméricos de vidrio, se observó que las diferencias son mínimas. El ionómero EQUIA FORTE presenta el diámetro promedio ligeramente más alto, con 4.00 mm, mientras que el Ionómero Cention N obtuvo el diámetro máximo más alto de 4.07 mm. Por otro lado, tanto el Ionómero Ketac Molar como el Ionómero GC Fuji IX tienen valores medios muy cercanos a 3.99 mm.

**Tabla 2.** Estadísticas de resumen sobre la longitud (mm) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

Grupo	Media $\pm$ Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Ionómero Ketac Molar	6.02 $\pm$ 0.02	6.00	6.05
Ionómero GC Fuji IX	6.02 $\pm$ 0.01	6.00	6.04
Ionómero Cention N	6.02 $\pm$ 0.01	6.01	6.03
Ionómero EQUIA FORTE	6.01 $\pm$ 0.01	6.00	6.03



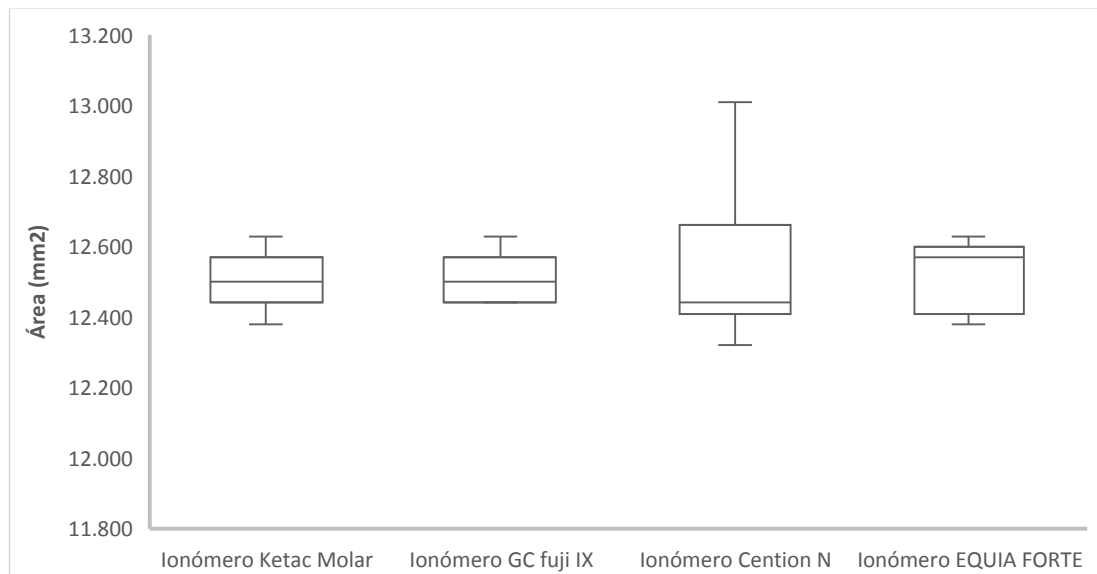
**Figura 2.** Diagrama de cajas de la longitud de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

### Interpretación

Con respecto a las estadísticas de resumen relacionadas con la longitud (mm), todos los grupos tienen una longitud media muy similar, alrededor de 6.02 mm, con desviaciones estándar bastante bajas, lo que sugiere una consistencia en las medidas. Los valores mínimos de longitud oscilan entre 6.00 y 6.01 mm, mientras que los valores máximos se encuentran en el rango de 6.03 a 6.05 mm.

**Tabla 3.** Estadísticas de resumen sobre el área (mm<sup>2</sup>) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

Grupo	Media ± Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Ionómero Ketac Molar	12.50 ± 0.08	12.38	12.63
Ionómero GC Fuji IX	12.50 ± 0.07	12.44	12.63
Ionómero Cention N	12.44 ± 0.21	12.32	13.01
Ionómero EQUIA FORTE	12.57 ± 0.10	12.38	12.63



**Figura 3.** Diagrama de cajas del área de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

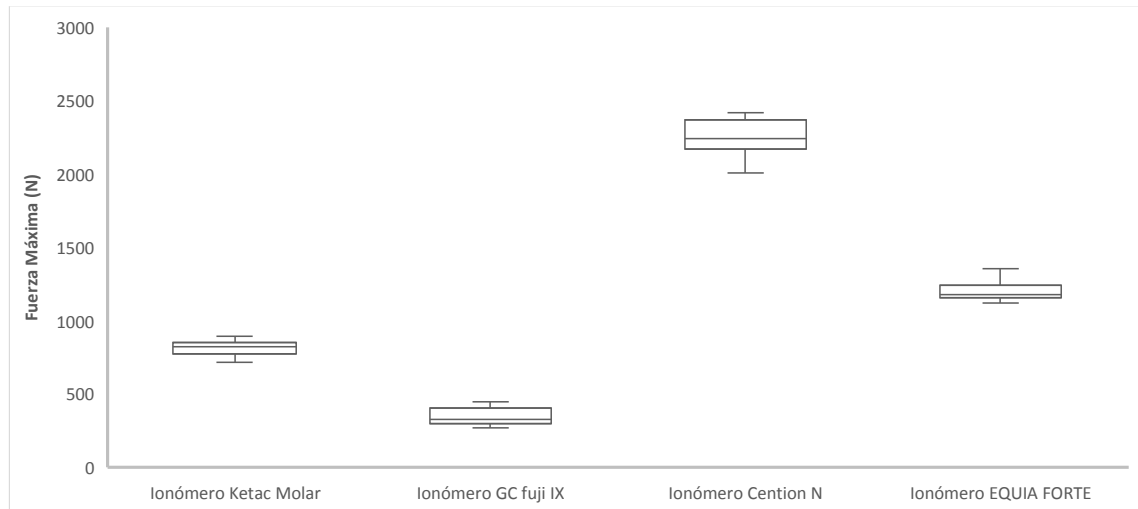
### Interpretación

Sobre el área (mm<sup>2</sup>) de diferentes marcas de cementos ionoméricos de vidrio, se tiene: en términos de área media, el ionómero Ketac Molar y ionómero GC Fuji IX tienen valores iguales de 12.50 mm<sup>2</sup>; mientras que, ionómero Cention N tiene una media ligeramente menor de 12.44 mm<sup>2</sup> y ionómero EQUIA FORTE muestra una media ligeramente mayor de 12.57 mm<sup>2</sup>. Las desviaciones estándar indican cierta variabilidad en los datos, siendo más alta en el caso de ionómero Cention N con 0.21. Los valores mínimos de área varían desde 12.32 mm<sup>2</sup> hasta 12.44 mm<sup>2</sup>, y los valores máximos se encuentran en el rango de 12.63 mm<sup>2</sup>. En general, estas marcas muestran áreas de productos similares, con diferencias mínimas entre ellas, aunque "ionómero Cention N" presenta una mayor variabilidad en sus medidas en comparación con las otras marcas.



**Tabla 4.** Estadísticas de resumen sobre la resistencia compresiva (N) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca.

Grupo	Media $\pm$ Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Ionómero Ketac Molar	816.11 $\pm$ 52.75	720.54	895.57
Ionómero GC Fuji IX	344.95 $\pm$ 60.82	272.79	450.75
Ionómero Cention N	2249.09 $\pm$ 128.15	2012.35	2417.72
Ionómero EQUIA FORTE	1202.68 $\pm$ 74.86	1121.61	1358.50



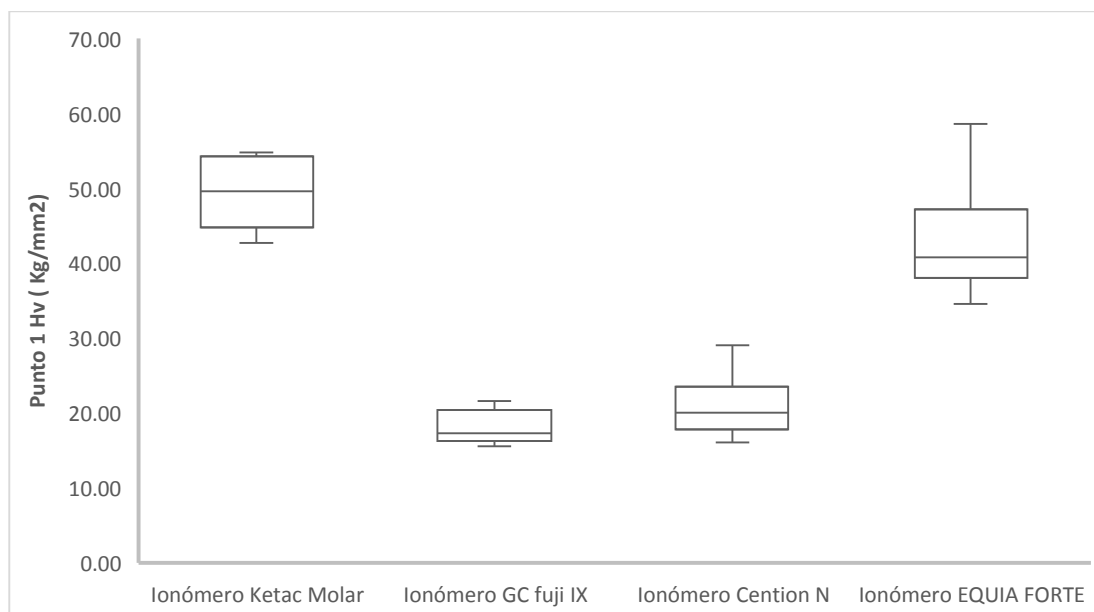
**Figura 4.** Diagrama de cajas de la resistencia compresiva de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

### Interpretación

En cuanto a la resistencia compresiva (N), el ionómero Cention N muestra la más alta, con un promedio de 2249.09 N, seguido de ionómero EQUIA FORTE con una media de 1202.68 N. Por otro lado, ionómero Ketac Molar y ionómero GC Fuji IX tienen fuerzas máximas significativamente más bajas, con promedios de 816.11 N y 344.95 N, respectivamente. Las desviaciones estándar reflejan la variabilidad en los datos, siendo más baja para ionómero GC Fuji IX con 60.82 y más alta para ionómero Cention N con 128.15. Los valores mínimos de fuerza varían desde 272.79 N hasta 2012.35 N, y los valores máximos se encuentran en el rango de 450.75 N a 2417.72 N. Estos resultados indican que ionómero Cention N tiene la mayor fuerza máxima en comparación con las otras marcas; mientras que, ionómero GC Fuji IX muestra la fuerza máxima más baja.

**Tabla 5.** Estadísticas de resumen sobre la microdureza superficial en el punto 1 dureza de Vickers (Hv) (kg/mm<sup>2</sup>) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

Grupo	Media ± Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Ionómero Ketac Molar	49.6 ± 5.0	42.8	54.9
Ionómero GC Fuji IX	18.1 ± 2.3	15.5	21.6
Ionómero Cention N	20.9 ± 4.0	16.1	29.0
Ionómero EQUIA FORTE	42.8 ± 7.4	34.16	58.6



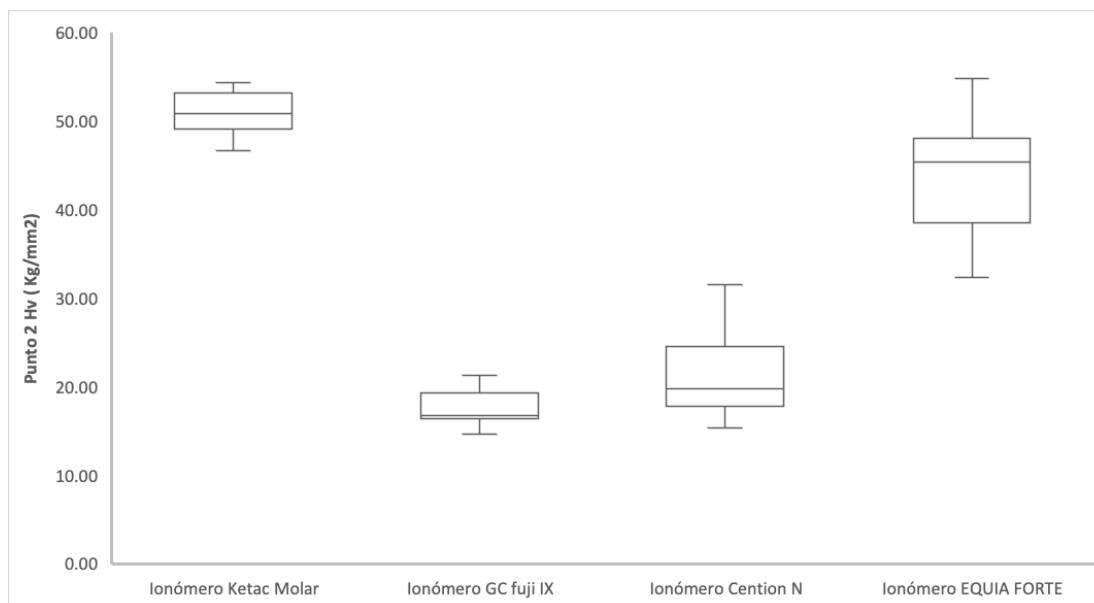
**Figura 5.** Diagrama de cajas de la microdureza superficial en el punto 1 Hv (kg/mm<sup>2</sup>) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

### Interpretación

Por otro lado, la MS en el punto 1 Hv (kg/mm<sup>2</sup>), el ionómero Ketac Molar tiene el valor más alto, con un promedio de 49.6 Kg/mm<sup>2</sup>, seguido de ionómero EQUIA FORTE con una media de 42.8 kg/mm<sup>2</sup>. Por otro lado, ionómero GC Fuji IX y ionómero Cention N tienen compresiones en el punto 1 significativamente más bajas, con medias de 18.1 kg/mm<sup>2</sup> y 20.9 kg/mm<sup>2</sup>, respectivamente. Las desviaciones estándar reflejan la variabilidad en los datos, siendo más baja para ionómero GC Fuji IX con 2.3 y más alta para ionómero EQUIA FORTE con 7.4. Los valores mínimos de compresión en el punto 1 varían desde 15.5 kg/mm<sup>2</sup> hasta 34.16 kg/mm<sup>2</sup>, y los valores máximos se encuentran en el rango de 21.6 kg/mm<sup>2</sup> a 58.6 kg/mm<sup>2</sup>. Estos resultados indican que ionómero Ketac Molar tiene la compresión en el punto 1 Hv más alta en comparación con las otras marcas, mientras que ionómero GC Fuji IX muestra la compresión en el punto 1 Hv más baja.

**Tabla 6:** Estadísticas de resumen sobre la microdureza superficial en el punto 2 Hv (kg/mm<sup>2</sup>) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

Grupo	Media ± Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Ionómero Ketac Molar	50.9 ± 2.5	46.7	54.4
Ionómero GC Fuji IX	17.7 ± 2.1	14.7	21.3
Ionómero Cention N	21.2 ± 4.9	15.4	31.5
Ionómero EQUIA FORTE	43.5 ± 6.80	32.3	54.8



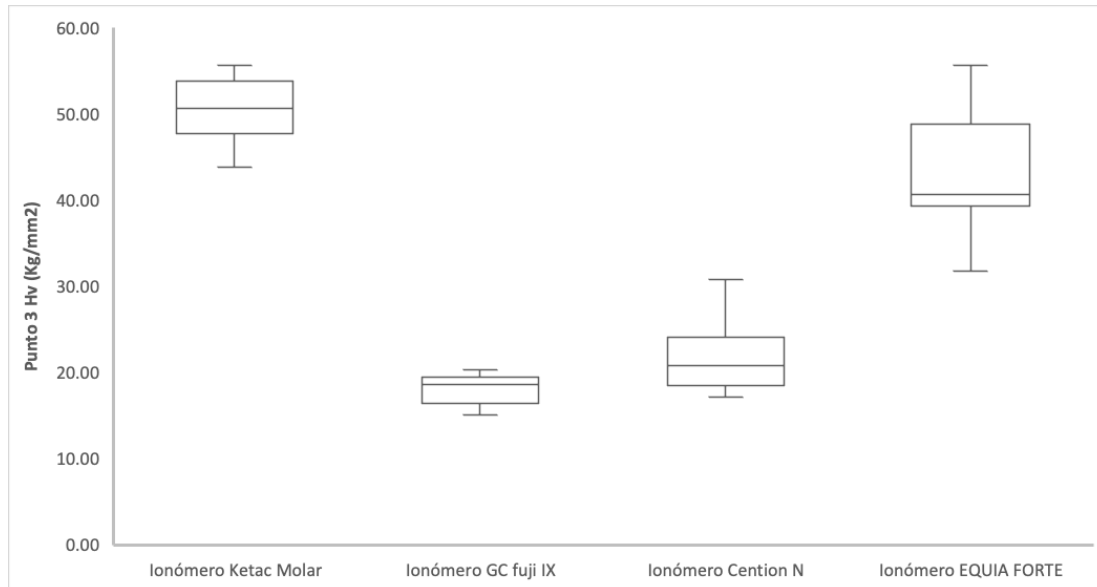
**Figura 6.** Diagrama de cajas de la microdureza superficial en el punto 2 Hv (kg/mm<sup>2</sup>) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

### Interpretación

Acerca de la MS en el punto 2 Hv (kg/mm<sup>2</sup>) el ionómero Ketac Molar tiene el valor más alto, con un promedio de 50.9 kg/mm<sup>2</sup>, seguido de ionómero EQUIA FORTE con una media de 43.5 kg/mm<sup>2</sup>. Por otro lado, ionómero GC Fuji IX y ionómero Cention N tienen compresiones en el punto 2 más bajas, con medias de 17.7 kg/mm<sup>2</sup> y 21.2 kg/mm<sup>2</sup>, respectivamente. Las desviaciones estándar reflejan la variabilidad en los datos, siendo más baja para ionómero GC Fuji IX con 2.1 y más alta para ionómero Cention N con 4.9. Los valores mínimos de compresión en el punto 2 varían desde 14.7 kg/mm<sup>2</sup> hasta 32.3 kg/mm<sup>2</sup>, y los valores máximos se encuentran en el rango de 21.3 kg/mm<sup>2</sup> a 54.8 kg/mm<sup>2</sup>. Estos resultados indican que ionómero Ketac Molar tiene la compresión en el punto 2 Hv más alta en comparación con las otras marcas; mientras que, ionómero GC Fuji IX muestra la compresión en el punto 2 Hv más baja.

**Tabla 7:** Estadísticas de resumen sobre la microdureza superficial en el punto 3 Hv (kg/mm<sup>2</sup>) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

Grupo	Media ± Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Ionómero Ketac Molar	50.5 ± 3.8	43.8	55.6
Ionómero GC Fuji IX	17.9 ± 1.8	15.1	20.3
Ionómero Cention N	21.8 ± 4.2	17.1	30.8
Ionómero EQUIA FORTE	42.9 ± 7.1	31.8	55.7



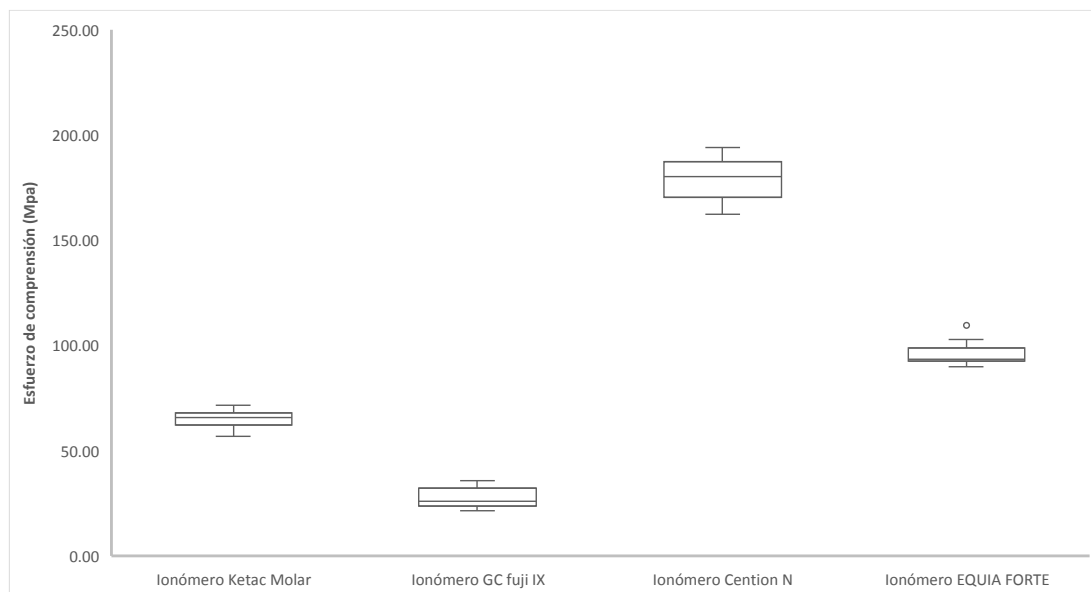
**Figura 7.** Diagrama de cajas de la microdureza superficial en el punto 3 Hv (kg/mm<sup>2</sup>) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

### Interpretación

En términos de la MS en el punto 3, el ionómero Ketac Molar tiene el valor más alto, con un promedio de 50.5 kg/mm<sup>2</sup>, seguido de ionómero EQUIA FORTE con una media de 42.9 kg/mm<sup>2</sup>. Por otro lado, ionómero GC Fuji IX y ionómero Cention N tienen compresiones en el punto 3 más bajas, con medias de 17.9 kg/mm<sup>2</sup> y 21.8 kg/mm<sup>2</sup>, respectivamente. Las desviaciones estándar reflejan la variabilidad en los datos, siendo más baja para ionómero GC Fuji IX con 1.8 y más alta para ionómero Cention N con 4.2. Los valores mínimos de compresión en el punto 3 varían desde 15.1 kg/mm<sup>2</sup> hasta 31.8 kg/mm<sup>2</sup>, y los valores máximos se encuentran en el rango de 20.3 kg/mm<sup>2</sup> a 55.7 kg/mm<sup>2</sup>. Estos resultados indican que ionómero Ketac Molar tiene la compresión en el punto 3 Hv más alta en comparación con las otras marcas; mientras que, el ionómero GC Fuji IX muestra la compresión en el punto 3 Hv más baja.

**Tabla 8:** Evaluación in vitro de la resistencia compresiva (MPa) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

Grupo	Media $\pm$ Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Ionómero Ketac Molar	65.28 $\pm$ 4.33	57.05	71.62
Ionómero GC fuji IX	27.59 $\pm$ 4.86	21.60	35.87
Ionómero Cention N	179.19 $\pm$ 10.35	162.57	194.33
Ionómero EQUIA FORTE	96.14 $\pm$ 6.20	90.15	109.75



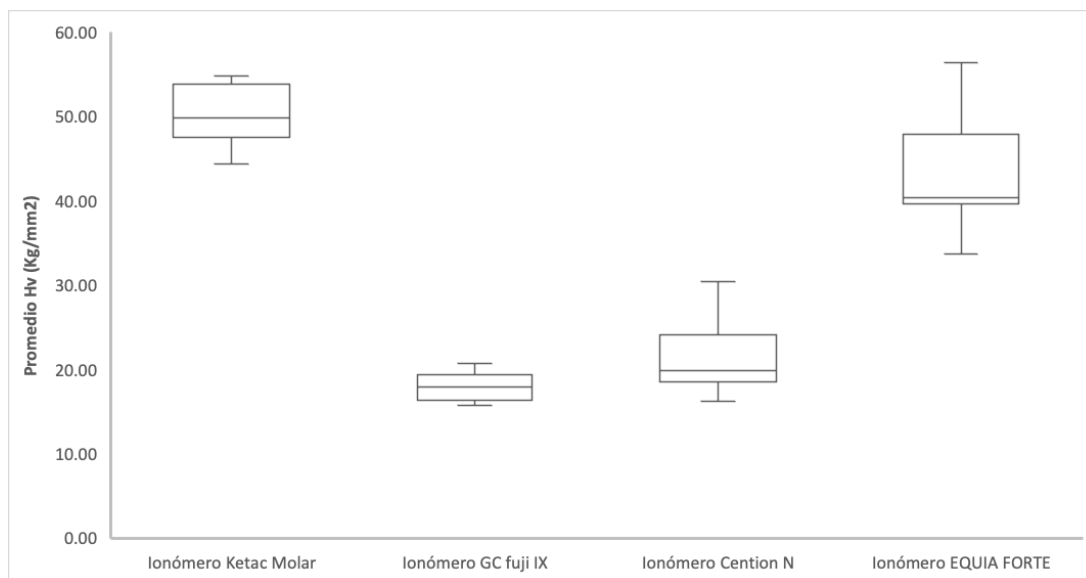
**Figura 8.** Diagrama de cajas de la evaluación in vitro de la resistencia compresiva (MPa) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

### Interpretación

Sobre la RC (MPa) el ionómero Cention N muestra el valor más alto, con un promedio de 179.19 MPa, seguido de ionómero EQUIA FORTE con una media de 96.14 MPa. Por otro lado, ionómero Ketac Molar y ionómero GC Fuji IX presentan una RC más baja, con medias de 65.28 MPa y 27.59 MPa, respectivamente. Las desviaciones estándar reflejan la variabilidad en los datos, siendo más baja para ionómero GC Fuji IX con 4.86 y más alta para ionómero Cention N con 10.35. Los valores mínimos de la RC varían desde 21.60 MPa hasta 162.57 MPa, y los valores máximos se encuentran en el rango de 35.87 MPa a 194.33 MPa. Estos resultados indican que ionómero Cention N presenta la resistencia a la compresión más alta en comparación con las otras marcas; mientras que, ionómero GC Fuji IX muestra el esfuerzo de compresión más bajo.

**Tabla 9:** Evaluación in vitro de la microdureza superficial ( $\text{kg/mm}^2$ ) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

Grupo	Media $\pm$ Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Ionómero Ketac Molar	$50.3 \pm 3.6$	44.4	54.8
Ionómero GC Fuji IX	$17.9 \pm 1.8$	15.7	20.7
Ionómero Cention N	$21.3 \pm 4.3$	16.2	30.4
Ionómero EQUIA FORTE	$43.0 \pm 6.7$	33.7	56.4



**Figura 9.** Diagrama de cajas de la evaluación in vitro de la microdureza superficial ( $\text{kg/mm}^2$ ) de los cilindros de ionómeros de vidrio por marca

### Interpretación

Finalmente, con relación a la microdureza promedio Hv ( $\text{kg/mm}^2$ ) de diferentes marcas de cementos de ionómero de vidrio, fue el ionómero Ketac Molar el que presentó un valor más alto, con un promedio de  $50.3 \text{ kg/mm}^2$ , seguido de ionómero EQUIA FORTE con una media de  $43.0 \text{ kg/mm}^2$ . Por otro lado, ionómero GC Fuji IX y ionómero Cention N obtuvieron la microdureza promedio más bajas, con medias de  $17.9 \text{ kg/mm}^2$  y  $21.3 \text{ kg/mm}^2$ , respectivamente. Las desviaciones estándar reflejan la variabilidad en los datos, siendo más baja para ionómero GC Fuji IX con 1.8 y más alta para ionómero Cention N con 4.3. Los valores mínimos de compresión promedio varían desde  $15.7 \text{ kg/mm}^2$  hasta  $33.7 \text{ kg/mm}^2$ , y los valores máximos se encuentran en el rango de  $20.7 \text{ kg/mm}^2$  a  $56.4 \text{ kg/mm}^2$ . Estos resultados indican que el ionómero Ketac Molar tiene la microdureza promedio Hv más alta en comparación con las otras marcas; mientras que, el ionómero GC Fuji IX muestra la microdureza promedio Hv más baja.

- **Hipótesis general**

H<sub>1</sub>: Existe diferencia en la evaluación *in vitro* de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023.

H<sub>0</sub>: No existe diferencia en la evaluación *in vitro* de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023.

Nivel de confianza: 95%

Nivel de confianza: 95%

Regla de decisión:

- Si  $p(\text{sig.}) \leq 0.05$ ; se acepta H<sub>1</sub> y se rechaza H<sub>0</sub>
- Si  $p(\text{sig.}) > 0.05$ ; se rechaza H<sub>1</sub> y se acepta H<sub>0</sub>

**Tabla 10:** Análisis estadístico de ANOVA de la evaluación *in vitro* de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023

Variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia compresiva	Entre grupos	112,343,116	3	37,447,705	796,995	
	Dentro de grupos	1,503,556	32	46,986		
	Total	113,846,673	35			0,000
Microdureza superficial	Entre grupos	6,909,259	3	2,303,086	115,140	
	Dentro de grupos	640,078	32	20,002		
	Total	7,549,336	35			

### Interpretación

El análisis de varianza (ANOVA) realizado revela resultados significativos entre la resistencia compresiva y la microdureza superficial de los cementos ionómeros de vidrio de diferentes marcas. Observándose, una considerable variación entre los grupos, con un valor F muy alto de 796,995 para la RC; mientras que, el valor F para la MS fue 115,140. Asimismo, al comparar ambas pruebas mecánicas se obtuvo un p-valor muy cercano a cero, indicando que las diferencias son altamente significativas, entonces se acepta H<sub>1</sub> y se rechaza H<sub>0</sub>. Estos hallazgos sugieren que la elección de la marca de cemento ionómero de vidrio puede tener un impacto significativo en la RC y la MS de los materiales, lo que podría ser relevante en

aplicaciones clínicas y de investigación, posteriormente a ello se realizó la prueba de Post-hoc de Tukey, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 11:** Prueba *post hoc* de Tukey de la evaluación *in vitro* de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023

Variable	Cemento ionomérico	N	Subconjunto para alfa = 0.05				P-valor
			1	2	3	4	
Resistencia compresiva	Ionómero GC Fuji IX	9	27,5900				0,000
	Ionómero Ketac Molar	9		65,2778			
	Ionómero EQUIA FORTE	9			96,1444		
	Ionómero Cention N	9				179,1933	
Microdureza superficial	Ionómero GC Fuji IX	9	17,8667				
	Ionómero Ketac Molar	9		50,3333			
	Ionómero EQUIA FORTE	9			43,0444		
	Ionómero Cention N	9				21,2778	

### Interpretación

Los resultados de la prueba *post hoc* de Tukey, revelan diferencias significativas entre la resistencia compresiva y la microdureza superficial entre las distintas marcas de cementos ionoméricos de vidrio. Observándose que, para ambas pruebas el ionómero GC Fuji IX presenta valores significativamente más bajos en comparación con las otras marcas, indicando una menor RC Y MS en este aspecto. Asimismo, se refleja que los resultados del promedio de la resistencia compresiva son distintos, en otras palabras, los cementos ionómeros presentan diferencias significativas y no hay similitud alguna. Sin embargo, es importante señalar que en relación con la MS de la marca GC Fuji IX y Cention N no existen diferencias significativas es decir tiene la misma MS promedio; mientras que, el ionómero Ketac Molar si se presenta diferencias significativas.



## 5.2. Discusiones de resultados

La investigación buscaba comparar la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, encontrándose que existe diferencias significativas ( $p$ -valor  $\neq 0,000$ ) entre la RC y la MS de los cementos ionómero de vidrio modificado con resina y los cementos ionómero de vidrio convencionales. En este sentido, el ionómero Cention N fue el que presentó la mayor resistencia compresiva con una media de 179.19 MPa en comparación a las otras marcas y en relación con la microdureza superficial se encontró que el ionómero Ketac Molar easy Mix fue el que presentó el promedio más alto con un promedio de 50.33 kg/mm<sup>2</sup> en comparación a las otras marcas. Los hallazgos contemplados en relación con la RC se podrían deber a que el sistema iniciador de Cention N permite un buen autocurado químico y exhibe grandes propiedades durante el fotocurado, permitiendo el curado dual, además el UDMA como componente principal de su matriz monomérica confiere fuertes propiedades mecánicas. Mientras que, en relación con la MS de Ketac Molar, la presencia de los cristales de vidrio del material puede promover la reacción química del polímero, lo que podría aumentar la resistencia de los materiales.

Al respecto, los hallazgos de Poornima et al. (15) difieren de los resultados de la investigación, ya que sus hallazgos evidencian que la microdureza superficial y la resistencia a la compresión de EQUIA Forte fue superior a la de sus oponentes siendo a su vez estadísticamente significativa ( $p$ -valor = 0,007), lo que podría deberse a que EQUIA Forte es un nuevo sistema restaurador autoadhesivo de curado químico y con un alto contenido de relleno, lo que según su fabricante le conferirá una mayor tenacidad a la fractura, resistencia a la flexión y resistencia a la fatiga, lo que claramente puede haber contribuido a la mayor resistencia del material en relación a las fuerzas mecánicas efectuadas.

Respecto a la resistencia compresiva de los cementos ionómero de vidrio modificado con resina y los cementos ionómero de vidrio convencionales, se encontró que el ionomero Cention N fue el que presentó la mayor RC en relación a las otras marcas. Siguiendo esta línea, los hallazgos coinciden con Patel et al. (17), que en la búsqueda de la elección correcta de un material restaurador que pueda ser capaz de soportar las fuerzas masticatorias concluyó en su estudio que la mayor resistencia a la compresión fue para los CIVMR, pero sin una diferencia significativa ( $p$ -valor  $> 0,05$ ), esto puede ser explicado por la diferencia en la composición del material utilizado en ese estudio o por la presencia de nanorrellenos, los cuales no resultaron ser lo suficientemente exitosos para determinar una diferencia significativa con sus oponentes.

Al respecto, Adnan et al. (11), Mori (21) y Carrasco et al. (22) manifestaron en sus estudios que los CIVMR presentaron una menor resistencia a la compresión en comparación con CIVC y tales resultados podrían estar relacionados a la variación del tiempo de almacenamiento y la temperatura a la que fueron expuestos, las que pueden influir notablemente sobre las propiedades mecánicas de un material dando como resultado mejores propiedades físicas en comparación con otros materiales.

Finalmente, respecto la microdureza superficial en los cementos ionómero de vidrio modificado con resina y los cementos ionómero de vidrio convencionales, se revelaron que fue el ionómero Ketac Molar easy Mix el que presentó la mayor MS, lo que podría deberse al tipo, tamaño, forma, distribución y cantidad de partículas de relleno encontradas en su matriz, la cual tiene un impacto sobre la dureza superficial de los ionómeros de vidrio, lo que conduciría a mejores propiedades mecánicas y además reduciría las filtraciones marginales.

Los hallazgos coinciden con lo encontrado por Yuquilema (14), que en su estudio evidenció que los valores promedio en relación a la microdureza superficial Ketac Molar EasyMix® fue superior a la de sus contrincantes pero sin diferencias significativas ( $p$ -valor  $> 0.05$ ), lo que sugiere que se necesitan más estudios que evalúen esa prueba mecánica, ya que los resultados no son concluyentes. Por todo lo mencionado, la disponibilidad de una variedad de materiales de restauración en el campo de la odontología resulta en una elección continua en relación a las propiedades que puedan ofrecer los distintos ionómeros de restauración en el mercado peruano, entonces para asegurar la elección correcta de un material que pueda soportar las fuerzas masticatorias, se encuentran a las pruebas de resistencia mecánica (compresiva y microdureza), las cuales dan un mayor ventana para la elección de los ionómeros de restauración más adecuados.

## Conclusiones

1. Se concluye que existe diferencias significativas ( $p$ -valor =0,000) entre la resistencia compresiva y la microdureza superficial de los ionómeros de vidrio modificado con resina y los cementos ionómeros de vidrio convencionales, siendo el ionómero Cention N el que presentó la mayor RC; mientras que, el ionómero Ketac Molar easy Mix fue el que presentó la mayor MS.
2. Se concluye que la resistencia compresiva del ionómero Cention N muestra un promedio de 179.19 MPa, seguido por EQUIA FORTE con promedio de 96.14 MPa, Ketac Molar con un promedio de 65.28 MPa y GC Fuji IX con un promedio de 27.59 Mpa.
3. Se concluye que la microdureza superficial del ionómero Ketac Molar obtuvo un valor promedio de 50.3 kg/mm<sup>2</sup>, seguido por EQUIA FORTE con un promedio de 43.0 kg/mm<sup>2</sup>, Cention N con un promedio de 21.3 kg/mm<sup>2</sup> y GC Fuji IX con un promedio de 17.9 kg/mm<sup>2</sup>.

## **Recomendaciones**

1. Se recomienda incluir en las próximas investigaciones, la evaluación de propiedades físicas como la tenacidad a la fractura y la resistencia al corte en los ionómeros de vidrio convencionales y modificados con resina.
2. Se recomienda realizar investigaciones longitudinales respecto a la evaluación de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en distintas marcas de ionómeros de vidrio.
3. Se recomienda realizar investigaciones comparativas sobre las propiedades mecánicas de los cementos ionómeros de vidrio y las resinas compuestas más utilizadas en el mercado peruano.
4. Se recomienda realizar investigaciones clínicas para confirmar nuestros hallazgos, ya que se pueden encontrar pocos estudios en la literatura sobre las propiedades mecánicas del Cention N y Ketac molar.

## Referencias bibliográficas

1. Macchi RL. Materiales dentales. Cuarta ed. Buenos Aires: Medica Panamericana S.A.; 2007.
2. Malhotra S, Bhullar KK, Kaur S, Malhotra M, Kaur R, Handa A. Comparative Evaluation of Compressive Strength and Flexural Strength of GC Gold Hybrid, GIC Conventional and Resin-modified Glass-ionomer Cement. National Library of Medicine. 2022 Julio 13; 14: 214-216.
3. Al-Tae L, Deb S, Barnerjee A. An in vitro assessment of the physical properties of manually- mixed and encapsulated glass-ionomer cements. *BDJ Open*. 2022 Agosto; 6(12): 1-7.
4. Bethapudy DR, Bhat C, Lakade L, Chaudhary S, Kunte S, Patil S. Comparative Evaluation of Water Sorption, Solubility, and Microhardness of Zirconia-reinforced Glass Ionomer, Resin-modified Glass Ionomer, and Type IX Glass Ionomer Restorative Materials: An In Vitro Study. National Library of Medicine. 2022 Marzo; 15(2): 175-181.
5. Kunte S, Shah B, Patil S, Shah P, Patel A, Chaudhary S. Comparative Evaluation of Compressive Strength and Diametral Tensile Strength of Conventional Glass Ionomer Cement and a Glass Hybrid Glass Ionomer Cement. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2022 Julio-Agosto; 15(4): 398-401.
6. Anu J, Abi. M. T. A Comparative Evaluation of the Microhardness of Glass Ionomer Cements Modified with Chitosan and Chlorhexidine: A 1-Year in vitro Study. *Journal of International Oral Health*. 2019 Noviembre - Diciembre; 11(6): 376 - 383.
7. Dheeraj , Johar S, Jandial T, Sahi H, Verma S. Comparative Evaluation of Compressive Strength and Diametral Tensile Strength of Zirconomer with GIC and Amalgam. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*. 2019 Junio 30; 7(6): 52 - 56.
8. Gómez C F. Influencia del material de restauración y tipo de matriz en la reproducción de la superficie proximal de restauraciones de Clase II de molares temporales. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Rey Juan Carlos; 2022.
9. Caries dental, gingivitis y periodontitis son enfermedades bucales con mayor prevalencia en menores entre 3 y 15 años. [Online].; 2021 [cited 2023 Mayo 20. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/567307-minsa-caries-dental-gingivitis-y-periodontitis-son-enfermedades-bucal-con-mayor-prevalencia-en-menores-entre-3-y-15-anos>.

10. López D. Evaluación de las propiedades mecánicas del Ionómero de vidrio modificado con resina al incorporar nanopartículas de dióxido de titanio. Título profesional. México: Universidad Autónoma del Estado de México; 2022 Octubre 19.
11. Adnan M, Zaman M, Shereen A, Maqbool H, Afridi K, Liaqat S, et al. Evaluation of compressive strength of conventional glass ionomer cement and resin modified glass ionomer cement. *J Khyber Coll Dentistry*. 2022 Junio; 12(2): 13-17.
12. Curicho K. Resistencia a la compresión de tres materiales de restauración en Odontopediatría: estudio In Vitro. Proyecto de investigación. Universidad Central del Ecuador, Quito; 2022.
13. Zhang J, Braun P, Banerjee A. In vitro compressive strength and edge stability testing of directly repaired glass-ionomer cements. *Clin Oral Investig*. 2020 Setiembre;: 3029-3038.
14. Yuquilema K. Microdureza de ionómeros de vidrio convencionales mixturados con diferentes espátulas en distintas superficies. Estudio experimental in vitro. Proyecto de investigación. Universidad Central del Ecuador, Quito; 2019.
15. Poornima P, Paromita K, Mallikarjuna K, NB N, Kashetty B, Indavara N. Comparative evaluation of compressive strength and surface microhardness of EQUIA Forte, resin-modified glass-ionomer cement with conventional glass-ionomer cement. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2019 Julio - Setiembre; 37(3): 265-270.
16. Maaly T, El Sayed S. Evaluation of Flexural and Compressive Strength for A Bioactive Restorative Material, Nanocomposite and Resin Modified Glass Ionomer: A Comparative Study. *Egyptian Dental Journal*. 2019 Octubre; 65(4): 3637-3641.
17. Patel A, Dalal D, Lakade L, Shah P, Caudhary S, Lodaya R. Comparitive evaluation of compressive strength and diametral tensile strength of Zirconomer, Ketac molar and type IX GIC- an in –vitro study. *International Journal of Current Research*. 2018 Junio; 10(6): 70091-70094.
18. Rodríguez A. Resistencia a la compresión de tres tipos de Ionómero de Restauración de Autocurado de uso Odontopediátrico. Estudio in vitro. Título profesional. Universidad Central del Ecuador, Quito; 2018.
19. Leon G. Resistencia a la compresión de ketac molar, ionofil molar y vitremer según tiempo de exposición en saliva artificial, Huánuco 2021. Título profesional. Universidad de Huánuco; 2022.

20. Baños J. Comparación de la resistencia a la compresión entre dos Cementos de Ionómero de Vidrio indicados para reconstrucción de muñones in vitro. Título profesional. Piura: Universidad César Vallejo; 2021.
21. Mori P. Diferencia en la resistencia a la fuerza de compresión de ionómeros de vidrio convencional (CIV-GIC) usados en el Perú evaluadas IN-VITRO. Título profesional. Lima: Universidad Inca Garcilazo de la Vega; 2018 Octubre 25.
22. Candia J, Carrasco A. Resistencia a la compresión de tres cementos ionoméricos de vidrio de restauración convencional sumergidos en saliva artificial. Huancayo: Universidad Roosevelt; 2022 Marzo.
23. Ramírez C, Barandiarán B. Comparación IN VITRO de la resistencia a la compresión de diferentes marcas de cemento ionómero de vidrio autocurable en la técnica de ART. Título profesional. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2018 Noviembre 7.
24. Navarro B. Estudio in vitro de la resistencia compresiva en la microdureza superficial de cuatro cementos a base de silicato de calcio: cemento portland blanco, cemento portland gris, mineral trióxido agregado (MTA Angelus®) y biodentinetm. Título profesional. Lima: Universidad Privada Nobert Wiener; 2020.
25. Nicholson JW. Maturation processes in glass-ionomer dental cements. *Acta Biomater Odontol Scand*. 2018 Julio 31; 4(1): 63-71.
26. Sidhu K, Nicholson JW. A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *J Funct Biomater*. 2016 Junio 28; 7(3): 16.
27. Al Tae L, Banerjee A, Deb S. An integrated multifunctional hybrid cement (pRMGIC) for dental applications. *Dent Mater*. 2019 Abril; 35(4): 636-649.
28. Hii C S, Luddin N, Kannan P T, Ab Rahman I, Nik Abdul Ghani NR. The Biological Evaluation of Conventional and Nano-Hydroxyapatite-Silica Glass Ionomer Cement on Dental Pulp Stem Cells: A Comparative Study. *Contemporary Clinical Dentistry*. 2019 Abril - Junio; 10(2): 324-332.
29. Mahesh S, Suresh P, Sandhyarani J, Sravanthi J. Glass ionomer cements (GIC) in dentistry. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*. 2011 Marzo - Mayo; I(1): 26-30.
30. Blanco S, Frías S, Tarón A, Bustillo J, Díaz A. Resistencia a la compresión del ionómero de vidrio y de la resina compuesta. Estudio in vitro. *Revista Odontológica Mexicana*. 2017 Junio; 21(2): 109-113.

31. Almuhaiza M. Glass-ionomer Cements in Restorative Dentistry: A Critical Appraisal. *Contemp Dent Pract.* 2016 Abril 1; 17(4): 331-336.
32. Corral C, Vildósola P, Bersezio C, Alves E, Fernández E. State of the art of Bulk-fill resin-based composites: a review. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia.* 2015 Julio; 27(1): 177-196.
33. Öter B, Deniz K, Çehreli SB. Preliminary Data on Clinical Performance of Bulk fill Restorations in Primary Molars. [Online].; 2019 [cited 2023 Julio 26. Available from: <https://www.ajol.info/index.php>. *Nigerian Journal of Clinical Practice.* 2019 Enero 31; 21(11): 1484-1491.
34. Najeeb S, Khurshid Z, Ghabbani H, Zafar S, Sefat F. Nano glass ionomer cement: modification for biodental applications. *Advanced Dental Biomaterials.* 2019;; 217-227.
35. Nicholson JW, Sidhu SK, Czarnecka B. Enhancing the Mechanical Properties of Glass-Ionomer Dental Cements: A Review. *Materials.* 2020 Mayo 20; 13(11): 1-14.
36. Antunes JM, Cavaleiro A, Menezes L, Simoes MI, Fernandes JV. Ultra-microhardness testing procedure with Vickers indenter. *Surface and Coatings Technology.* *Surface and Coatings Technology.* 2002 Junio; 149(1): 27-35.
37. Santos AP, Moreira IKD, Scarpelli AC, Pordeus IA, Martins CC, Paiva SM. Survival of Adhesive Restorations for Primary Molars: A Systematic Review and Metaanalysis of Clinical Trials. *Pediatr Dent.* 2016; 38(5): 370-378.
38. EQUIA® FORTE. [Online]. [cited 2023 Julio 28. Available from: <http://gclatinamerica.com/descripcion/equia-forte>.
39. Jiménez A, Yamamoto A. Valoración de la microfiltración del ionómero de vidrio mejorado (Ketac Molar Easymix ®) con o sin el uso de acondicionador. *Revista odontológica mexicana.* 2015 Julio-Setiembre 3; 19(3).
40. GC Fuji IX GP radiopaque posterior glass ionomer restorative cement. [Online]. [cited 2023 Agosto 22. Available from: [http://www.gcamerica.com/downloads/SDS\\_LA](http://www.gcamerica.com/downloads/SDS_LA).
41. Cention N. Material de relleno líquido-polvo. [Online]. [cited 2023 Agosto 22. Available from: [https://www.ivoclar.com/es\\_latam/products/composites/cention-n](https://www.ivoclar.com/es_latam/products/composites/cention-n).
42. Hernández RS, Fernández CC, Baptista ML. *Metodología de la Investigación.* sexta ed. Mexico: INTERAMERICANA EDITORES; 2014.
43. Guevara G, Verdesoto A, Castro NE. *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción).* Recimundo. 2020 Julio; 4(3): 163-173.



44. Cárdenas J. Investigación cuantitativa. Berlín; 2017.
45. Ghashami M, Nouri , Heidari S, Mohammadpour M, Mirzadeh M, Asgari N. Ghashami M, Nouri , Heidari S, Mohammadpour M, Mirzadeh M, Asgari N. Comparative evaluation of net setting time and radiopacity in Fuji II (GC-Japan) restorative glass ionomer and Iranian glass ionomer. [Online].; 2022 [cited 2023 mayo 21. Available from. Dent Res J. 2022 Diciembre.

## **Anexos**

**Anexo 1**  
**Matriz de consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	MUESTRA
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo se diferencia la evaluación in vitro de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Comparar la evaluación in vitro de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Existe diferencia en la evaluación in vitro de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Ionómeros de vidrio (CIVC, CIVMR)</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Resistencia compresiva</p> <p>Microdureza superficial</p>	<p>Método de la investigación:</p> <p>Método científico</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Aplicada</p> <p>Alcance de la investigación:</p> <p>Explicativo</p> <p>Diseño de la investigación:</p> <p>Experimental</p>	<p>Lugar donde se recolectarán los datos:</p> <p>Laboratorio High Technology Laboratory Certificate (HTL)</p> <p>Año: 2023</p> <p>Población:</p> <p>Conformada por los cementos ionómeros de vidrio modificados con resina y cementos ionómeros de vidrio convencionales.</p> <p>Muestra:</p> <p>Conformada por un total de 72 bloques, que pasaran las prueba in vitro de microdureza superficial y resistencia compresiva.</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuál será la evaluación in vitro de la resistencia compresiva en ionómeros de vidrio modificado con resina y ionómeros de vidrio convencionales, Lima 2023?</p> <p>¿Cuál será la evaluación in vitro de la microdureza superficial en ionómeros de vidrio modificado con resina y ionómeros de vidrio convencionales, Lima 2023?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la evaluación in vitro de la resistencia compresiva en ionómeros de vidrio modificados con resina y ionómeros de vidrio convencionales Lima 2023.</p> <p>Determinar la evaluación in vitro de la microdureza superficial en ionómeros de vidrio modificado con resina y ionómeros de vidrio convencionales, Lima 2023.</p>	<p>Existe diferencia en la evaluación in vitro de la resistencia compresiva y la microdureza superficial en ionómeros de vidrio, Lima 2023.</p>	<p>Resistencia compresiva</p> <p>Microdureza superficial</p>	<p>Alcance de la investigación:</p> <p>Explicativo</p> <p>Diseño de la investigación:</p> <p>Experimental</p>	<p>Muestra:</p> <p>Conformada por un total de 72 bloques, que pasaran las prueba in vitro de microdureza superficial y resistencia compresiva.</p>

**Anexo 2**  
**Instrumentos**

**Ficha de observación de recolección de datos**

**I. Resistencia compresiva**



RESULTADOS GENERADOS					
Grupo 1		Ketac® Molar easy Mix			
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					



RESULTADOS GENERADOS					
Grupo 2		GC Fuji® IX GP			
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

<b>RESULTADOS GENERADOS</b>					
<b>Grupo 3</b>		<b>EQUIA Forte.</b>			
<b>Espécimen</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Longitud (mm)</b>	<b>Área (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Fuerza máxima (N)</b>	<b>Esfuerzo Compresión (Mpa)</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

RESULTADOS GENERADOS					
Grupo 4		Cention N.			
Espécimen	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

## II. Microdureza superficial



### II . MICRODUREZA

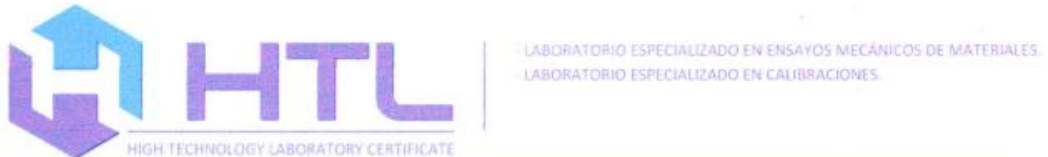
RESULTADOS GENERADOS					
<b>GRUPO 1</b>		<b>Ketac® Molar easy Mix</b>			
Espécimen	Carga de ensayo (g)	Hv. Kg / mm <sup>2</sup>	Hv. Kg / mm <sup>2</sup>	Hv. Kg / mm <sup>2</sup>	Promedio Kg / mm <sup>2</sup>
1	50				
2					
3					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
<b>GRUPO 2</b>		<b>GC Fuji® IX GP</b>			
Espécimen	Carga de ensayo (g)	Hv. Kg / mm <sup>2</sup>	Hv. Kg / mm <sup>2</sup>	Hv. Kg / mm <sup>2</sup>	Promedio Kg / mm <sup>2</sup>
1	50				
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
<b>GRUPO 3</b>		<b>EQUIA Forte.</b>			
Espécimen	Carga de ensayo (g)	Hv. Kg / mm <sup>2</sup>	Hv. Kg / mm <sup>2</sup>	Hv. Kg / mm <sup>2</sup>	Promedio Kg / mm <sup>2</sup>
1	50				
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
<b>GRUPO 4</b>		<b>Cention N.</b>			
Espécimen	Carga de ensayo (g)	Hv. Kg / mm <sup>2</sup>	Hv. Kg / mm <sup>2</sup>	Hv. Kg / mm <sup>2</sup>	Promedio Kg / mm <sup>2</sup>
1	50				
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					



## Anexo 3

### Solicitud

#### SOLICITO: PERMISO PARA REALIZAR EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DENTRO DE LA INSTITUCIÓN



#### CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

N°016-2023

**EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. DEJA CONSTANCIA:**

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo a nombre del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C; así mismo comunicarle la aceptación para el desarrollo del proyecto de tesis denominado **“EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA Y LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN IONÓMEROS DE VIDRIO, LIMA 2023”**; realizando ensayos de compresión y microdureza que se encuentra realizando:

- Wanda Viviana Aquino Canazas DNI 72385205
- Jessica Izquiero Leandro DNI 40975672
- Axell Fernando Revilla Rodriguez DNI 72640246

De la facultad de odontología de la Universidad Continental-Arequipa.

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 08 de Junio del 2023



**ING. ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN**

Jefe de Laboratorio

Laboratorio HTL Certificate



## Anexo 4

### Calibración de los instrumentos

## MÁQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF - 2022 - 025

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2022-08-23  
Fecha de expiración: 2023-08-23  
Expediente: LMC-2022-0962

**1. SOLICITANTE : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.**  
Dirección : Jr. Nepentas Nro. 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MÁQUINA DE ENSAYO**

Marca : LG  
Modelo : WEW-300B  
Serie : 6796  
Identificación : PF-ME-01 (\*)  
Capacidad : 300 kN  
División mínima : 0,002 kN  
Tipo : Digital  
Tipo de ensayo : Tensión  
Clase de exactitud : No Indica  
Procedencia : Korea  
Ubicación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2022-08-22

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

**3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN:**

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la fuerza generada en la celda de referencia calibrada y el equipo bajo prueba, tomando como referencia la norma ISO 7500-1: 2004 Materiales Metálicos. Verificación de máquinas de ensayos uniaxiales. Parte 1: Máquinas de ensayo tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.

LABORATORIOS MECALAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:**

LABORATORIOS MECALAB S.A.C.  
Av. Lurigancho Nro. 1063, San Juan de Lurigancho - Lima.

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

**5. CONDICIONES AMBIENTALES:**

	Inicial	Final
Temperatura	18,3 °C	18,5 °C
Humedad Relativa	60 % HR	59 % HR

Gerente de Metrología



Firmado digitalmente  
por Jorge Padilla Dueñas  
Fecha: 2022.08.23  
16:47:55 -05'00'

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

1 Av. Lurigancho N° 1063 Urb. Horizonte de Zúrate - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú

© www.nmelab.pe / ventas@nmelab.pe

**6. PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón	Identificación	Certificado de Calibración
DM-INACAL	Termohigrómetro	PT-TH-02	LH-088-2021 Cal: Septiembre
INMELAB	Juego de pesas 1 g a 2 kg / M2	PM-JM2-02	LMM-2022-018 Cal: Febrero 2022
INMELAB	Juego de pesas 5 kg, 10 kg, 20 kg / M2	PM-JM2-01	LMM-2022-024 Cal: Marzo 2022

**8. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:**

Indicación del Equipo (kN)	Indicación del Patrón (kN)	Corrección (kN)	Incertidumbre (kN)
0,000	0,000	0,000	0,02
15,002	15,001	-0,001	0,03
30,001	30,003	0,002	0,09
45,002	45,013	0,011	0,02
60,004	60,021	0,017	0,04
75,001	75,058	0,057	0,01
90,002	90,011	0,009	0,01
105,003	105,019	0,016	0,02
120,003	120,028	0,025	0,02
135,003	135,023	0,020	0,02
144,003	144,033	0,030	0,02

Indicación del Equipo (kN)	Errores Relativos			
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)
15,002	-0,83	0,20	--	0,00
30,001	-0,55	0,28	--	0,00
45,002	-0,35	0,22	--	0,00
60,004	-0,18	0,16	--	0,00
75,001	-0,23	0,13	--	0,00
90,002	-0,37	0,28	--	0,00
105,003	-0,31	0,19	--	0,00
120,003	-0,27	0,14	--	0,00
135,003	-0,28	0,24	--	0,00
144,003	-0,29	0,12	--	0,00

 Retorno a Cero  $f_e$  0,000%

Clase de la escala de la máquina	ERRORES RELATIVOS MÁXIMO PERMITIDO SEGÚN LA CLASE DE ESCALA*				
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	Cero $f_e$ (%)
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1	1,0	± 1,5	0,5	± 0,1
2	± 2	2,0	± 3,0	1,0	± 0,2
3	± 3	3,0	± 4,5	1,5	± 0,3

\* Según ISO 7500-1 para máquina de ensayo


**8. OBSERVACIONES:**

- (\*) Identificación asignado por HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C., grabada en una etiqueta adherida al instrumento.
- La incertidumbre de la medición que se presenta está basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

**9. CONCLUSIONES:**

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

FIN DEL DOCUMENTO

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

1. Av. Lariganchi N° 1063 Urb. Horizonte de Zarate - San Juan de Lariganchi, Lima - Perú

© www.nmelab.pe / ventas@nmelab.pe

# DURÓMETRO



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF - 2022 - 033

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2022-11-29  
Fecha de expiración: 2023-11-30  
Expediente: LMC-2022-0789

**1. SOLICITANTE** : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C  
Dirección : Jrón Las Nipetas Nro. 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : DURÓMETRO

Marca : LG  
Modelo : HV-1000  
Serie : No Indica  
Identificación : 8975 (\*)  
Procedencia : Corea  
Tipo : Digital  
Ubicación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2022-11-28

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

**3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN:**

La calibración se realizó por medición directa y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad nacional.

LABORATORIOS MECALAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:**

HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.  
Jrón Las Nipetas Nro. 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

**5. CONDICIONES AMBIENTALES:**

	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,4 °C
Humedad Relativa	59 % HR	58 % HR

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

Gerente de Metrología



**NME LAB**  
Ingeniería & metrología

Firmado digitalmente  
por Jorge Padilla  
Dueñas  
Fecha: 2022.11.29  
23:00:06 -05'00'

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIOS MECALAB"

**6. PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón	Marca	Certificado de Calibración
METROIL	Termohigrómetro	ELITECH	LAT-2832-2022 Cal: Setiembre 2022
N.I.S.T.	Bloque patrones de dureza	200 HV	HV L-6
N.I.S.T.	Bloque patrones de dureza	413 HV	HV L-7
N.I.S.T.	Bloque patrones de dureza	744 HV	HV L-8

**7. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:**
**ERROR DE INDICACIÓN**

Condiciones Ambientales			
Inicio	24,3	Final	24,4

Valor Patrón	Indicación	Corrección	Incertidumbre	Unidad
200,0	199,9	0,1	0,13	HV
413,0	412,6	0,4	0,13	HV
744,0	744,3	-0,3	0,13	HV

**ERROR DE REPETIBILIDAD**

Condiciones Ambientales			
Inicio	24,4	Final	24,5

Valor Patrón (HV)	Indicación (HV)	Corrección (HV)
200,0	200,1	-0,1
200,0	200,1	-0,1
200,0	200,1	-0,1
200,0	200,1	-0,1
200,0	200,1	-0,1



**Error de repetibilidad:** 0,10 HV  
**Incertidumbre:** 0,13 HV

**8. OBSERVACIONES:**

- (\*) Identificación asignada por HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C., grabada en una etiqueta adherida al instrumento.
- El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
- La incertidumbre de la medición que se presenta está basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

**9. CONCLUSIONES:**

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

## Anexo 5

### Validación



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
SOLICITUD DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO  
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: MIGUEL ÁNGEL LLIBRAGA URBANTE

Considerando su actitud ética y trayectoria profesional, permítame considerarlo como **JUEZ EXPERTO** para revisar el contenido del siguiente instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Le adjunto la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis:

<b>Título del proyecto de tesis:</b>	EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA Y LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN IONÓMEROS DE VIDRIO, LIMA 2023
--------------------------------------	---

El resultado de esta evaluación permitirá la **VALIDEZ DE CONTENIDO** del instrumento.

De antemano le agradezco sus aportes y sugerencias.

Huancayo, 19 de junio del 2023

Tesista: Wanda Viviana Aquino Canazas

D.N.I : 72385205

**ADJUNTO:**

Matriz de consistencia

Matriz de operacionalización de variables

**RÚBRICA PARA LA VALIDACIÓN DE EXPERTOS**

Criterios	Escala de valoración					PUNTAJE
	(1) Deficiente 0-20%	(2) Regular 21-40%	(3) Bueno 41-60%	(4) Muy bueno 61-80%	(5) Eficiente 81-100%	
<p><b>1. SUFICIENCIA:</b> Los ítems de una misma dimensión o indicador son suficientes para obtener su medición.</p>	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión o indicador.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión o indicador, pero no corresponden a la dimensión total.	Se deben incrementar ítems para evaluar completamente la dimensión o indicador.	Los ítems son relativamente suficientes.	Los ítems son suficientes.	5
<p><b>2. PERTINENCIA:</b> Los ítems de una misma dimensión o indicador son adecuados para obtener su medición.</p>	Los ítems no son adecuados para medir la dimensión o indicador.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión o indicador, pero no corresponden a la dimensión total.	Se deben incrementar ítems para evaluar la dimensión o indicador completamente.	Los ítems son relativamente suficientes.	Los ítems son suficientes.	5
<p><b>3. CLARIDAD:</b> Los ítems se comprenden fácilmente, es decir, su sintáxis y semántica son adecuadas.</p>	Los ítems no son claros.	Los ítems requieren modificaciones en el uso de palabras por su significado o por el orden de las mismas.	Se requiere una modificación muy específica de algunos ítems.	Los ítems son claros en lo sintáctico.	Los ítems son claros, tienen semántica y sintáxis adecuada.	5
<p><b>4. COHERENCIA:</b> Los ítems tienen relación lógica con la dimensión o indicador que están midiendo.</p>	Los ítems no tienen relación lógica con la dimensión o indicador.	Los ítems tienen una relación tangencial con la dimensión o indicador.	Los ítems tienen una relación regular con la dimensión o indicador que está midiendo.	Los ítems están relacionados con la dimensión o indicador.	Los ítems están muy relacionados con la dimensión o indicador.	5
<p><b>5. RELEVANCIA:</b> Los ítems son esenciales o importantes y deben ser incluidos.</p>	Los ítems deben ser eliminados sin que se vea la afectada la medición de la dimensión o indicador.	Los ítems pueden ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión o indicador.	Los ítems tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que éste mide.	Los ítems son necesarios.	Los ítems son muy relevantes y debe ser incluido.	5

**INFORMACIÓN DEL ESPECIALISTA**

Nombres y Apellidos	MIGUEL ANGEL LIZARRAGO UGARTE
Profesión y Grado Académico	CIRUJANO DENTISTA DOCTOR EN SALUD PUBLICA
Especialidad	
Institución y años de experiencia	MUNSA 25 años
Cargo que desempeña actualmente	- Cirujano dentista C.S. San Martín - Jefe(a) Microred Socabaya

Puntaje del Instrumento Revisado: 25

**Opinión de aplicabilidad:**

APLICABLE (X)      APLICABLE LUEGO DE REVISIÓN ( )      NO APLICABLE ( )


  
 GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
 GERENCIA REGIONAL DE SALUD  
 DIRECCION RED DE SALUD SOCABAYA  
 MICRO RED DE SALUD SOCABAYA  
 Dr. C.D. Miguel Ángel Lizarrago Ugarte

Nombres y apellidos: MIGUEL ANGEL LIZARRAGO UGARTE

DNI: 29593130

COLEGIATURA: 7687



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
SOLICITUD DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO  
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Sara B. Luján Valencia

Considerando su actitud ética y trayectoria profesional, permítame considerarlo como **JUEZ EXPERTO** para revisar el contenido del siguiente instrumento de recolección de datos:

Ficha de recolección de datos

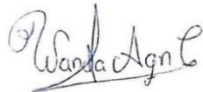
Le adjunto la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis:

Título del proyecto de tesis:	EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA Y LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN IONÓMEROS DE VIDRIO , LIMA 2023
-------------------------------	--

El resultado de esta evaluación permitirá la **VALIDEZ DE CONTENIDO** del instrumento.

De antemano le agradezco sus aportes y sugerencias.

Huancayo, 19 de junio del 2023



Tesista: Wanda Viviana Aquino Canazas  
D.N.I : 72385205

**ADJUNTO:**

Matriz de consistencia

Matriz de operacionalización de variables

### RÚBRICA PARA LA VALIDACIÓN DE EXPERTOS

Criterios	Escala de valoración					PUNTAJE
	(1) Deficiente 0-20%	(2) Regular 21-40%	(3) Bueno 41-60%	(4) Muy bueno 61-80%	(5) Eficiente 81-100%	
<p><b>1. SUFICIENCIA:</b> Los ítems de una misma dimensión o indicador son suficientes para obtener su medición.</p>	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión o indicador.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión o indicador, pero no corresponden a la dimensión total.	Se incrementan ítems para evaluar completamente la dimensión o indicador.	Los ítems son relativamente suficientes.	Los ítems son suficientes.	5
<p><b>2. PERTINENCIA:</b> Los ítems de una misma dimensión o indicador son adecuados para obtener su medición.</p>	Los ítems no son adecuados para medir la dimensión o indicador.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión o indicador, pero no corresponden a la dimensión total.	Se incrementan ítems para evaluar la dimensión o indicador completamente.	Los ítems son relativamente suficientes.	Los ítems son suficientes.	5
<p><b>3. CLARIDAD:</b> Los ítems se comprenden fácilmente, es decir, su sintaxis y semántica son adecuadas.</p>	Los ítems no son claros.	Los ítems requieren modificaciones en el uso de palabras por su significado o por el orden de las mismas.	Se requiere una modificación muy específica de algunos ítems.	Los ítems son claros en lo sintáctico.	Los ítems son claros, tienen semántica y sintaxis adecuada.	5
<p><b>4. COHERENCIA:</b> Los ítems tienen relación lógica con la dimensión o indicador que están midiendo.</p>	Los ítems no tienen relación lógica con la dimensión o indicador.	Los ítems tienen una relación tangencial con la dimensión o indicador.	Los ítems tienen una relación regular con la dimensión o indicador que está midiendo.	Los ítems están relacionados con la dimensión o indicador.	Los ítems están muy relacionados con la dimensión o indicador.	5
<p><b>5. RELEVANCIA:</b> Los ítems son esenciales o importantes y deben ser incluidos.</p>	Los ítems deben ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión o indicador.	Los ítems pueden ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión o indicador.	Los ítems tienen alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que éste mide.	Los ítems son necesarios.	Los ítems son muy relevantes y debe ser incluido.	5

### INFORMACIÓN DEL ESPECIALISTA

Nombres y Apellidos	Sara Antonieta Luján Valencia
Profesión y Grado Académico	Cirujano Dentista Doctora en Odontología
Especialidad	Periodoncia e Implantología
Institución y años de experiencia	Universidad San Martín de Porres 12 años
Cargo que desempeña actualmente	Docente Universitario

Puntaje del Instrumento Revisado: 25

**Opinión de aplicabilidad:**

APLICABLE (X)

APLICABLE LUEGO DE REVISIÓN ( )

NO APLICABLE ( )



Nombres y apellidos: Sara A. Luján Valencia

DNI: 41341691

COLEGIATURA: 16497

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
SOLICITUD DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO  
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ariet Yovanna Flores Visawec

Considerando su actitud ética y trayectoria profesional, permítame considerarlo como **JUEZ EXPERTO** para revisar el contenido del siguiente instrumento de recolección de datos:

Fichas de Recolección de datos

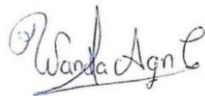
Le adjunto la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis:

Título del proyecto de tesis:	EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA Y LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN IONOMEROS DE VIDRIO , LIMA 2023
-------------------------------	--

El resultado de esta evaluación permitirá la **VALIDEZ DE CONTENIDO** del instrumento.

De antemano le agradezco sus aportes y sugerencias.

Huancayo, 19 de junio del 2023



Tesista: Wanda Viviana Aquino Canazas  
D.N.I. : 72385205

**ADJUNTO:**

Matriz de consistencia

Matriz de operacionalización de variables

**RÚBRICA PARA LA VALIDACIÓN DE EXPERTOS**

Criterios	Escala de valoración					PUNTAJE
	(1) Deficiente 0-20%	(2) Regular 21-40%	(3) Bueno 41-60%	(4) Muy bueno 61-80%	(5) Eficiente 81-100%	
<p><b>1. SUFICIENCIA:</b> Los ítems de una misma dimensión o indicador son suficientes para obtener su medición.</p>	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión o indicador.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión o indicador, pero no corresponden a la dimensión total.	Se deben incrementar ítems para evaluar completamente la dimensión o indicador.	Los ítems son relativamente suficientes.	Los ítems son suficientes.	5
<p><b>2. PERTINENCIA:</b> Los ítems de una misma dimensión o indicador son adecuados para obtener su medición.</p>	Los ítems no son adecuados para medir la dimensión o indicador.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión o indicador, pero no corresponden a la dimensión total.	Se deben incrementar ítems para evaluar la dimensión o indicador completamente.	Los ítems son relativamente suficientes.	Los ítems son suficientes.	5
<p><b>3. CLARIDAD:</b> Los ítems se comprenden fácilmente, es decir, su sintaxis y semántica son adecuadas.</p>	Los ítems no son claros.	Los ítems requieren modificaciones en el uso de palabras por su significado o por el orden de las mismas.	Se requiere una modificación muy específica de algunos ítems.	Los ítems son claros en lo sintáctico.	Los ítems son claros, tienen semántica y sintaxis adecuada.	5
<p><b>4. COHERENCIA:</b> Los ítems tienen relación lógica con la dimensión o indicador que están midiendo.</p>	Los ítems no tienen relación lógica con la dimensión o indicador.	Los ítems tienen una relación tangencial con la dimensión o indicador.	Los ítems tienen una relación regular con la dimensión o indicador que está midiendo.	Los ítems están relacionados con la dimensión o indicador.	Los ítems están muy relacionados con la dimensión o indicador.	5
<p><b>5. RELEVANCIA:</b> Los ítems son esenciales o importantes y deben ser incluidos.</p>	Los ítems deben ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión o indicador.	Los ítems pueden ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión o indicador.	Los ítems tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que éste mide.	Los ítems son necesarios.	Los ítems son muy relevantes y debe ser incluido.	5

**INFORMACIÓN DEL ESPECIALISTA**

Nombres y Apellidos	AMEI YOVANNA Flores Vásquez
Profesión y Grado Académico	Doctor en Ciencias de La Salud
Especialidad	
Institución y años de experiencia	MINSA - 30 años
Cargo que desempeña actualmente	Responsable del servicio de odontología Centro S.S. Sorob.

Puntaje del Instrumento Revisado: 25

**Opinión de aplicabilidad:**

APLICABLE (x)

APLICABLE LUEGO DE REVISIÓN ( )

NO APLICABLE ( )

AMEI YOVANNA FLORES VÁSQUEZ  
CIRUJANA DENTISTA  
COP 5325

Nombres y apellidos: AMEI YOVANNA FLORES VÁSQUEZ.

DNI: 29272181

COLEGIATURA: 5325

## Anexo 6

### Documento de aprobación por el Comité de Ética



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Huancayo, 08 de agosto del 2023

#### OFICIO N°0454-2023-CIEI-UC

Investigadores:

WANDA VIVIANA AQUINO CANAZAS  
JESSICA IZQUIERDO LEANDRO  
AXELL FERNANDO REVILLA RODRIGUEZ

#### Presente-

Tengo el agrado de dirigirme a ustedes para saludarles cordialmente y a la vez manifestarles que el estudio de investigación titulado: **EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA Y LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN IONÓMEROS DE VIDRIO, LIMA 2023.**

Ha sido **APROBADO** por el Comité Institucional de Ética en Investigación, bajo las siguientes precisiones:

- El Comité puede en cualquier momento de la ejecución del estudio solicitar información y confirmar el cumplimiento de las normas éticas.
- El Comité puede solicitar el informe final para revisión final.

Aprovechamos la oportunidad para renovar los sentimientos de nuestra consideración y estima personal.

Atentamente


Walter Calderón Gerstein  
Presidente del Comité de Ética  
Universidad Continental

C.c. Archivo.

ucontinental.edu.pe

#### Arequipa

Av. Los Incas 574,  
Joshi Luis Bustos Arce y Pisco  
(054) 412 030

Calle Alfonso Ugarte 607, Yanahuaza  
(054) 412 030

#### Huancayo

Av. San Carlos 1060  
(064) 481 430

#### Cusco

Ub. Manuel Prado - Lote 5, 117 Av. Colcauyo  
(084) 480 030

Sector Argosmura KM. 10,  
carretera San Jerónimo - Saylla  
(084) 480 030

#### Lima

Av. Alfredo Mendíola 520, Los Olivos  
(01) 203 2760

J. Junín 355, Miraflores  
(01) 203 2760

## Anexo 7


### Resultados de las pruebas

Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-0463-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	30-08-2023
<b>ENSAYO DE COMPRESIÓN EN IONOMERO ODONTOLÓGICOS</b>				
<b>1. DATOS DE LOS TESISISTAS</b>				
Nombre de tesis	: "EVALUACION IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA Y LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN IONOMEROS DE VIDRIO, LIMA 2023"			
Nombres y Apellidos	: Wanda Viviana Aquino Canazas / Jessica Izquiero Leandro / Axel Fernando Revilla Rodriguez			
DNI	: 72385205 / 40975672 / 72640246			
Dirección	: Ciudad Arequipa			
<b>2. EQUIPOS UTILIZADOS</b>				
Instrumento	Marca	Aproximación	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.	
Máquina de Ensayos Mecánicos	LG-CMT- 5L	0.001N		
Vernier Digital	Mínutoyo - 200 um	0.01um		
<b>3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>				
Muestra de Ionómero odontológicos	Cantidad	: Cincuenta y cuatro (54) muestras		HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, si de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	: Cilindros de Ionómero con dimensiones 4 de diámetro x 6 mm altura		
	Grupo 1	: Ionómero Ketac Molar		
	Grupo 2	: Ionómero GC Fuji IX		
	Grupo 3	: Ionómero Cention N		
	Grupo 4	: Ionómero EQUILA FORTE		
<b>4. RECEPCION DE MUESTRAS</b>				
Fecha de Recepción de muestras	26 de Agosto del 2023			El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.
Fecha de Ensayo	28 de Agosto del 2023			
Lugar de Ensayo	Jr. Napentaz 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho-Lima			
<b>5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO</b>				
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:				
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCION	CAPITULO NUMERAL		
ISO 3597-3 : 2003	Textile-glass-reinforced plastics — Determination of mechanical properties on rods made of roving-reinforced resin — Part 3: Determination of compressive strength	---		
<b>6. CONDICIONES DE ENSAYO</b>				
	Inicial	Final		
Temperatura	22.0 °C	22.0 °C		
Humedad Relativa	60.0 %dHR	59.0 %dHR		





INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0463-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	30-08-2023
<b>7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN</b>					
<b>Grupo 1: Ionomero Ketac Molar</b>					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	3.98	6.00	12.44	764.73	61.47
2	3.98	6.01	12.44	821.51	66.03
3	3.97	6.00	12.38	849.19	68.60
4	3.99	6.05	12.50	789.95	63.18
5	4.00	6.00	12.57	855.75	68.10
6	3.99	6.02	12.50	805.55	64.43
7	3.99	6.01	12.50	895.57	71.62
8	4.01	6.02	12.63	720.54	57.05
9	4.00	6.05	12.57	842.18	67.02
<b>Grupo 2: Ionomero GC fuji IX</b>					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	4.00	6.01	12.57	311.46	24.79
2	3.98	6.02	12.44	333.93	26.84
3	3.99	6.00	12.50	327.33	26.18
4	4.01	6.03	12.63	272.79	21.60
5	3.98	6.04	12.44	311.19	25.01
6	3.98	6.02	12.44	289.46	23.27
7	3.98	6.01	12.44	388.18	31.20
8	3.99	6.01	12.50	419.48	33.55
9	4.00	6.00	12.57	450.75	35.87
<b>Grupo 3: Ionomero Cention N</b>					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	3.98	6.03	12.44	2417.72	194.33
2	4.02	6.03	12.69	2217.93	174.75
3	4.07	6.01	13.01	2203.84	169.40
4	3.97	6.02	12.38	2012.35	162.57
5	3.98	6.02	12.44	2245.36	180.48
6	3.98	6.03	12.44	2137.81	171.84
7	4.01	6.01	12.63	2336.13	184.98
8	3.96	6.03	12.32	2268.15	184.16
9	4.01	6.01	12.63	2402.53	190.23

INFORME DE ENSAYO N°		IEO-0463-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	30-08-2023
<b>Grupo 4: Ionomero EQUIA FORTE</b>					
Muestra	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Fuerza máxima (N)	Esfuerzo Compresión (Mpa)
1	3.98	6.02	12.44	1121.61	90.15
2	4.01	6.03	12.63	1194.58	94.59
3	4.00	6.00	12.57	1179.14	93.83
4	4.00	6.02	12.57	1293.97	102.97
5	4.01	6.01	12.63	1181.88	93.58
6	3.98	6.00	12.44	1155.34	92.87
7	3.97	6.02	12.38	1358.50	109.75
8	4.00	6.01	12.57	1160.62	92.36
9	3.97	6.01	12.38	1178.47	95.20
<b>ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN</b> CIP: 193364 INGENIERO MECANICO Jefe de Laboratorio		 <b>HTL</b> HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE			
El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.					
FIN DEL DOCUMENTO					

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-0464-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	30-08-2023
<b>ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN RESINAS ODONTOLÓGICAS</b>				
<b>1. DATOS DE LOS TESISTAS</b>				
Nombre de tesis	: "EVALUACION IN VITRO DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA Y LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN IONOMEROS DE VIDRIO, LIMA 2023"			
Nombre y Apellidos	: Wanda Viviana Aquino Canzas / Jessica Inquisio Leandro / Axel Fernando Revilla Rodriguez			
Dni	: 72385205 / 40975672 / 72640246			
Dirección	: Ciudad Arequipa			
<b>2. EQUIPOS UTILIZADOS</b>				
Instrumento	Marca	Aproximación	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.	
Microdureómetro Vickers Electrónico Vernier Digital	LG - HV-1000 Mitrutoyo - 200 mm	1 µm - 40X 0.01mm		
<b>3. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>				
Muestra de Ionómero odontológicos	Cantidad	: Cincuenta y cuatro (54) muestras		HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	: Cilindros de Ionómero con dimensiones 5 de diámetro x 2 mm altura		
	Grupo 1	: Ionómero Ketac Molar		
	Grupo 2	: Ionómero GC Fuji IX		
	Grupo 3	: Ionómero Cention N		
Grupo 4	: Ionómero EQUILA FORTE			
<b>4. RECEPCION DE MUESTRAS</b>				
Fecha de Recepción de muestras	26 de Agosto del 2023			El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.
Fecha de Ensayo	28 de Agosto del 2023			
Lugar de Ensayo	Jr. Nepentas 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho-Lima			
<b>5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO</b>				
El ensayo se realizó bajo el siguiente procedimiento:				
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>DESCRIPCION</b>		<b>CAPITULO/NUMERAL</b>	
ASTME384-17	Método de prueba estándar para la dureza de materiales por microindentación		---	
<b>6. CONDICIONES DE ENSAYO</b>				
	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>		
Temperatura	22.0 °C	22.0 °C		
Humedad Relativa	60.0 %HR	61.0 %HR		

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-0464-2023	EDICIÓN N° 3	Fecha de emisión:	30-08-2023
<b>7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN</b>				
<b>Grupo 1: Ionometro Ketac Molar</b>				
Espécimen	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	42.8	46.7	43.8	44.4
2	49.6	49.1	50.7	49.8
3	46.8	51.3	49.1	49.1
4	42.8	49.0	47.0	46.3
5	47.3	50.8	48.4	48.8
6	53.8	50.1	52.3	52.1
7	54.4	54.4	55.6	54.8
8	54.4	53.8	54.1	54.1
9	54.9	52.5	53.5	53.6
<b>Grupo 2: Ionometro GC fuji IX</b>				
Espécimen	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	21.6	20.8	19.5	20.6
2	17.3	16.8	20.3	18.1
3	21.5	21.3	19.3	20.7
4	16.8	17.8	16.7	17.1
5	15.5	16.4	15.1	15.7
6	15.8	14.7	16.7	15.7
7	16.8	17.8	16.2	16.9
8	18.1	16.8	18.9	17.9
9	19.3	16.5	18.6	18.1
<b>Grupo 3: Ionometro Cention N</b>				
Espécimen	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	19.0	20.0	20.8	19.9
2	22.9	23.9	23.1	23.3
3	24.3	25.3	25.1	24.9
4	29.0	31.5	30.8	30.4
5	18.1	19.3	19.1	18.8
6	21.2	18.2	20.4	19.9
7	17.5	19.8	17.8	18.4
8	16.1	15.4	17.1	16.2
9	20.0	17.4	21.8	19.7

INFORME DE ENSAYO N°	IEO-0464-2023	EDICION N° 3	Fecha de emisión:	30-08-2023
<b>Grupo 4: Ionometro EQUIA FORTE</b>				
Espécimen	Punto 1 Hv (Kg/mm2)	Punto 2 Hv (Kg/mm2)	Punto 3 Hv (Kg/mm2)	Promedio Hv (Kg/mm2)
1	37.0	32.3	31.8	33.7
2	58.6	54.8	55.7	56.4
3	41.3	39.8	40.1	40.4
4	49.5	49.8	51.1	50.1
5	45.0	45.7	46.5	45.7
6	34.6	46.3	38.6	39.8
7	39.4	39.0	40.1	39.5
8	40.8	38.1	41.3	40.1
9	39.0	45.4	40.7	41.7
				
<b>ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN</b> CIP: 193364 INGENIERO MECANICO <i>Jefe de Laboratorio</i>				
El resultado es solo válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.				
FIN DEL DOCUMENTO				

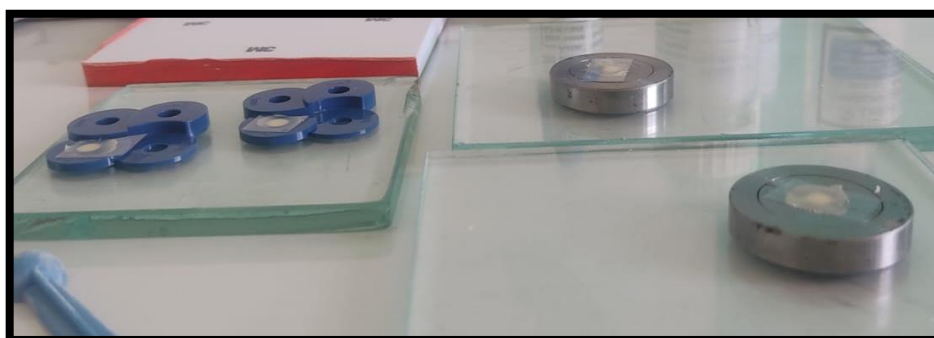
**Anexo 7**  
**Evidencia fotográfica**



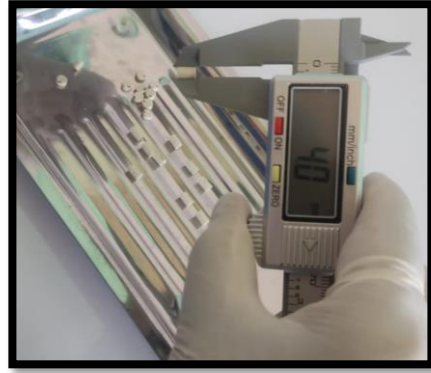
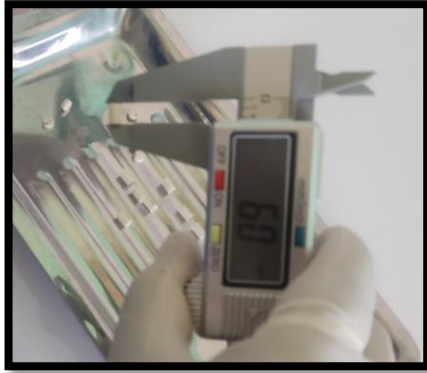
CEMENTO IONÓMERO DE VIDRIO CONVENCIONAL KETAC MOLAR EASY MIX  
MARCA 3M



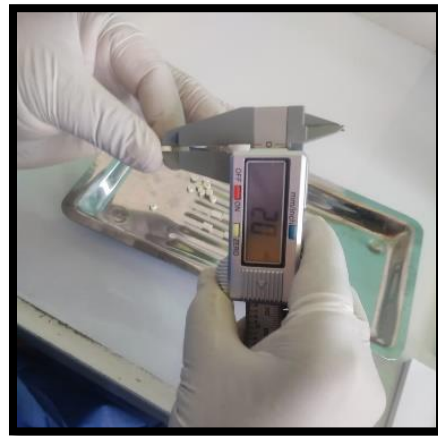
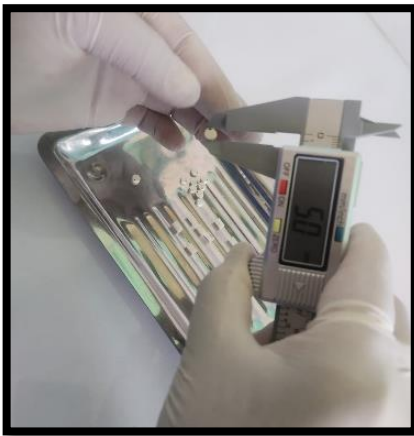
INSTRUMENTAL PARA LA PREPARACIÓN DE CIVC KETAC MOLAR EASY MIX  
MARCA 3M



MUESTRAS DEL CIVC KECTAC MOLAR EASY MIX



MEDIDAS DE LAS MUESTRAS CON EL CALIBRADOR DIGITAL PARA LA RESISTENCIA COMPRESIVA



MEDIDAS DE LAS MUESTRAS CON EL CALIBRADOR DIGITAL PARA LA MICRODUREZA



CEMENTO DE IONÓMERO DE VIDRIO CONVENCIONAL GC FUJI IX GP



INSTRUMENTAL PARA LA PREPARACIÓN DE CIVC GC FUJI IX GP



CEMENTO IONÓMERO DE VIDRIO MODIFICADO CON RESINA CENTION N



INSTRUMENTAL PARA LA PREPARACIÓN DEL CIVMR CENTION N

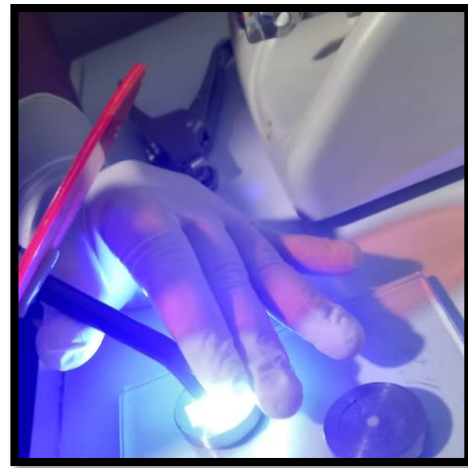
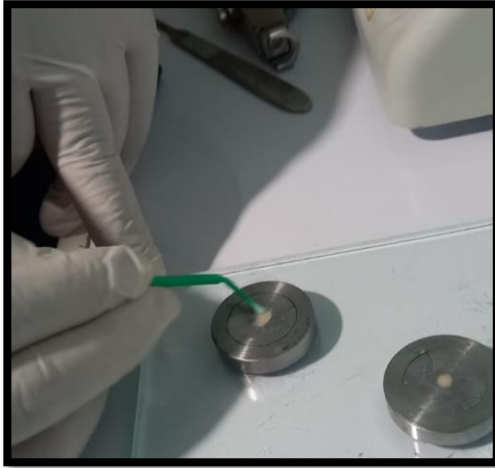




CEMENTO DE IONÓMERO DE VIDRIO MODIFICADO CON RESINA EQUIA FORTE



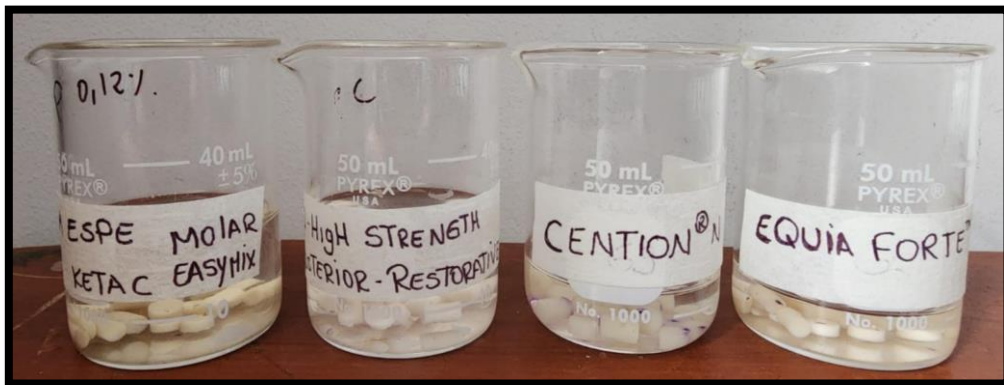
USO DEL AMALGAMADOR Y PISTOLA PARA CIVMR EQUIA FORTE



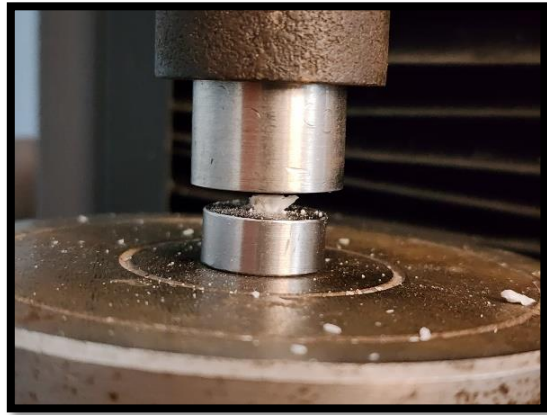
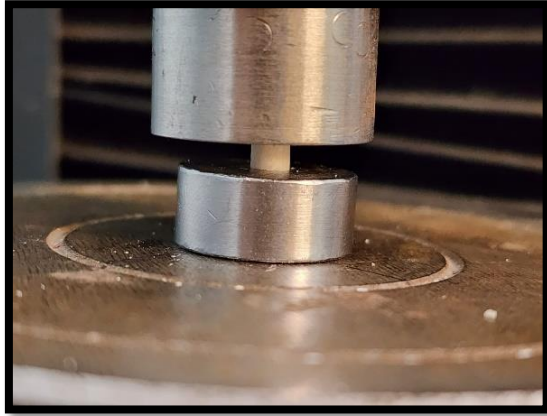
APLICACIÓN DEL EQUIA FORTE COAT Y FOTOCURADO PARA CIVMR EQUIA  
FORTE FIL Y EQUIA FORTE COAT



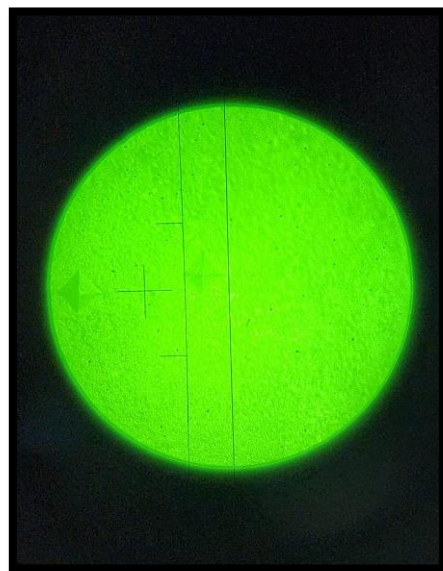
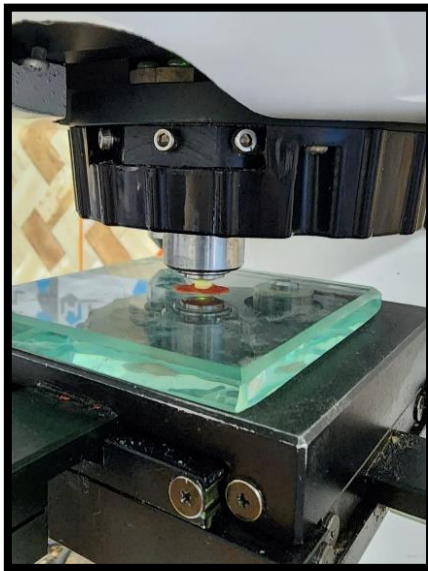
SALIVA ARTIFICIAL MARCA SALIVAL



ALMACENAMIENTO DE LAS MUESTRAS EN SALIVA ARTIFICIAL POR 24 HORAS



USO DE LA MÁQUINA DE ENSAYOS MECÁNICOS



USO DEL MICRODUROMETRO VICKERS ELECTRÓNICO