



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGIA

Resistencia flexural de resinas acrílicas y bisacrilica

Trabajo de titulación para optar al título de odontólogo/a

Autores:

Pérez Criollo, Guillermo David

Yépez Fajardo, Karla Stefanía

Tutor:

Dr. David Gerardo Carrillo Vaca

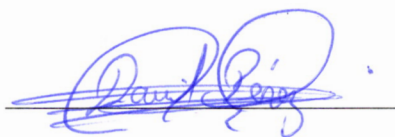
Riobamba, Ecuador. 2024

DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotros, Guillermo David Pérez Criollo con cedula de ciudadanía 1804991873 y Karla Stefanía Yépez Fajardo con cédula de ciudadanía 1004442263, autores del trabajo de investigación titulado: “**Resistencia flexural de resinas acrílicas y bisacrílica**”, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra exclusiva responsabilidad.


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

En Riobamba, a la fecha de su presentación.



Guillermo David Pérez Criollo

C.I: 1804991873



Karla Stefanía Yépez Fajardo

C.I: 1004442263


DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación “**Resistencia flexural de resinas acrílicas y bisacrilica**”, presentado por Guillermo David Pérez Criollo con cedula de identidad número 1804991873 y Karla Stefanía Yépez Fajardo con cédula de identidad número 1004442263, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha de su presentación.

Dra. Dolores Aracely Cedeño Zambrano

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Christian Andrés Cabezas Abad

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. David Gerardo Carrillo Vaca

TUTOR



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Resistencia flexural de resinas acrílicas y bisacrílica**”, presentado por Guillermo David Pérez Criollo con cedula de identidad número 1804991873 y Karla Stefanía Yépez Fajardo con cédula de identidad número 1004442263, bajo la tutoría de Dr. David Gerardo Carrillo Vaca; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha de su presentación.

Presidente del Tribunal de Grado

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado

Miembro del Tribunal de Grado

Dra. Dolores Aracely Cedeño Zambrano

Miembro del Tribunal de Grado

Dr. Christian Andrés Cabezas Abad



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

Riobamba 16 de abril del 2024
Oficio N°027-2023-2S TURNITIN-CID-2024

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

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por el **Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N°0821-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa TURNITIN, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% TURNITIN verificado	Validación	
					Si	No
1	0821-D-FCS-18-09-2023	Resistencia flexural de resinas acrílicas y bisacrilica	Pérez Criollo Guillermo David Yépez Fajardo Karla Stefanía	6	x	

Atentamente,



firmado electrónicamente por:
FRANCISCO JAVIER
USTARIZ FAJARDO

PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
Delegado Programa TURNITIN
FCS / UNACH
C/c Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS

DEDICATORIA

A mis padres, que con su amor y confianza me apoyaron en mis estudios todo el tiempo, brindándome sus consejos y ayudándome a alcanzar todas mis metas, los mismos que han sido base para construir y forjar la persona que soy ahora, a través de sus enseñanzas, virtudes, disciplina y del propio ejemplo de vida que son para mí.

- *David*

A mi familia, especialmente a mis padres, que aunque ya no estén conmigo al final, me acompañaron y me brindaron todo su apoyo desde el primer momento en que decidí empezar el camino para alcanzar tan bonita profesión. Esto va dedicado a ellos por enseñarme a nunca rendirme y animarme a lograr mis sueños.

- *Stefanía*

AGRADECIMIENTO

Agradecemos principalmente a nuestras familias por ser el soporte emocional y económico durante este proceso, así como a cada una de las personas que han hecho posible la realización de este proyecto de investigación.

Gracias a nuestra querida Universidad Nacional de Chimborazo por brindarnos la oportunidad de alcanzar esta meta tan anhelada, por permitirnos conocer a docentes con calidad humana como nuestro tutor el Dr. David Carrillo quien con sus conocimientos adquiridos a lo largo de su vida profesional nos orientó en la investigación y en el desarrollo de la investigación.

Al laboratorio de análisis de esfuerzos y vibraciones de la Escuela Politécnica Nacional por permitirnos el ingreso a sus distinguidas instalaciones para el desarrollo de las pruebas necesarias para nuestro análisis de resistencia flexural.

Todos quienes participaron y nos acompañaron en este proceso sepan que, su colaboración fue parte esencial para la culminación de este logro.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

DERECHOS DE AUTORIA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS

INDICE DE GRAFICOS

INDICE DE FOTOGRAFIAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I.....	16
1. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1 Planteamiento del problema	17
1.2 Justificación.....	18
1.3 Objetivos.....	19
1.3.1 Objetivo general	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
CAPÍTULO II.....	20
2. MARCO TEÓRICO	20
2.1 Prótesis fija	20
2.2 Prótesis fija provisional	20
2.2.1 Características.....	20
2.2.2 Materiales para provisionales	21

2.3	Resinas acrílicas	22
2.3.1	Alike	22
2.4	Resinas bisacrílicas.....	23
2.4.1	Structur 2	23
2.4.2	Protemp IV	24
2.5	Propiedades de los materiales.....	24
2.6	Resistencia flexural.....	24
2.7	Rellenos	25
2.7.1	Tipos de relleno	25
2.8	Técnicas para elaboración de provisionales	25
2.8.1	Técnica directa.....	25
2.8.2	Técnica indirecta.....	26
2.8.3	Técnica híbrida	26
2.8.4	Técnica de pulido.....	27
CAPÍTULO III		28
3.	METODOLOGIA.....	28
3.1	Tipo y diseño de investigación	28
3.2	Población de estudio.....	28
3.3	Criterios de selección.....	28
3.4	Entorno	28
3.5	Técnica e Instrumento	28
3.6	Análisis estadístico	29
3.7	Intervenciones.....	29
CAPÍTULO IV		35
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1	Flexión de resinas acrílica y bisacrílicas en prótesis provisional.	35

4.2	Determinar la relación entre la cantidad de relleno y la resistencia flexural de resinas acrílicas y bisacrílicas.	37
4.3	Identificar las condiciones óptimas de cantidad y tipo de relleno para obtener la máxima resistencia a la flexión en resinas acrílicas y bisacrílicas.	38
4.4	Discusión	38
CAPÍTULO V.....		40
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1	Conclusiones.....	40
5.2	Recomendaciones	41
BIBLIOGRAFIA		42
ANEXOS		45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tipos de materiales para provisionales.....	21
Tabla 2.	Variable independiente: Cantidad y tipo de relleno	34
Tabla 3.	Variable dependiente: Resistencia a la flexión.....	34
Tabla 4.	Estadísticos descriptivos por grupos de muestras.....	35
Tabla 5.	Prueba ANOVA.....	36

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Comparativo de resistencia a la flexión por grupo de materiales.....	35
Gráfico 2.	Análisis de comparación por parejas	37

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Diseño de molde.	29
Fotografía 2. Corte láser.	29
Fotografía 3. Molde de acero inoxidable.....	29
Fotografía 4. Resina acrílica.....	30
Fotografía 5. Resinas bisacrílicas	30
Fotografía 6. Vaselina y aplicador para aislamiento.	30
Fotografía 7. Muestras colocadas en las ranuras del molde.	31
Fotografía 8. Muestras de resina acrílica y resinas bisacrílicas.....	31
Fotografía 9. Máquina universal de ensayo.....	32
Fotografía 10. Montaje muestra para ensayo de flexión, grupo Alike.	32
Fotografía 11. Montaje muestra para ensayo de flexión, grupo Structur.	33
Fotografía 12. Montaje muestra para ensayo de flexión, grupo Protemp.....	33

RESUMEN

El presente estudio de investigación tuvo por objetivo analizar la influencia de las fuerzas de flexión en la resistencia de resinas acrílicas y bisacrílicas. Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo un análisis de la resistencia flexural de dos grupos de resinas bisacrílicas y uno de resina acrílica. La metodología empleada se basó en un enfoque mixto cuasiexperimental. Se trabajó con un total de 90 muestras, distribuidas respectivamente en tres grupos: uno de resina acrílica y dos de resina bisacrílica; cada grupo incluyó 30 muestras de los siguientes materiales: Structur 2 de VOCO, Protemp 4 de 3M y Alike de GC. Estas muestras fueron trasladadas al laboratorio de análisis de esfuerzos y vibraciones de la Escuela Politécnica Nacional, donde se sometieron a una prueba de resistencia flexural de tres puntos utilizando una máquina universal de ensayo shimadzu. Esto permitió determinar el punto de fractura total del material y calcular su resistencia en megapascuales, los resultados alcanzados fueron los siguientes: Structur 2 (88.4 MPa), Alike (79.2 MPa) y Protemp 4 (75.73 MPa). En consecuencia, se concluyó que las resinas bisacrílicas, debido a la cantidad y tipo de relleno presente en su composición, exhiben una mayor resistencia a la flexión que las resinas acrílicas; en este estudio, Structur 2, perteneciente al grupo de resinas bisacrílicas, mostró la mayor resistencia. Como recomendación para futuras investigaciones, se sugiere incluir otro grupo de resina acrílica para obtener una comparativa más completa entre resinas acrílicas y bisacrílicas en cuanto a resistencia flexural.

Palabras clave: Resistencia flexural, resinas, bisacrílicas, acrílicas.

ABSTRACT

The present research study aimed to analyze the influence of bending forces on the strength of acrylic and bisacrylic resins. An analysis of the flexural strength of two groups of bisacrylic resins and one group of acrylic resins was carried out to achieve this objective. The methodology used was based on a mixed quasi-experimental approach. A total of 90 samples were worked with, distributed respectively in three groups: one of acrylic resin and two of acrylic resin; each group included 30 samples of the following materials: Structur 2 from VOCO, Protemp 4 from 3M, and Alike from GC. These samples were transferred to the stress and vibration analysis laboratory of the National Polytechnic School, where they were subjected to a three-point flexural strength test using a Shimadzu universal testing machine. This made it possible to determine the total fracture point of the material and calculate its resistance in megapascals; the results achieved were as follows: Structur 2 (88.4 MPa), Alike (79.2 MPa), and Protemp 4 (75.73 MPa). Consequently, it was concluded that bisacrylic resins, due to the amount and type of filler present in their composition, exhibit higher flexural strength than acrylic resins; in this study, Structure 2, belonging to the group of bisacrylic resins, showed the highest strength. As a recommendation for future research, another group of acrylic resins should be included to obtain a complete comparison between acrylic and bisacrylic resins in terms of flexural strength.

Keywords: Flexural strength, resins, bisacrylic, acrylic.



Revised by

Mario N. Salazar

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En este estudio se analiza la propiedad de resistencia flexural de resinas acrílicas y bisacrílicas, considerando la influencia de cantidad y tipo de relleno en su composición. La resina acrílica que se utiliza en odontología surge en 1930, activada químicamente es un material con diversas aplicaciones, empleada en la preparación de piezas dentales artificiales o como base de tratamientos protésicos, convirtiéndose así en un tratamiento que beneficia al paciente de una prótesis fija y funcional. Los materiales de resina bisacrílica fueron introducidos al mercado a finales de los 90's, aplicados para tratamientos de rehabilitación, en especial la elaboración de prótesis provisionales debido a sus características como solidez en el proceso de polimerización, alta estética y fácil manejo. ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

Gracias a que los monómeros brindan las propiedades de cada biomaterial, es que los rellenos provocan un aumento o disminución de estas. Se puede mencionar que mientras aumenta el relleno, la contracción y temperatura exotérmica disminuyen para mejorar la resistencia del material; de la misma forma, la adición excesiva de relleno puede producir la aparición de poros justo después de la polimerización del material. Con la intervención de la nanotecnología, al incorporarse rellenos con distinta forma, tamaño o proporción, se han implementado los nanorrellenos de forma progresiva para aumentar las cualidades de las resinas utilizadas en la confección de prótesis fijas provisionales. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾

Los nanorrellenos tales como fibras de óxidos, metales, vidrio, celulosa y polímeros, han sido utilizados como agregados con la capacidad de modificar de manera específica propiedades mecánicas de las resinas acrílicas y resinas bisacrílicas. Son de gran importancia para la atención odontológica, especialmente al iniciar tratamientos protésicos la selección de un material óptimo durante la fabricación de provisionales se convierte en una decisión compleja, debido a que de la condición del material dependerá mucho el nivel de satisfacción tanto de los pacientes como del profesional, sabiendo que se visualizan como un análisis previo de los futuros resultados del tratamiento a nivel funcional y estético. ⁽⁶⁾⁽⁸⁾

Por consiguiente, dicho estudio es de interés profesional científico puesto que en el análisis de resistencia flexural se evalúa el comportamiento mecánico de estos materiales protésicos temporales, logrando así orientar a los odontólogos hacia la elección de un material apropiado a cada caso clínico. Para llevar a cabo esta investigación, se realiza un estudio in

vitro, longitudinal y comparativo; se busca analizar el efecto que posee la cantidad y tipo de relleno utilizados para la modificación de los materiales y su relación influyente en la oposición a las fuerzas flexurales de resinas acrílicas y bisacrílicas mediante pruebas estandarizadas en una máquina de ensayos universal.

1.1 Planteamiento del problema

Entre los desafíos que presenta el odontólogo está el garantizar calidad y bienestar de la prótesis provisional. Aunque la etapa de uso sea relativamente corta, es esencial que pueda soportar parafunciones, las fuerzas de flexión y el deterioro abrasivo, teniendo como propósito principal mantener la dimensión vertical, proteger el periodonto y evitar la irritación de los muñones, brindando funcionalidad y estética necesarias para el paciente antes de la colocación de una prótesis definitiva. En caso de que el material empleado no cumpla con los estándares óptimos, existe el riesgo de que el mismo sufra fracturas y también en los tejidos dentales, lo que podría exponer a las piezas dentarias a inflamación pulpar y perjudicar al paciente durante la etapa de rehabilitación oral. ⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁹⁾

Ensayos flexurales de tres puntos han sido utilizados en estudios piloto recientes, donde Idrissi et al. 2023 han tomado en cuenta a nivel global los materiales catalogados como más utilizados para la elaboración de provisionales. Sin considerar un resultado clínicamente significativo entre tres materiales se obtienen valores medios; polimetilmetacrilato o PMMA polimerizado en frío (SR Ivocron) 125.90 MPa, PMMA polimerizado en calor (S Ivocron) 140.00 MPa y el compuesto bisacrílico autopolimerizable (Protemp) 133.0 MPa. Un cuarto material demuestra menor resistencia flexural, la resina dimetacrilato de uretano ligeramente polimerizada (Revotek LC) que obtuvo 80.84 MPa. ⁽¹⁰⁾

Los avances tecnológicos favorecen el descubrimiento y desarrollo de novedosos materiales. A nivel de América Latina, en Argentina realizaron un estudio experimental de tipo in vitro con la intención de analizar la resistencia flexiva entre una resina de polimetilmetacrilato y una resina bisacrílica, obteniendo como resultados para la resina bisacrílica (Protemp IV) un valor 83 MPa y para la resina polimetilmetacrilato (Duralay) 69 MPa. Al análisis estadístico empleando el test de student se observó discordancia importante entre ambos grupos $p:0,0004$ ($p<0,05$). En esta investigación los resultados indican que la resina bisacrílica exhibió mayor resistencia flexiva en comparación con la resina acrílica de polimetilmetacrilato. ⁽¹¹⁾

En Ecuador, un estudio realizado por Conde et al. 2018 con la ayuda del ensayo de flexión de un punto tras el termociclado de las muestras, señala que (Protemp IV) perteneciente al grupo de bisacrílicas dispone mayor resistencia flexural oscilando entre 153 MPa y 155.25 MPa, en comparación con la resina acrílica (Alike), cuyos valores se sitúan entre 108 MPa y 114.75 MPa. Mientras que en el 2019 un estudio de Bastidas utilizando el conocido estudio flexural de tres puntos de las muestras, determina que la resina bisacrílica (Protemp IV) presenta una resistencia flexural superior con un valor de 105.35 MPa en contraste con la resina acrílica (Alike) que presentó una resistencia 77.49 MPa. ⁽²⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾

Debido a la escasez de evidencias, se propuso el siguiente estudio con el propósito principal de llevar a cabo una investigación relevante, de semejanza pero a la vez estandarizado acerca de la resistencia flexural entre una resina acrílica y dos resinas bisacrílicas, considerando la posible influencia de variaciones en la cantidad y tipo de relleno presentes, mediante un estudio llevado a cabo mediante el empleo de una máquina de ensayo universal, siguiendo las directrices establecidas por la normativa ISO 4049:2009 vigente sobre materiales dentales.

1.2 Justificación

El objetivo que presenta esta investigación es analizar a través de un estudio in vitro, la resistencia a la fuerza de flexión de las resinas acrílicas y resinas bisacrílicas, las cuales son reconocidas en el ámbito odontológico por su aplicación en la elaboración de prótesis fijas provisionales en el contexto de la rehabilitación oral.

Las resinas de tipo acrílicas han estado en uso durante varias décadas, consideradas las de primera elección. Sin embargo, el incremento tecnológico de los biomateriales dentales implica la aparición de las resinas bisacrílicas con la existencia de algunas ventajas, así como: sencilla manipulación, mejor resistencia, mayor ajuste marginal y equilibrio del color. A pesar de su constante uso los estudios encontrados sobre estos materiales al no ser tan extensos no se consideran del mismo tipo.

Tomando como base el ensayo de un punto realizado por Conde a comparación del ensayo de tres puntos realizado por Bastidas en donde se han encontrado resultados significativos sin determinar un uso estándar del material. Se analiza la importancia de identificar el material con mayor resistencia, una vez identificadas la cantidad y el tipo de relleno que estos contienen, por medio de pruebas mecánicas que ocasionen una flexión considerable

para determinar el comportamiento tanto de la resina acrílica como bisacrílica ante fuerzas que simulen la acción masticatoria.

La investigación hace a los estudiantes y también a los profesionales en odontología los principales beneficiarios con información de datos significativos, que contribuirán a la elección de calidad y longevidad en los tratamientos donde se empleen prótesis provisionales, brindando al paciente una mejor experiencia con una idea clara en donde este visualizando sus expectativas antes de culminar su tratamiento.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar el efecto de la cantidad y tipo de relleno en la resistencia flexural de resinas acrílicas y bisacrílicas.

1.3.2 Objetivos específicos

- Establecer los factores de flexión de resinas acrílica y bisacrílicas en prótesis provisional.
- Determinar la relación entre la cantidad de relleno y la resistencia a la flexión de resinas acrílicas y bisacrílicas.
- Identificar las condiciones óptimas de cantidad y tipo de relleno para obtener la máxima resistencia a la flexión en resinas acrílicas y bisacrílicas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Prótesis fija

Según la Asociación Dental Americana una prótesis fija está destinada a reemplazar piezas dentales que han perdido gran cantidad de su estructura o piezas dentales ausentes con la ayuda de pilares. Se realiza bajo un protocolo de impresiones y modelos de yeso que son enviados al laboratorio para su confección, como un procedimiento que contiene información de la cavidad bucal capaz de reproducirse en un modelo funcional. ⁽¹²⁾

Este modelo debe ser lo más fiel posible con máxima precisión, las piezas dentales que intervienen en el reemplazo unitario o plural deben presentar tres requisitos básicos como el grado de preparación, la terminación cervical y las coronas temporales. Estos principios deben respetar la salud periodontal, con ausencia de inflamación y exudado. Así como el acabado y pulido debe ser liso en lo posible evitando sobre contornos. ⁽¹²⁾

2.2 Prótesis fija provisional

En el proceso de elaboración de un aparato de rehabilitación protésica fija unitaria o plural, se confecciona la prótesis provisional. La Revista de Odontología Protésica conceptualiza al provisional a modo de: “Restauración fija o removible y temporal diseñada por requerimientos estéticos, funcionales, que se usa durante cortos periodos de tiempo y que posteriormente se reemplaza por una prótesis definitiva”. Sustituyen al tejido dentinario mientras dura esta fase de rehabilitación oral, su objetivo principal es conservar la estética y funcionalidad que requiera el tratamiento. ⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾

Se debe tomar en cuenta algunos criterios como la oclusión, si el paciente padece hábitos parafuncionales como bruxismo debido a que las cargas masticatorias son la principal razón que conllevan a que el material sufra fracturas. Lo ideal es que proteja y mejore la salud de los tejidos que componen el periodonto y las piezas dentales preparadas que están involucradas en el tratamiento, actuando como un aislante del entorno bucodental. ⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾

2.2.1 Características

- Preservar la estructura dentaria hasta ser reemplazado por la prótesis definitiva.
- Conservar la oclusión y puntos de contacto, máxima intercuspidación.
- Impedir el desplazamiento de las piezas pilares.

- Correcto sellado marginal, para que no exista acumulo de placa bacteriana.
- Otorgar morfología ideal conforme la ocasión.
- Mantener la vitalidad pulpar y salud periodontal.

2.2.2 Materiales para provisionales

La selección del material apropiado va a depender de la capacidad de cumplir con requerimientos esenciales tanto anatómicos como estéticos y a su vez funcionales, de manera que se logre brindar una visión anticipada de la futura prótesis fija definitiva. Las resinas acrílicas al igual que las resinas bisacrílicas, al estar compuestas principalmente por macromoléculas, se utilizan para elaborar provisionales. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾

Las macromoléculas o polímeros se obtienen como resultado de la polimerización que es policondensación o poliadición de pequeñas moléculas consideradas reactivas, conocidas como monómeros. La asociación de estos polímeros con uno o varios materiales orgánicos o inorgánicos crean una amplia diversidad de biomateriales con múltiples propiedades, adecuadas para ser aplicadas en odontología. ⁽²⁰⁾

Con base en estructura química, propiedades de polimerización y manipulación se tiene 2 grupos:

- Sistema polvo/liquido: basado en polimetacrilato (PMNA), metilmetacrilato (MMA), metacrilatos con un mayor peso molecular como el polietilmetacrilato (PEMA), metacrilato de isobutilo. Todos estos compatibles con resinas acrílicas. ⁽²⁰⁾
- Sistema pasta/pasta: basado en resinas bisacrílicas. ⁽²⁰⁾

Burns, 2003 describió a los siguientes tipos de materiales utilizados para provisionales.

Tabla 1. Tipos de materiales para provisionales

Material	Nombre Comercial	Marca del Fabricante
Polimetilmetacrilato	Alike	GC American Alsip III
	Novacryl	New Stetic
	Coldpac	Motloid, Chicago III
	Jet	Lang Dental, Wheeling
	Unifast	GC American Alsip III
	Temporary bridge resin	LD Caulk Milford Del

Polimetilmetacrilato	Splintline	Lang Dental Wheeling III
Vinyletilmetacrilato	Snap Trim II	Parkell Farmington NY. Skokie III.
Butil-metacrilato	Temp plus	Ellman Int Hewlett NY
Bis-GMA y Dimetacrilato	Protemp Structure Acrytemp	3M ESPE VOCO Zhermack

2.3 Resinas acrílicas

Los materiales acrílicos han sido utilizados durante varias décadas en la fabricación de provisionales. Se trata de una resina artificial con una composición química derivada del ácido acrílico, similar a la resina o polimetilmetacrilato. Normalmente se encuentran a manera de polvo y líquido. Estos materiales son ampliamente utilizados para reemplazar de manera unitaria o plural las piezas dentales, ya que mantienen una buena relación con la cavidad oral. Poseen propiedades significativas, una estética aceptable y un bajo costo, lo que resulta conveniente para la economía del paciente. ⁽²⁾⁽¹⁸⁾

El polimetilmetacrilato contemplado en la elaboración de prótesis fijas provisionales, se considera un material que combina una parte orgánica compuesta de polímero de metacrilato y una parte inorgánica compuesta de silicato de bario que otorga un aspecto tipo vidriado al finalizar la polimerización. Disponible en el mercado con la presentación de bloque o discos para su fresado mediante técnica de CAD/CAM, se logran polimerizar mediante la ayuda de catalizadores como el peróxido de benzoilo. En sus propiedades presenta una reacción exotérmica elevada. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁹⁾⁽²¹⁾

2.3.1 Alike

Resina acrílica autocurable para prótesis temporales unitarias o plurales, de fácil colocación manteniendo un sellado hermético en los dientes pilares hasta que se complete el proceso de la restauración final.

Características

- Tiempo de trabajo: de 1 a 2 minutos.
- Tiempo de polimerización: de 5 a 6 minutos.
- Material: Acrílico dental.

- Tipo de polimerización: Autocurado.
- Variedad de tonos coinciden según la edad de los pacientes.
- Proporciona márgenes precisos y ajustados.
- Resiste la fractura.
- Fácil y conveniente de usar.

2.4 Resinas bisacrílicas

El bisacrílico también llamado bisacrilato es en la actualidad el material más utilizado por presentar mejor aspecto, de fácil manipulación y con características similares a la resina compuesta. Presenta en su matriz orgánica Bis GMA o UDMA que, se complementa con TEGDMA el cual es un buen diluyente esencial para la polimerización y una matriz inorgánica de cuarzo, zirconita y silicato de aluminio los cuales brindan resistencia a las fracturas. Dentro de sus propiedades la reacción exotérmica es baja. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁹⁾

Hechas a base de resinas con nanopartículas multifuncionales, contienen rellenos de vidrio o sílice en un 40 % que se pueden encontrar activos y funcionan como agentes de unión. Su presentación está disponible en cartuchos auto mezclables proporcionados. Presenta una baja contracción en su polimerización con la finalidad de permitir modificaciones mediante la incorporación de composite fluido, en este grupo se encuentran Protemp IV de 3M y Structur 2 de VOCO. ⁽²⁰⁾⁽²²⁾

2.4.1 Structur 2

Resina bisacrílica de autocurado utilizada para la fabricación de prótesis provisionales unitarias o plurales de carácter estético.

Características

- Elaboración simple y rápida.
- Endurecimiento en la boca menor a 1 minuto.
- Manipulación simple, bajo desperdicio de material.
- Presentación en 7 colores para proporcionar una estética natural.
- Provisionales de mayor duración.
- Elevado equilibrio del color y forma.
- Fluorescencia natural.

2.4.2 Protemp IV

Resina bisacrílica para temporización, es punto de referencia en resistencia y estética. Indicado para elaborar provisionales de prótesis fijas unitarias o plurales, inlays, onlays, carillas.

Características

- Resistencia a la fractura.
- Rápido autocurado intraoral.
- Tiempo total de autocurado: 5 minutos.
- No requiere pulido ni barniz debido a que otorga una superficie lisa y brillante.
- Provee fuerza y estética por su alta tecnología de relleno.
- Fácil remoción de la placa dental promoviendo una correcta salud gingival.

2.5 Propiedades de los materiales

La resistencia a las cargas funcionales y las fuerzas físicas son factores críticos para considerar al seleccionar el material para prótesis provisional en entornos clínicos. Se evalúan las cualidades mecánicas de un elemento para describir cómo responderá ante esfuerzos físicos. Estas fuerzas se generan como resultado de las propiedades físicas propias a cada material, mismas que se determinan mediante una sucesión de pruebas mecánicas estandarizadas, llevadas a cabo con el uso de una máquina de ensayos universal. ⁽⁷⁾⁽¹⁸⁾

2.6 Resistencia flexural

La propiedad mecánica conocida como módulo de fractura que muestra la resistencia que presenta un material cuando es doblado por medio de una fuerza aplicada en la mitad, mientras los extremos se apoyan en soportes que distribuyen de manera equitativa la fuerza ejercida. Esta propiedad determina cuánto puede deformarse el material y el esfuerzo límite que puede soportar sin agrietarse o romperse. El aumento de la resistencia flexiva en los biomateriales odontológicos logra una mayor durabilidad en las prótesis fijas provisionales, ya que al resistir una carga masticatoria más alta, se reduce la probabilidad de rotura. ⁽²⁾⁽⁷⁾

Los ensayos de resistencia flexural tienen la capacidad de expresar la naturalidad dinámica de las fuerzas presentes durante el acto de masticatorio. Durante estos procesos, se generan diversos efectos sobre las prótesis fijas, tales como compresión, tracción y fuerzas de cizallamiento. ⁽⁷⁾⁽²³⁾

2.7 Rellenos

Los monómeros brindan características al material, además de la elección de estos la cantidad y tipo de relleno influyen en las propiedades mecánicas, lo que puede hacer que estas propiedades aumenten o disminuyan. Por ejemplo, incrementar el relleno reduce la contracción y reacción exotérmica, al tiempo que aumenta la fortaleza del material. Del mismo modo, incorporar una cantidad exagerada de relleno puede ocasionar la formación de porosidades una vez que el material ha sido polimerizado. Por lo tanto, es necesario tener precaución al agregar relleno. En la actualidad, se encuentran materiales con el relleno ya añadido por el fabricante, lo que facilita su uso. ⁽⁵⁾⁽⁷⁾⁽²⁴⁾

2.7.1 Tipos de relleno

Los nanorrellenos, tales como fibras de polietileno, óxidos, metales, vidrio, celulosa y polímeros, están disponibles como agregados que pueden alterar las cualidades mecánicas de las resinas acrílicas y bisacrílicas. En la atención odontológica, la selección de un material óptimo para la fabricación de un provisional constituye un dictamen de considerable importancia durante la realización de tratamientos protésicos. La calidad del material elegido influye directamente en la satisfacción tanto de los pacientes como del profesional. Es crucial tener en cuenta que los provisionales se emplean para prever y evaluar los resultados de futuros tratamientos, tanto desde una perspectiva funcional como estética. ⁽⁶⁾⁽⁷⁾

2.8 Técnicas para elaboración de provisionales

Dentro de los métodos para elaborar un provisorio en prótesis fija se tienen 3 tipos.

2.8.1 Técnica directa

Esta técnica se efectúa en la misma consulta una vez se ha realizado la preparación del diente, o sea, dentro de la boca de la persona tratada.

- Técnica del bloque de acrílico: Consiste en confeccionar un bloque con aspecto de pelota utilizando el material provisional. Durante la fase elástica, el paciente debe ocluir y luego, tras la etapa rígida, se procede con el pulido y brillo para lograr un ajuste correcto del material. Este método ahorra tiempo de trabajo y es recomendado para odontólogos más experimentados. Es importante tener en cuenta ciertos criterios morfológicos que deben cumplirse. ⁽¹⁾⁽²⁵⁾

- Técnica de la matriz de silicona: hacer una matriz con pasta de adición o condensación del órgano dental que se va a tratar previo a su fase de tallado, se debe poner en la matriz el acrílico y se ingresa en boca para obtener el provisional, se procede a retirar de la boca del paciente en la fase rígida quitando excesos de material y conservando el respectivo contorno dental. ⁽¹⁾⁽²⁵⁾
- Técnica cáscara de huevo (Egg Shell): ocupa una impresión de la arcada del paciente como base, luego de las preparaciones se lleva la llave de silicona dentro de la boca del paciente y se rellena con resina acrílica de autocurado para la elaboración del diente provisional, una vez haya polimerizado se coloca en la boca del paciente para realizar los ajustes necesarios previos a su cementación, Los excesos se eliminan utilizando un fresón para acrílico y se realiza un pulido meticuloso. ⁽²⁵⁾

2.8.2 Técnica indirecta

Estas prótesis provisionales son confeccionadas por el laboratorio, y el ajuste realizado por el operador es mínimo. Se fabrican de manera extraoral, sobre un modelo elaborado con yeso de endurecimiento rápido. Este método implica más pasos, por lo que requiere una cita con un tiempo de trabajo más prolongado.

- Técnica de la corona acrílica de termopolimerización: se toma impresión de las arcadas para obtener un vaciado en yeso de la impresión donde realizan un encerado diagnóstico para enviar al laboratorio, se toma una impresión al encerado obteniendo duplicado del modelo mientras en la consulta se hacen las preparaciones tomando impresión y posterior vaciado en yeso. En el laboratorio, se carga la matriz elaborada con resinas polimerizables por calor sobre el modelo de las preparaciones. Luego, se coloca la matriz sobre el modelo y se asegura con ligas de goma. Posteriormente, el modelo se coloca en un envase a presión con agua caliente a aproximadamente 55°C, y se deja terminar la polimerización en el transcurso de unos 10 minutos. Una vez completada la polimerización, se retira la matriz del modelo de yeso, eliminando los sobrantes, y se procede con la adaptación en boca. ⁽²⁵⁾

2.8.3 Técnica híbrida

Se lleva a cabo una colaboración entre el operador y el laboratorio dental para la realización de la prótesis provisional.

- Técnica de estampado de acetato: con la ayuda de una matriz de acetato se realiza la impresión utilizando pasta siliconada de adición debido a que mantiene su estabilidad, se obtiene el modelo adecuado para enviar al laboratorio, esta técnica está indicada para prótesis unitarias o plurales en donde la reacción exotérmica es difícil de controlar en boca. Entre sus ventajas ayuda a que la pulpa dental no se exponga a la reacción de polimerización exotérmica evitando así lesiones pulpares, otra de sus ventajas es que al usar este procedimiento existe una buena adaptación marginal, mejor acabado y pulido, siempre tomando en cuenta los puntos de contacto proximales e interoclusales de la cavidad oral del paciente. ⁽²⁵⁾

2.8.4 Técnica de pulido

El acabado y pulido es muy importante realizar en todo trabajo de resina acrílica antes de ser colocados en la cavidad oral. Disminuir la superficie rugosa del provisional reduce el acúmulo de restos de comida y bacterias, con superficies más lisas se garantiza una mejor higiene y se disminuye las infecciones. Asimismo, la adherencia de la *Candida Albicans* es menor en superficies pulidas y aumenta en superficies rugosas. ⁽²³⁾

Para obtener un área pulida y brillante, se utiliza de copas de caucho erosivas a baja velocidad, puliendo gradualmente desde la más erosiva hasta la menos erosiva. Posteriormente, se utiliza piedra pómez, misma que realiza una mezcla homogénea con la incorporación de agua en un vaso de goma. Se impregna esta mezcla en una rueda de fieltro, se coloca en el micromotor y se presiona sobre la prótesis provisional hasta que la superficie quede lisa. Una vez finalizado este proceso, se limpia la prótesis con abundante agua, se seca y se aplica un material pulidor, como tiza croma o blanco España, utilizando una rueda de gamuza o lana para lograr un mayor brillo. ⁽⁷⁾⁽²⁴⁾

CAPÍTULO III

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación

- Experimental in vitro: Ejecutada en un entorno artificial por parte del investigador.
- Transversal: Se desarrolla en un corto tiempo.
- Descriptivo: Se describe cada uno de los resultados obtenidos de los 2 grupos de resinas bis acrílicas y del 1 grupo de resina acrílica.
- Comparativo: Se contrasta los 2 grupos de resinas bis acrílicas y el 1 grupo de resina acrílica para evaluar cual es la que presenta mayor resistencia a la flexión.

3.2 Población de estudio

Se conforma con 90 muestras de resina acrílica y bis acrílica divididos en 3 grupos con el fin de tener la efectividad del estudio de investigación.

Un grupo de resina acrílica, categorizada como M23.133.01 - M23.133.30 Grupo ALIKE y dos grupos de resina bis acrílica, categorizados como M23.133.31 - M23.133.60 Grupo STRUCTUR y M23.133.61 - M23.133.90 Grupo PROTEMP.

3.3 Criterios de selección

- Muestras que cumplieron con especificaciones de las normas de estandarización internacional ISO 4049 “Materiales restauradores basados en polímeros”.
- Muestras de resina acrílica de autocurado y bisacrílica de 25 mm de largo x 2 mm de ancho x 2 mm de profundidad.
- Muestras pulidas adecuadamente.

3.4 Entorno

Escuela Politécnica Nacional: Laboratorio de Análisis de Esfuerzos y Vibraciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

3.5 Técnica e Instrumento

La técnica usada será experimental, ya que se trabajará con dos grupos de muestras de resinas bis acrílicas y un grupo de resina acrílica. Estas serán probadas en una máquina universal de ensayo de tres puntos que evaluará la resistencia a la flexión.

3.6 Análisis estadístico

Mediante la prueba ANOVA, para concluir si existen diferencias consideradas significativas entre varias poblaciones o grupos de estudio; acompañado de una prueba T de Student para investigaciones odontológicas en la cual se trabaja con una hipótesis nula y una alterna. ⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾

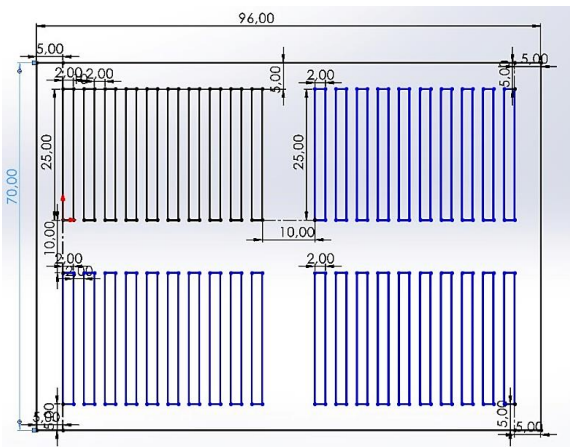
3.7 Intervenciones

Fase 1. Gestión administrativa

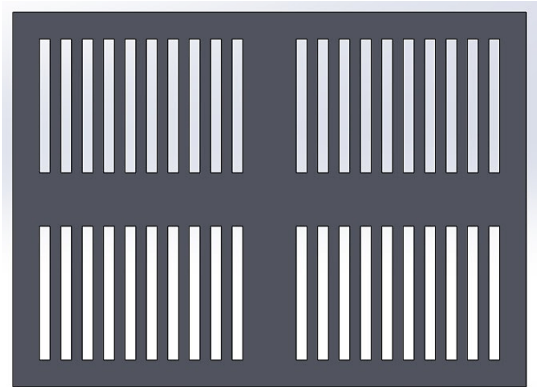
Mediante un oficio elaborado por la Facultad de Ciencias de la Salud UNACH dirigido al jefe del departamento de Ingeniería Mecánica de la EPN, se solicita uso del laboratorio de análisis de esfuerzos y vibraciones. Una vez obtenida la autorización se realizó el pago del ensayo coordinando las pruebas de resistencia flexural de las muestras de resinas tanto acrílica como bisacrílicas mediante el uso de una maquina universal de ensayo para la obtención del respectivo informe con los resultados. (Anexo 1, 2 y 3).

Fase 2. Elaboración de muestras de resina

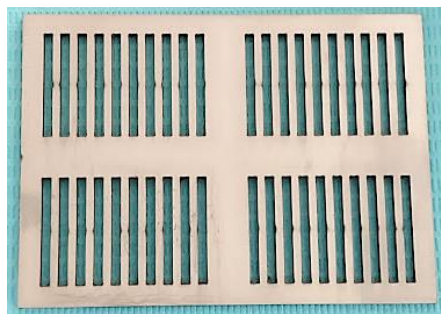
- **Elaboración de molde de acero inoxidable**



Fotografía 1. Diseño de molde.



Fotografía 2. Corte láser.



Fotografía 3. Molde de acero inoxidable

El molde de acero inoxidable se realizó con un corte láser preciso, de forma rectangular con 40 hendiduras separadas en 4 grupos de 10; cada hendidura de 25 mm de largo, 2 mm de ancho y 2 mm de profundidad, según la especificación ADA número 27.

- **Elaboración de muestras**

Se adquirió resina acrílica “Alike” y resinas bis acrílicas “Structur” y “Protemp”.

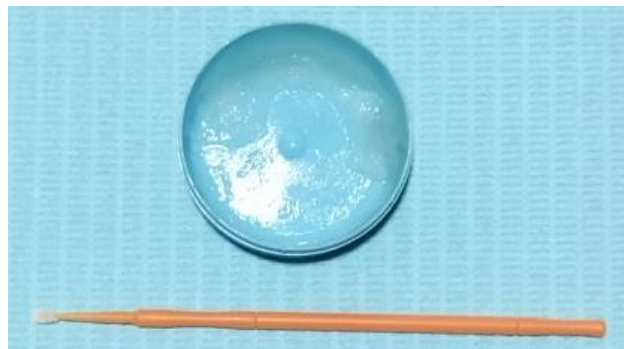


Fotografía 4. Resina acrílica



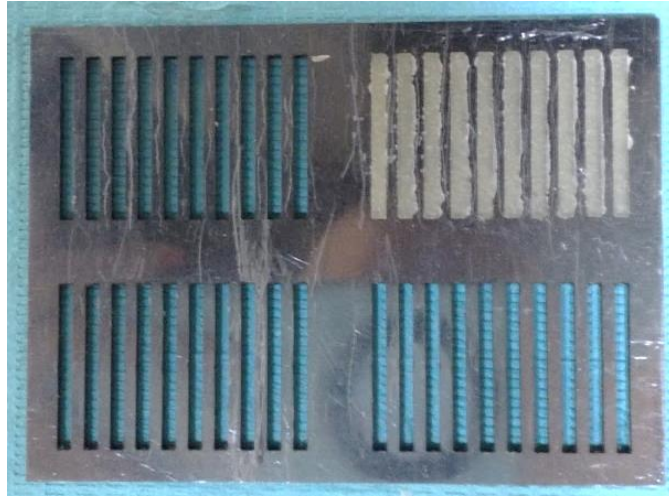
Fotografía 5. Resinas bisacrílicas

Una vez adquiridos los materiales; con la ayuda de vaselina y un aplicador grueso se realizó el aislamiento del molde de acero inoxidable y la loseta de vidrio.



Fotografía 6. Vaselina y aplicador para aislamiento.

Primero se realizaron las muestras de resina acrílica, para esto se mezcla como indica el fabricante tres porciones de polvo (polímero) para una porción de líquido (monómero) y se coloca durante su fase filamentosa en el molde cubriendo las ranuras. Después se realizaron las muestras de las resinas bisacrílicas, en donde se mezclan con la ayuda de las puntas dispensadores indicadas en cada marca comercial, colocando en las ranuras para obtener las muestras.



Fotografía 7. Muestras colocadas en las ranuras del molde.

Al completarse la polimerización de la resina tanto acrílica como bisacrílica se procedió a retirar de las ranuras y se colocó en grupos las muestras para ser llevadas al laboratorio.



Fotografía 8. Muestras de resina acrílica y resinas bisacrílicas

Fase 3. Resistencia a la flexión

Las 90 muestras correspondientes: 30 de resina acrílica Alike, 30 de resina bisacrílica Structur y 30 de resina bisacrílica Protemp. Se llevaron al laboratorio en la Escuela Politécnica Nacional en donde se sometieron mediante la maquina universal de ensayo a una prueba de resistencia flexural de 3 puntos.



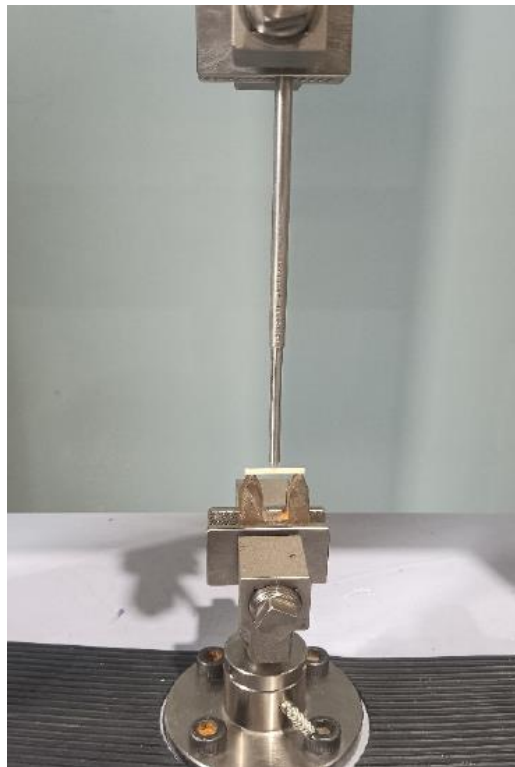
Fotografía 9. Máquina universal de ensayo



Fotografía 10. Montaje muestra para ensayo de flexión, grupo Alike.



Fotografía 11. Montaje muestra para ensayo de flexión, grupo Structur.



Fotografía 12. Montaje muestra para ensayo de flexión, grupo Protemp.

Fase 4. Cálculo de la resistencia flexural

Se calcula la resistencia a la flexión δ (MPa [N/mm^2]), utilizando la fórmula:

$$\delta = 3Fl / 2bh^2 \text{ [N mm / mm mm}^2\text{]}$$

Donde:

- δ = Resistencia flexural
- F= Fuerza en Newtons
- l = Distancia entre apoyos
- b = longitud
- h = altura

Operacionalización de las variables

Tabla 2. Variable independiente: Cantidad y tipo de relleno

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Los rellenos son los encargados de brindar propiedades a los materiales, haciendo que aumente o disminuya su resistencia.	Altera las propiedades mecánicas. Influye en la polimerización del material.	Tipo de relleno Tiempo de polimerización	Observación	Lista de cotejo (Bitácora de laboratorio)

Tabla 3. Variable dependiente: Resistencia a la flexión.

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Se realiza una prueba de flexión de tres puntos, se aplica la carga en N que soporta cada muestra hasta el punto de fractura.	Carga máxima registrada	Nivel de resistencia flexural (N) Valor de resistencia	Observación	Lista de cotejo (Bitácora de laboratorio)

CAPÍTULO IV

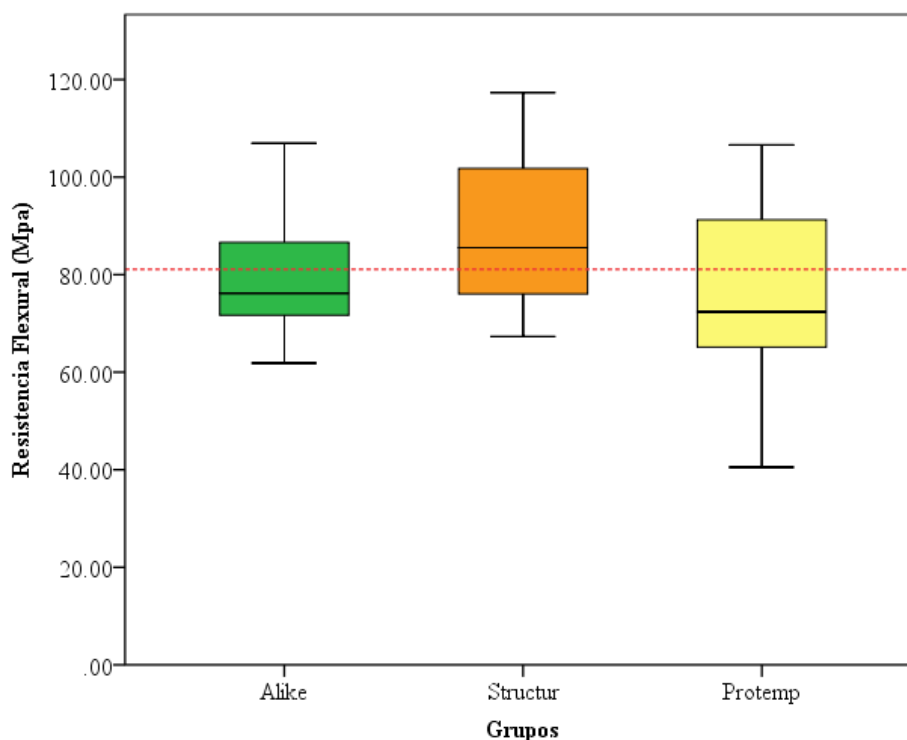
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Flexión de resinas acrílica y bisacrílicas en prótesis provisional.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos por grupos de muestras

Grupos	Resistencia flexural (MPa)				
	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Alike	79.2	76.16	61.88	106.95	11.04
Structur	88.4	85.52	67.31	117.34	14.13
Protemp	75.73	72.39	40.5	106.61	16.43

Gráfico 1. Comparativo de resistencia a la flexión por grupo de materiales



Análisis:

Al análisis de los valores tendencia central de resistencia a las fuerzas de flexión entre los grupos (Alike, Structur, Protemp), se observan algunas diferencias; en primer lugar, Structur exhibe consistentemente los valores más altos tanto en términos de media (88.4 MPa) como de mediana (85.52 MPa), lo que sugiere que este grupo tiende a tener una resistencia flexural más alta en comparación con Alike y Protemp. Además, Structur también presenta el rango más amplio (67.31 MPa a 117.34 MPa), lo que indica una mayor variabilidad en los datos

en este grupo. Por otro lado, Alike y Protemp muestran valores de resistencia flexural ligeramente más bajos, con Protemp mostrando la menor resistencia media (75.73 MPa) y la mayor dispersión de datos, evidenciada por su desviación estándar más alta (16.43). Los resultados sugieren que Structur puede ser el grupo más confiable en términos de resistencia flexural, mientras que Protemp exhibe una mayor variabilidad en sus resultados. Alike cae en algún punto intermedio entre estos dos grupos en términos de resistencia.

Análisis de significancia:

- **Hipótesis**

H₀ = No se encuentran diferencias significativas entre los valores de resistencia flexural de las resinas acrílicas y bisacrílicas

IC = 95%

Error = 5%

Decisión = Si $p < 0.05$ rechaza H₀

Tabla 5. Prueba ANOVA

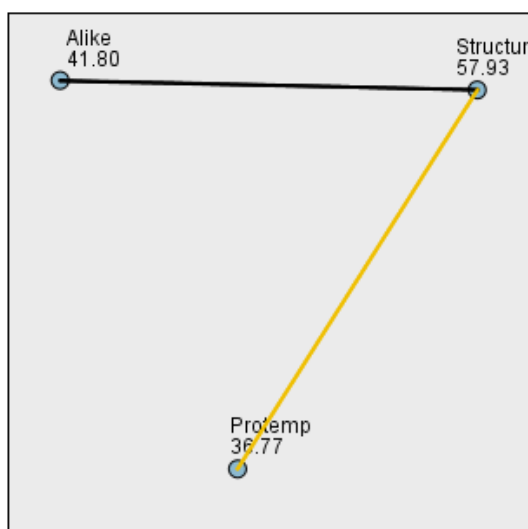
RFMpa	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2571.551	2	1285.776	6.52	0.002
Dentro de grupos	17156.371	87	197.2		
Total	19727.922	89			

Conclusión:

Dado que el valor $p = 0.002$ y es menor que 0.05, se descarta la posibilidad de una hipótesis nula y se concuerda que hay diferencias entre al menos uno de los grupos en relación con la resistencia flexural. En otras palabras, al menos uno de los grupos tiene una resistencia flexural media diferente de los otros grupos.

Gráfico 2. Análisis de comparación por parejas

Comparaciones por parejas de Grupos



Cada nodo muestra el rango promedio de muestra de Grupos.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust.
Protemp-Alike	5.033	6.745	.746	.456	1.000
Protemp-Structur	21.167	6.745	3.138	.002	.005
Alike-Structur	-16.133	6.745	-2.392	.017	.050

Cada fila prueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la muestra 1 y la muestra 2 son iguales. Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es .05.

4.2 Determinar la relación entre la cantidad de relleno y la resistencia flexural de resinas acrílicas y bisacrílicas.

Con respecto a las resinas acrílicas; el polímero de Alike está compuesto por poli (metacrilato de metilo) también llamado polimetilmetacrilato (2,5mg < 5%) acompañado de ftalato de dibutilo (2,5mg < 5%) y peróxido de benzoilo (0,5mg < 1%) encargados de mejorar la resistencia del material así como de iniciar la reacción de polimerización. El monómero está compuesto por metacrilato de metilo (75ml < 100%), metanol (5ml < 10%) y dimetacrilato (1ml < 2,5%) este último como agente reticulante incorporado en el crecimiento de la cadena polimérica de manera que promueve enlaces covalentes fuertes con un aumento en la resistencia flexural.

En cambio, a las resinas bisacrílicas al presentarse libres de metilmetacrilato incorporan rellenos que facilitan su manipulación y mejoran su resistencia. Structur y Protemp con formula química de éster de ácido metacrílico (bis-GMA) menciona cualidades semejantes a los materiales para obturación.

4.3 Identificar las condiciones óptimas de cantidad y tipo de relleno para obtener la máxima resistencia a la flexión en resinas acrílicas y bisacrílicas.

La resina acrílica al ser utilizada debe cumplir con su composición básica de metilmetacrilato o metacrilato de metilo e hidroquinona (0,006%), considerando a la hidroquinona un inhibidor de polimerización que no garantiza su estabilidad. Cuando el monómero se mezcla con el polímero, tiene la función de disolver parcialmente el polímero y formar una masa plástica a moldear. El uso de un agente reticulante como el dimetacrilato de etilenglicol (EGDMA), a una concentración del 1 al 2% en volumen para el crecimiento en cadena aumenta la posibilidad de mayor resistencia flexural.

4.4 Discusión

Los resultados obtenidos por Bastidas en 2019 evidenciaron que la resina acrílica denominada Alike poseía una resistencia a las fuerzas flexivas de 77.49 MPa. Este patrón similar se confirma en la presente investigación, donde Alike exhibe un valor de resistencia flexural de 79.2 MPa. La metodología empleada en este estudio guarda similitud con la que fue manejada por Bastidas, ya que las muestras se han desarrollado siguiendo la especificación número 27 proporcionada por la Asociación Dental Americana (ADA). Dicha especificación establece medidas estandarizadas de 25 mm de largo, 2 mm de ancho y 2 mm de profundidad para los ensayos de flexión de 3 puntos. Por consiguiente, se puede inferir la relación entre los valores obtenidos en ambas investigaciones.

En 2023, Rodríguez realizó un análisis de cualidades con respecto a la flexión de Protemp IV caracterizada como resina tipo bisacrílica, obteniendo 82.22 MPa; este material se sometió a pruebas utilizando la máquina universal de ensayos de 3 puntos, conforme a las normas ISO 4049 acerca de los materiales restauradores basados en polímeros. Las muestras utilizadas en dicho estudio son similares a las del presente trabajo de investigación, en el cual se evidencio que Protemp IV registró un valor de 75.73 MPa.

A pesar de la coincidencia en los resultados de ensayos recientes, se han encontrado estudios previos sobre Protemp IV que incluyen además de ensayos de flexión ensayos de

compresión. Algunos autores sugieren que para llevar a cabo estos ensayos en conjunto se considera necesario aplicar una fuerza constante. Bastidas, en 2019, empleó una fuerza de 10 N en su ensayo y obtuvo resultados que indican a Protemp IV como presentaba una resistencia a la flexión de 105.35 MPa, de igual manera Saisadan et al. en 2016, obtuvo un promedio de 132.37 MPa con el uso de la misma fuerza constante, cifra que difiere significativamente de la media obtenida en esta investigación tomando en cuenta que las muestras se rigen a la misma especificación 27 de la ADA. Esto se debe a que en este estudio encaminado netamente en flexión se registró un rango que oscila entre 10.80 N y 28.43 N de fuerzas aplicadas a las muestras para su análisis de resistencia.

En comparación con otras resinas bisacrílicas, se ha observado que Structur 2 exhibe la mayor resistencia a las fuerzas flexivas. Este patrón se ha corroborado en el presente estudio, donde se registró un valor de 88.4 MPa, demostrando una mayor resistencia flexural en comparación con los demás materiales evaluados. Estos resultados posicionan a Structur 2 como una opción destacada para la práctica clínica.

Este hallazgo contrasta con el estudio realizado por Bacchi en 2012, donde Structur 2 mostró un valor de 112.6 MPa. La disparidad en los resultados puede atribuirse al método de ensayo empleado. Bacchi aplicó una fuerza continua de 10 N, mientras que en las muestras evaluadas en el presente estudio se registraron fuerzas máximas que oscilan entre 17.95 y 31.29 N. De manera similar, Fernandes, en 2017, obtuvo resultados de 22.05 ± 5.71 MPa en su estudio. La discrepancia en los valores puede atribuirse al tamaño de las muestras utilizadas, que en su caso fueron de dimensiones diferentes (10 mm x 2 mm x 1 mm), así como al almacenamiento en agua destilada a 37°C durante 24 horas antes del ensayo

Gujjari et al. 2013 y Christiani et al. 2019 coinciden en que las resinas bisacrílicas manifiestan mejores propiedades de resistencia flexural que las resinas acrílicas compuestas a base de polimetilmetacrilato. Tras llevar a cabo pruebas de laboratorio similares, se observa que "Structur" siendo una resina de carácter bisacrílica al igual que "Protemp IV", exhibe de manera notable una mayor resistencia a la flexión en comparación con "Alike" que es una resina de tipo acrílica. Estas diferencias en la resistencia a la flexión entre el polimetilmetacrilato y el bisacrílico se atribuyen a los monómeros multifuncionales que aumentan la resistencia, así como a los rellenos inorgánicos adicionales en los compuestos que mejoran las propiedades mecánicas de los llamados biomateriales dentales.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Basados en este estudio, se concluye que uno de los factores determinantes en la flexión de las resinas acrílicas es la presencia de polimetilmetacrilato en su composición. Para su preparación, es necesario medir con precisión monómero y polímero, aguardando hasta que alcance la fase filamentosa previo a su colocación en un molde. Las resinas bisacrílicas carecen de polimetilmetacrilato en su formulación y se presentan en cartuchos; con la ayuda de una pistola específica y puntas mezcladoras, se facilita su introducción en el molde.

Las resinas bisacrílicas estudiadas, denominadas "Structur" y "Protemp," son materiales exentos de PMMA y se caracterizan por presentar partículas de menor tamaño en su composición de relleno. Además de ello, contienen aminas, terpenos, peróxido de benzoilo, BHT, y una base química compuesta por éster de ácido metacrílico (bis-GMA, UDMA y EGDMA). La resina acrílica "Alike," cuyo relleno consiste en partículas de mayor tamaño, contiene un porcentaje más elevado de PMMA, acompañado de ftalato de dibutilo y peróxido de benzoilo; el monómero está compuesto por metacrilato de metilo, metanol y dimetacrilato. Sometidas a pruebas de resistencia flexural, "Structur" exhibió una resistencia superior en comparación con "Alike" y "Protemp" respectivamente. Se concluye así que la resistencia a la flexión del bisacrílico supera la del polimetilmetacrilato.

Para concluir, es válido afirmar que las resinas bisacrílicas exhiben una mayor resistencia a la flexión. Este fenómeno se atribuye a la presencia de un agente reticulante, como el dimetacrilato de etilenglicol (EGDMA), presente en su composición de relleno en una concentración del 1 al 2%. Este agente forma cadenas estables que incrementan la resistencia del material. Por otro lado, las resinas acrílicas presentan un relleno compuesto principalmente por metilmetacrilato e hidroquinona 0,006%. La presencia de hidroquinona, considerada un inhibidor de la polimerización, no garantiza la estabilidad del material frente a fuerzas flexivas.

5.2 Recomendaciones

Para la preparación adecuada de la resina acrílica “Alike”, se recomienda el uso de una balanza digital debidamente calibrada, conforme a las especificaciones detalladas en su ficha técnica, a fin de medir con precisión tanto el polímero como el monómero. Es crucial que, al colocar el material en el molde, se encuentre en una fase filamentosa y sea posteriormente aplanada con la ayuda de dos losetas. Se sugiere emplear una prensa para este propósito, dado que la manipulación manual puede ocasionar inestabilidad y resultar en defectos en las muestras. De la misma manera, es imperativo disponer de las pistolas adecuadas para cada cartucho de resina bisacrílica, dado que no todas son iguales en su diseño y requerimientos de aplicación.

Para la confección de prótesis fijas provisionales, se sugiere el uso de resinas bisacrílicas, las cuales destacan por ser materiales exentos de polimetilmetacrilato y caracterizarse por la presencia de partículas de menor tamaño en su composición de relleno. Esta característica contribuye a una mayor resistencia frente a las fuerzas de flexión.

Al momento de seleccionar una resina acrílica o bisacrílica para la elaboración de una prótesis dental provisional, es crucial considerar tanto el tipo de relleno de la resina como las características de la rehabilitación. Dicha consideración se fundamenta en la variabilidad de las fuerzas masticatorias ejercidas por las diferentes piezas dentales. Por consiguiente, se sugiere emplear resinas bisacrílicas en aquellas piezas dentales que están sujetas a mayores fuerzas durante el proceso de masticación, mientras que las resinas acrílicas son más apropiadas para las piezas que experimentan cargas masticatorias menores.

BIBLIOGRAFIA

1. Zuñiga Paguay YM. Resistencia de las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato vs bis-acrílicas de autocurado a fuerzas de compresión. 2019;
2. Bastidas Espinosa MA. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y estabilidad del color entre una resina acrílica de autocurado y una resina bis-acrílica. Estudio in vitro. Universidad Central del Ecuador. 2019.
3. Torres Loaiza D del C, Zambrano Bonilla MC. Estabilidad del color de materiales provisionales en prótesis fija. Estudio in vitro entre resina acrílica y bis-acrílica. Rev Conrado. 2018;14(62):111–6.
4. Vaidyanathan T, Vaidyanathan J, Manasse M. Analysis of stress relaxation in temporization materials in dentistry. Dent Mater [Internet]. 2014;31(3):e55–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2014.11.004>
5. Gujjari AK, Bhatnagar VM, Basavaraju RM. Color stability and flexural strength of poly (methyl methacrylate) and bis-acrylic composite based provisional crown and bridge auto-polymerizing resins exposed to beverages and food dye: An in vitro study. Indian J Dent Res. 2013;24(2):172–7.
6. Aldegheshem A, Aldeeb M, Al-Ahdal K, Helmi M, Alsagob EI. Influence of reinforcing agents on the mechanical properties of denture base resin: A systematic review. Polymers (Basel). 2021;13(3083):1–12.
7. Escobar Sanchez KV. Estabilidad del color de materiales provisionales en prótesis fija. Estudio comparativo in vitro entre resina acrílica y bis-acrílica. 2016;1–57. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5675/1/T-UCE-0015-238.pdf>
8. Conde Ramón G, Carrión Bustamante I, Ubilla Mazzini W, Palacios Gallegos L. Resistencia flexural de acrílicos de autocurado usados para provisionales en prostodoncia. Rev Cient Univ Odontol Dominic. 2018;6(1):3–10.
9. Peguero W, Cepeda A. Evaluación de la estabilidad del color, resistencia a la flexión y la compresión de materiales provisionales a base de bisacrilato utilizados en prótesis fija. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. 2016.

10. Idrissi H Al, Annamma LM, Sharaf D, Jaghsi A Al, Abutayyem H. Comparative Evaluation of Flexural Strength of Four Different Types of Provisional Restoration Materials: An In Vitro Pilot Study. *Children*. 2023;10(2):11.
11. Christiani J, Devecchi J, Rocha M. Estudio comparativo in vitro de la resistencia flexural de resinas para restauraciones provisionarias. *RODYB*. 2019;8(1):28–32.
12. Mesquita V, Vasques de Franca Landim E, Gregório de Morais M, Fialho Capibaribe Neto N, Yanne de Souza Bitu P, Lopes Lima M. Moldagem de Trabalho em Prótese Fixa. *Rev Nac Odontol* [Internet]. 2019;15(28):1–13. Available from: <https://doi.org/10.16925/2357-4607.2019.01.09>
13. Echeverría J, Franco S, Fuentes V, Garrido D, Gómez J, Ibañez N, et al. Técnicas de confección de Provisionales para Incrustaciones y Prótesis Fija Unitaria (PFU).
14. Laura Remigio MM. Estudio in vitro de la dureza superficial de resinas acrílicas usadas en provisionarios [Internet]. Repositorio de Tesis - UNMSM. 2016. Available from: <http://200.62.146.130/handle/cybertesis/5192>
15. Arana Bardales JF, Cisneros del Águila M. Efecto de la exposición a bebidas carbonatadas en la dureza superficial de resinas acrílicas. *Odovtos - Int J Dent Sci*. 2020;2(23):73–81.
16. Topouzi M, Kontonasaki E, Bikiaris D, Papadopoulou L, Paraskevopoulos KM, Koidis P. Reinforcement of a PMMA resin for interim fixed prostheses with silica nanoparticles. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2017;69:213–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.01.013>
17. Cortez Paladinez LC. Estudio comparativo in vitro de la resistencia a la compresión vertical entre acrílicos autopolimerizables provisionales pulidos y acrílicos autopolimerizables provisionales no pulidos [Internet]. Vol. 01, Universidad Central del Ecuador. 2017. Available from: <http://www.albayan.ae>
18. Saisadan D, Manimaran P, Meenapriya P. In vitro comparative evaluation of mechanical properties of temporary restorative materials used in fixed partial denture. *J Pharm Bioallied Sci*. 2016;8:S105–9.

19. Arana Bardales JF. Comparación in vitro de la microdureza superficial de dos resinas acrílicas usadas en provisionarios, después de ser expuestas a una bebida gasificada. 2020.
20. Christiani JJ, Altamirano RH, Rocha MT. Comportamiento cromático de resinas acrílicas y bisacrílicas para restauraciones provisionales. *Rev Cubana Estomatol* [Internet]. 2021;58(2):10. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072021000200008
21. Zafar MS. Prosthodontic applications of polymethyl methacrylate (PMMA): An update. *Polymers (Basel)*. 2020;12(10):1–35.
22. Bacchi A, Schneider LF, Malafaia F, Garbossa M. Resistência à flexão de resinas de metacrilato de metila e bisacrilato de metila submetidas à termociclagem. *Rev Odontol da unesp*. 2012;41(5):330–4.
23. Azcona L, Atala J, Ocampo M, Ibañez C, Cabral R, Lagnarini L. Comparación de la resistencia de resinas acrílicas actuales para prótesis completas procesada en tiempos cortos y en tiempos convencionales. *Dermofarmacia* [Internet]. 2007;21(2):36–42. Available from: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/RevFacOdonto/article/download/16890/pdf>
24. Stawarczyk B, Gnägi D, Tesic-divac M, Schramm A. La resistencia a la flexión de composites de recubrimiento. 2011;66–74.
25. Arévalo F. Comparacion Clinica en la Fabricacion de Provisionales en Protesis Fija Entre: Monomeros de Acrilico Vs Bis-Acrylic. 2012;13(2):5–80. Available from: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/892>
26. Navarro P, Ottone N, Acevedo C, Cantín M. Pruebas estadísticas utilizadas en revistas odontológicas de la red SciELO. *Av Odontoestomatol* [Internet]. 2017;33(1):25–32. Available from: <https://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v33n1/original3.pdf>
27. Cascante Calderón M, Villacís Altamirano I. Prueba T de Student para una investigación Odontológica. Student's t-test for dental research. *Rev OACTIVA UC Cuenca* [Internet]. 2022;7(1):49–54. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25810>

ANEXOS

Anexo 1. Oficio solicitud uso de laboratorio.



Decanato
FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA SALUD



Oficio No. O-1500-UNACH-D-FCS-2023

Riobamba, 16 de noviembre de 2023

Asunto: solicitud uso de la máquina de ensayos universal para el análisis de 90 muestras del proyecto de investigación titulado "RESISTENCIA FLEXURAL DE RESINAS ACRILICAS Y BISACRILICA".

Ingeniero
Edgar Cando
Jefe del Departamento de Ingeniería Mecánica
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
En su despacho

De mi consideración:

Reciba un atento y cordial saludo de parte de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Chimborazo, por la presente me permito solicitar de manera comedida se sirva autorizar la petición del (a) Sr.(ita) Pérez Criollo Guillermo David con CC:1804991873 y Yépez Fajardo Karla Estefanía con CC: 1004442263, matriculados en titulación especial de la Carrera de Odontología, para que les permita el ingreso a la institución así como el uso de la máquina de ensayos universal para el análisis de 90 muestras del proyecto de investigación titulado "RESISTENCIA FLEXURAL DE RESINAS ACRILICAS Y BISACRILICA", dicho tema cuenta con la resolución pertinente por parte de decanato mediante Of. No. 0821- FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023.

Por la gentileza de su atención, le agradezco

Atentamente,



Dr. Vinicio Moreno Rueda
DECANO DE LA FACULTAD

Anexo: UNACH-FCS-DCO-2023-1070-OF
Solicitud del estudiante
Resolución de aprobación del tema

Elaborado: Adriana Páez
Revisado: Dr. Vinicio Moreno



CIENCIAS DE LA SALUD SOLUDABLE recomienda: utilizar ropa y calzado que cubra áreas expuestas a sol, gafas, gorra o sombrero para la realización de actividades al aire libre, que de preferencia se realizarán en espacio con sombra entre las 10:00 y 15:00, crema fotoprotectora de amplio espectro resistente al agua todos los días y cada dos horas si hay exposición al Sol. La protección solar y cuidado de la piel es nuestra responsabilidad, POR NUESTRA PIEL SOLUDABLE.




Av. Antonio José de Sucre, Km. 1.5
Teléfono (593-3) 373-0680, ext. 1503
Riobamba - Ecuador

Unach.edu.ec
en movimiento




Anexo 2. Factura pago valores de laboratorio.



Escuela Politécnica Nacional
Dirección Matriz: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía.
Contribuyente especial Nro: 1308
Obligado a llevar contabilidad: Si

R.U.C.: 1760005620001
FACTURA
No. 001-003-0080788
NÚMERO DE AUTORIZACIÓN
1212202301176000562000120010030000807881722023711
FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN: 2023-12-12 09:50:10.0
AMBIENTE: PRODUCCION
EMISIÓN: NORMAL
CLAVE DE ACCESO



1212202301176000562000120010030000807881722023711

Raza Social/ Nombres y Apellidos: KARLA STEFANÍA YÉPEZ FAJARDO
Identificación: 1004442263
Fecha Emisión: 12/12/2023

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cant.	Descripción	Detalle Adicional 1	Detalle Adicional 2	Detalle Adicional 3	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
DM-S3026	DM-S3026	90	ENSAYOS ESTUDIANTES DE UNIVERSIDADES PÚBLICAS				5.50	0.00	495.00
SUBTOTAL 12%									495.00
SUBTOTAL 0%									0.00
SUBTOTAL no objeto de IVA									0.00
SUBTOTAL Exento de IVA									0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS									495.00
TOTAL Descuento									0.00
ICE									0.00
IVA 12%									59.40
IRBPNR									0.00
PROPINA									0.00
VALOR TOTAL									554.40

Información Adicional
Dirección: RIOBAMBA
Teléfono:
Email: ksyepcz.fso@unach.edu.ec
Forma de Pago: OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO: 554.40

Anexo 3. Informe técnico emitido por el laboratorio de análisis de esfuerzo y vibraciones.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
MECÁNICA

LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE ESFUERZOS Y VIBRACIONES

F01-FE-LAEV-01 Rev.01



INFORME TÉCNICO

LAEV – M23.133

Quito, 19 de diciembre de 2023

Solicitado por: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
Persona de contacto: Stefania Yépez; Guillermo Pérez
Teléfono: 0978767467
Correo: ksyepcz.fso@unach.edu.ec
Fecha de recepción: 07/12/2023
Fecha de ejecución: 14/12/2023; 15/12/2023

ORDEN DE TRABAJO N°: DM-OT0171-2023

- MUESTRAS:** Noventa (90) probetas de material dental para ensayo de flexión.
- GENERALIDADES E IDENTIFICACIÓN:**

La siguiente descripción fue proporcionada por el cliente:
Proyecto de investigación: RESISTENCIA FLEXURAL DE RESINAS ACRILICAS Y BISACRILICA
En la tabla 1 se aprecia la identificación del laboratorio asociada a cada grupo de muestras.

Tabla 1. Identificación de las muestras

Identificación LAEV	Muestra (información proporcionada por el cliente)
M23.133.01 - M23.133.30	Grupo ALIKE
M23.133.31 - M23.133.60	Grupo STRUCTUR
M23.133.61 - M23.133.90	Grupo PROTEMP

3. CONDICIONES AMBIENTALES:

Temperatura: 25,3 ± 3,9 °C
Humedad relativa: 45,1 ± 13,6 %

4. ENSAYO DE FLEXIÓN

En las tablas 2, 3 y 4 se presentan los resultados obtenidos en el ensayo de flexión para las muestras.

Tabla 2. Resultados del ensayo de flexión muestras grupo AUIKE.

Id LAEV.	Carga máxima registrada	
	N	lbf
M23.133.01	17,10	3,84
M23.133.02	19,60	4,41
M23.133.03	16,50	3,71
M23.133.04	19,70	4,43
M23.133.05	19,66	4,42
M23.133.06	19,12	4,30
M23.133.07	19,51	4,39
M23.133.08	23,66	5,32
M23.133.09	20,39	4,58
M23.133.10	18,37	4,13
M23.133.11	21,62	4,86
M23.133.12	19,12	4,30
M23.133.13	22,27	5,01
M23.133.14	28,52	6,41
M23.133.15	18,64	4,19
M23.133.16	21,74	4,89
M23.133.17	17,82	4,01
M23.133.18	20,13	4,53
M23.133.19	22,12	4,97
M23.133.20	21,51	4,84
M23.133.21	24,34	5,47
M23.133.22	24,53	5,51
M23.133.23	23,10	5,19
M23.133.24	23,51	5,29
M23.133.25	18,63	4,19
M23.133.26	20,82	4,68
M23.133.27	20,23	4,53
M23.133.28	27,85	6,26
M23.133.29	18,45	4,15
M23.133.30	25,03	5,63

Tabla 3. Resultados del ensayo de flexión muestras grupo STRUCTUR.

Id LAEV.	Carga máxima registrada	
	N	lbf
M23.133.31	22,24	5,00
M23.133.32	19,91	4,48
M23.133.33	30,76	6,92
M23.133.34	27,85	6,26
M23.133.35	29,34	6,60
M23.133.36	22,44	5,04
M23.133.37	24,89	5,60
M23.133.38	24,38	5,48
M23.133.39	19,43	4,37
M23.133.40	22,72	5,11
M23.133.41	19,70	4,43
M23.133.42	17,95	4,04
M23.133.43	18,53	4,17
M23.133.44	23,89	5,37
M23.133.45	22,00	4,95
M23.133.46	19,63	4,41
M23.133.47	27,14	6,10
M23.133.48	22,94	5,16
M23.133.49	31,29	7,03
M23.133.50	27,55	6,19
M23.133.51	20,28	4,56
M23.133.52	26,34	5,92
M23.133.53	21,53	4,84
M23.133.54	20,60	4,63
M23.133.55	24,43	5,49
M23.133.56	28,06	6,31
M23.133.57	20,06	4,51
M23.133.58	20,53	4,62
M23.133.59	22,89	5,13
M23.133.60	27,88	6,27

Tabla 4. Resultados del ensayo de flexión muestras grupo PROTEMP.

Id LAEV.	Carga máxima registrada	
	N	lbf
M23.133.61	22,63	5,09
M23.133.62	17,37	3,90
M23.133.63	21,06	4,73
M23.133.64	24,68	5,55
M23.133.65	18,79	4,22
M23.133.66	18,16	4,08
M23.133.67	19,32	4,34
M23.133.68	26,99	6,07