



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**“RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESINAS COMPUESTAS
MEDIANTE SISTEMAS DE PULIDO”**

Trabajo de Titulación para optar al título de Odontóloga

Autora:

Toaza Paucar, Adriana Elizabeth

Tutor:

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado

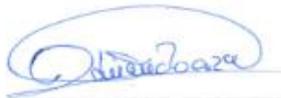
Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Adriana Elizabeth Toaza Paucar, con cédula de ciudadanía 1719227785, autora del trabajo de investigación titulado: “Rugosidad superficial de resinas compuestas mediante sistemas de pulido”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

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

En Riobamba, 22 de junio del 2023.



Adriana Elizabeth Toaza Paucar

C.I: 1719227785

CERTIFICADO DEL TUTOR

El suscrito docente-tutor de la Carrera de Odontología, de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad Nacional de Chimborazo, Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado CERTIFICA, que la señorita Adriana Elizabeth Toaza Paucar con C.I: 1719227785, se encuentra apto para la presentación del proyecto de investigación: “Rugosidad superficial de resinas compuestas mediante sistemas de pulido” y para que conste a los efectos oportunos, expido el presente certificado, a petición de la persona interesada, el 19 de junio en la ciudad de Riobamba del año 2023.

Atentamente,



Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado

DOCENTE – TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Rugosidad superficial de resinas compuestas mediante sistemas de pulido”, presentado por Adriana Elizabeth Toaza Paucar, con cédula de identidad número 1719227785, bajo la tutoría de Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado; 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 el 22 de junio del 2023.

Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Dra. María Gabriela Benítez Pérez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Dra. Sandra Marcela Quisiquiña Guevara
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

CERTIFICADO ANTIPLAGIO



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

Riobamba 14 de junio del 2023
Oficio N° 42-2023-1S-URKUND-CID-2023

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 su persona, en calidad de docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N° 0383-D-FCS-ACADEMICO-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 URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	0364-D-FCS-27-04-2023	Rugosidad superficial de resinas compuestas mediante sistemas de pulido	Adriana Toaza Paucar	2	x	

Atentamente,

0603371907
GNA
ALEXANDRA
PILCO
GUADALUPE
Firmado digitalmente por 0603371907 GNA ALEXANDRA PILCO GUADALUPE Fecha: 2023.06.14 11:07:02 -05'00'

PhD. Alexandra Pilco Guadalupe
Delegado Programa URKUND
FCS / UNACH
C/c Dr. Gonzalo E. Bonilla Pulgar – Decano FCS

DEDICATORIA

Este logro va dedicado a mis padres Segundo Toaza y Marcia Paucar por todo su amor y apoyo incondicional, quienes han sido mi ejemplo de trabajo y perseverancia. A ti papá que un día te fuiste a otro país a iniciar de cero por darnos un futuro mejor a mí y a mi hermana, gracias. A ti mamita quien siempre me ha escuchado y que a pesar de las adversidades no me dejó rendirme jamás, gracias por darme la vida.

A mi hermana, mi pequeña Lis, de quien me siento muy orgullosa por sus logros y por ser mi amiga y la mejor tía del mundo.

A ti mi hija Romina, que desde que inicié este proyecto estuviste en mi pancita dándome inspiración, por ti anhelo tantas cosas. TE AMO y gracias por esa sonrisita que ilumina mis días.

A mi esposo Rommel, quien desde el inicio de esta hermosa carrera me apoyo a continuar. Gracias por estar a mi lado, por tu amor y cariño, por esa dedicación a tu hija y por todas las cosas que anhelamos juntos.

A mis abuelitos José, Víctor y Magdalena que ya están en el cielo y que desde allí sé que se sentirán muy orgullosos de mí, quienes admiro mucho pues desde niña los vi trabajar y luchar, gracias por inculcarme valores y quererme tanto.

A mis tías, en especial a mi Mayrita Paucar quien me ha acompañado todos estos años, quien ha cuidado de mi princesa y de mí, gracias por brindarme una palabra de aliento.

A mis amigos Dani, Ale y Pame con quienes además de compartir un aula, compartimos una gran ilusión y amistad que perdurará por años, lo logramos mis niños.

Adriana Elizabeth Toaza Paucar

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por brindarme la vida, a mis queridos padres Segundo y Marcia por permitirme estudiar y formarme profesionalmente, por su paciencia y por ser el ejemplo que me han ayudado a realizar mi mejor desempeño a lo largo de la carrera universitaria.

A mi tutor Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado le agradezco infinitamente por su buena predisposición desde el momento en el que acepto guiarme y ayudarme en la finalización de mi trabajo de investigación, por su paciencia y apoyo.

Le agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo por abrirme sus puertas y poder graduarme de tan noble institución, principalmente a los docentes de la carrera de odontología que han impartido sus conocimientos, habilidades para formarme profesionalmente. A los señores miembros del tribunal de grado de la carrera de Odontología, mis más sinceros agradecimientos por su colaboración y trabajo durante este proceso.

También quiero agradecer al Dr. Willian Hidalgo, un amigo de mi padre, quien no dudo en abrirme las puertas de su consultorio para reforzar mi aprendizaje, quien me dio su confianza y compartió conmigo sus experiencias.

Adriana Elizabeth Toaza Paucar

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Justificación	18
1.3. Objetivos.....	20
1.3.1. Objetivo general.....	20
1.3.2. Objetivos específicos.....	20
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Odontología estética restauradora.....	21
2.2. Resinas compuestas.....	21
2.2.1. Concepto	21
2.2.2. Historia y evolución de las resinas compuestas	21
2.2.3. Composición de las resinas compuestas	22
2.2.4. Propiedades mecánicas de las resinas compuestas	29
2.2.4.1. Grado de contracción volumétrica	29
2.2.4.2. Microdureza de Vickers.....	29
2.2.4.3. Deflexión cuspídea.....	30
2.2.4.4. Resistencia a la compresión.....	30
2.2.4.5. Profundidad de curado.....	30
2.2.5. Propiedades físicas de las resinas compuestas	30
2.2.5.1. Rugosidad superficial	30
2.3. Rugosímetro Mitutoyo SJ-210.....	31
2.4. Acabado y pulido	32
2.4.1. Objetivos del acabado y pulido	32
2.4.1.1. Acabado	32
2.4.1.2. Pulido.....	32

2.4.2.	Instrumental de acabado y pulido	33
2.4.2.1.	Fresas multilaminadas	33
2.4.2.2.	Copas, puntas y discos siliconados	33
2.4.2.3.	Discos flexibles abrasivos.....	34
2.4.2.4.	Tiras interproximales de acabado y pulido.....	36
2.4.2.5.	Piedras diamantadas	36
2.4.2.6.	Pastas para pulir	36
2.4.2.7.	Cepillos para pulir	36
2.4.3.	Protocolo de acabado y pulido	37
2.4.3.1.	Pasos clínicos para el acabado	37
2.4.3.2.	Pasos clínicos para el pulido.....	37
CAPITULO III. METODOLOGÍA		39
3.1.	Tipo de Investigación	39
3.2.	Diseño de Investigación	39
3.3.	Población	39
3.4.	Criterios de Selección.....	39
3.5.	Entorno	39
3.6.	Técnicas e Instrumentos	40
3.7.	Análisis Estadístico	40
3.8.	Intervenciones.....	40
3.9.	Operacionalización de variables	51
3.9.1.	Variable independiente:	51
3.9.2.	Variable independiente:	52
3.9.3.	Variable dependiente:	52
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		53
4.1.	Resultados.....	53

4.2 Discusión	59
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1. Conclusiones	62
5.2. Recomendaciones.....	63
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS:.....	71
ANEXO 1: INFORME TÉCNICO CTT-2023-057 del CTT-FICM de la UTA.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características del rugosímetro	31
Tabla 2.	Sistema de acabado y pulido Sof-Lex (3M ESPE)	35
Tabla 3.	Resina compuesta.....	51
Tabla 4.	Sistema de pulido	52
Tabla 5.	Rugosidad superficial	52
Tabla 6.	Estadísticos descriptivos de las muestras antes del sistema de pulido	53
Tabla 7.	Estadísticos descriptivos de las muestras después del sistema de pulido.....	53
Tabla 8.	Análisis comparativo de significancia antes y después.....	57
Tabla 9.	Comparación entre muestras.....	58
Tabla 10.	Prueba de Kruskall Wallis.....	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Medición en forma perpendicular a las líneas de corte	46
Gráfico 2.	Comparación entre grupos antes y después del sistema de pulido (IPS ED).....	54
Gráfico 3.	Comparación entre grupos antes y después del sistema de pulido (Z350 XT)	55
Gráfico 4.	Comparación entre grupos antes y después del sistema de pulido (Z250)	56
Gráfico 5.	Comparación entre grupos.....	58

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.	Materiales utilizados para el estudio.....	40
Fotografía 2.	Preparación de la muestra de resina compuesta	41
Fotografía 3.	Portaobjetos sobre la banda celuloide y la muestra	42
Fotografía 4.	Eliminación del exceso de material de resina compuesta	42
Fotografía 5.	Polimerización de la muestra a través del portaobjetos	43
Fotografía 6.	Comprobación de la intensidad de la luz	43
Fotografía 7.	Calibración de las muestras.....	44
Fotografía 8.	Calibración del rugosímetro	45
Fotografía 9.	Medición de la rugosidad superficial.....	45
Fotografía 10.	Recorrido del palpador sobre la muestra	46
Fotografía 11.	Materiales e instrumental para el acabado y pulido	47
Fotografía 12.	Acabado con fresa de diamante.....	48
Fotografía 13.	Pulido de las muestras.....	48
Fotografía 14.	Pulido con disco Sof-Lex.....	49
Fotografía 15.	Lavado y secado de las muestras antes del siguiente disco	50
Fotografía 16.	Muestras pulidas	50
Fotografía 17.	Medición final de rugosidad.....	51

RESUMEN

El presente proyecto investigativo analizó la rugosidad superficial de resinas compuestas de nanorelleno (Filtek Z350 XT, 3M ESPE), nanohíbrida (IPS Empress Direct, Ivoclar Vivadent) y microhíbrida (Z250, 3M ESPE) después de la aplicación del sistema de acabado y pulido (Sof-lex, 3M ESPE). La investigación fue de tipo in vitro, descriptiva, observacional y de corte transversal con enfoque cuantitativo. Se elaboraron en total 60 discos de color A2, en un molde especial de 8mm de diámetro y 2mm de espesor, las muestras fueron fotocuradas a través de una banda de celuloide y un portaobjetos, y agrupadas según el material compuesto, obteniendo de esta manera 20 discos para cada resina. A continuación, las muestras fueron trasladadas para realizar la lectura de la rugosidad superficial (Ra) mediante el rugosímetro Mitutoyo SJ-210. Luego, se separaron 5 discos de cada resina (grupo control), mientras las muestras restantes fueron acabadas y pulidas con el sistema Sof-Lex, durante 20 segundos por cada disco. Los resultados indicaron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la rugosidad de Z350 XT e IPS ED ($p>0.05$), mientras que para Z250 si se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$) después del acabado y pulido. Los valores de rugosidad superficial para Z250 fueron mayores en comparación con Z350 XT e IPS ED, sin embargo, todos los valores resultantes se encontraron por debajo del umbral $0.2\mu\text{m}$, el límite por encima del cual, es más probable que se retenga la placa bacteriana.

Palabras claves: resinas, rugosidad, materiales dentales, pulido

ABSTRACT

The current research project analyzed the surface roughness of nanofiller (Filtek Z350 XT, 3M ESPE), nanohybrid (IPS Empress Direct, Ivoclar Vivadent), and micro-hybrid (Z250, 3M ESPE) composite resins after application of the finishing and polishing system (Sof-lex, 3M ESPE). The research was in vitro, descriptive, observational, and cross-sectional with a quantitative approach. 60 A2 color discs were prepared in a mold of 8 mm diameter and 2 mm thickness; the samples were light-cured through a celluloid band and a slide, and grouped according to the composite material, thus obtaining 20 discs for each resin. The samples were then transferred for surface roughness (Ra) reading using the Mitutoyo SJ-210 roughness meter. Then, five discs of each resin were separated (control group), while the remaining samples were finished and polished with the Sof-Lex system for 20 seconds for each disc. The results indicated that there were no statistically significant differences between the roughness of Z350 XT and IPS ED ($p>0.05$), while for Z250, there were significant differences ($p<0.05$) after finishing and polishing. The surface roughness values for Z250 were higher than Z350 XT and IPS ED; however, all the resulting values were below the $0.2\mu\text{m}$ threshold, the limit above which bacterial plaque is more likely to be retained.

Keywords: resins, roughness, dental materials, polished.



Reviewed by:
Mgs. Maria Fernanda Ponce
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 0603818188

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo analiza el grado de rugosidad superficial de materiales de resinas compuestas luego de un proceso de pulido. Durante la práctica diaria de la Odontología actual, los materiales de restauración más empleados son indudablemente las resinas compuestas. Debido al aumento existente sobre las demandas cada vez más estéticas en los tratamientos y a los avances en nanotecnología, se han logrado introducir materiales nanocompuestos en los cuales el tamaño de las partículas para el relleno se ha visto reducido de manera progresiva mejorando las propiedades tanto físicas como mecánicas ⁽¹⁾. En un nanocompuesto se mejora la estética de una restauración, cuando mejora la capacidad del pulido y su durabilidad ⁽¹⁾. Un tratamiento dental que sea estético es cada vez más exigente debido a la incorporación de materiales nuevos y de técnicas ⁽²⁾.

Las resinas compuestas de nanorelleno y nanohíbrida son dos tipos de materiales que en su composición contienen nanorelleno, con su introducción se ha logrado obtener una superficie con una suavidad mejorada ⁽³⁾. Generalmente, las resinas compuestas que tienen un tamaño de partícula de relleno mucho más pequeño van a dar como resultado superficies cada vez más suaves tras el acabado y pulido adecuado ⁽³⁾. El procedimiento de acabado y pulido de una restauración a base de resina compuesta son dos pasos importantes y primordiales que se emplean rutinariamente durante la práctica odontológica, mejorando la estética y la durabilidad de la restauración ⁽¹⁾.

La rugosidad superficial está ligada directamente con la técnica de acabado y pulido, procedimiento que va a otorgar más longevidad a las restauraciones provocando, que disminuya la adhesividad de la placa bacteriana y la formación de manchas ⁽⁴⁾. Se define a la rugosidad como “la uniformidad de la superficie del material de restauración” ⁽⁴⁾. Las resinas compuestas presentan diferentes grados de rugosidad de acuerdo al tamaño de sus partículas de relleno y a la técnica de pulido empleada, resulta interesante tener en cuenta que el material a emplear debe poseer una rugosidad adecuada, brindando al paciente un tratamiento apropiado, lo que significará el éxito o fracaso de la restauración ⁽⁵⁾⁽⁶⁾.

La presente investigación fue de tipo observacional, comparativo, in vitro y de corte transversal con enfoque cuantitativo, en la cual se emplearon 3 resinas, una de nanorelleno, una nanohíbrida y una microhíbrida. La población total estuvo compuesta por 60 discos de resina distribuidos de la siguiente manera: grupo A con 20 discos de resina nanohíbrida IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent), grupo B con 20 discos de resina de nanorelleno

Filtek Z350 XT (3M ESPE) y grupo C con 20 discos de resina microhíbrida Filtek Z250 (3M ESPE).

Este proyecto de investigación tiene como objetivo evaluar la rugosidad superficial de resinas compuestas de nanorelleno, nanohíbrida y microhíbrida después de la aplicación del sistema de acabado y pulido. Todo ello, con la finalidad de poder observar si existen diferencias significativas para la rugosidad de la superficie de cada resina compuesta, las mismas que fueron seleccionadas por poseer diferente carga de relleno y por su alta estética.

1.1. Planteamiento del problema

La búsqueda de una mejor estética facial y dental ha provocado que sea cada vez mayor la demanda de tratamientos dentales estéticos. La apariencia física tiene un impacto relevante en la vida diaria de las personas ⁽⁷⁾⁽⁸⁾. Este aumento conlleva a que odontólogo emplee cada vez más las resinas compuestas en las restauraciones ⁽⁹⁾. Las cualidades superficiales de estos materiales son consideradas como un factor importante para el éxito a lo largo del tiempo de las restauraciones, las mismas que se pueden ver afectadas por la composición del material, instrumentos empleados y el operador durante el desempeño del acabo y pulido ⁽³⁾.

Uno de los principales inconvenientes de las restauraciones es la durabilidad, para lograr el éxito del tratamiento resulta casi obligatorio obtener superficies lisas y brillantes, una superficie lisa reduce significativamente el acumulo de placa bacteriana, la aparición de caries recurrentes y el cambio de color en los dientes restaurados, por el contrario, una superficie áspera ocasionará que se acumule más la placa y que la apariencia en la estética no sea satisfactoria, provocando el fracaso de la restauración ⁽¹⁰⁾⁽³⁾. Cuando la rugosidad superficial es baja existe un aumento en el aspecto estético ⁽¹¹⁾. Se espera que por debajo del umbral de rugosidad superficial (0.2 μm) exista menos acumulación de la placa bacteriana y que a través de un acabado y pulido adecuado se mejore tanto estética como longevidad, preservando una calidad de la superficie alta y un brillo a largo plazo ⁽¹²⁾⁽¹³⁾.

En un estudio reciente de Aydin et al. ⁽¹¹⁾, examinaron la rugosidad superficial de 200 muestras de resinas que poseían diferente tamaño de partícula, en el cual, determinaron que los sistemas de acabado y pulido otorgan una menor rugosidad y decoloración de la superficie, conforme va disminuyendo el tamaño de las partículas de las resinas

compuestas. En otro estudio realizado por Soliman et al. ⁽¹⁰⁾ evaluaron la rugosidad superficial de 112 muestras de materiales compuestos de restauración de nanorelleno, nanohíbrido y microhíbrido, tras el pulido con tres diferentes sistemas, afirmando que la rugosidad se ve influenciada de forma significativa por los sistemas de acabado y pulido y también por el tamaño de las partículas de relleno de las resinas compuestas, además concluyeron que el sistema de discos Sof-Lex es el más eficiente pues proporciona los mejores valores de rugosidad de la superficie de los composites.

Zhang L et al. ⁽³⁾ en su estudio, midieron los valores de la rugosidad superficial de compuestos de nanorelleno y nanohíbrido de un total de 52 muestras y cuatro resinas compuestas: dos nanohíbridadas, una de nanorelleno y una microhíbrida como grupo control, todas bajo el sistema de acabado y pulido con discos Sof-Lex (sistema de 3 pasos). En este caso, como resultado se obtuvo que no existieron diferencias que fueran significativas para el parámetro de rugosidad y que después de haber pulido con el sistema Sof-Lex se evidenció que la rugosidad superficial de todos los materiales estudiados no superaron el valor crítico $0.2\mu\text{m}^{(3)}$.

1.2. Justificación

La importancia del desarrollo de la presente investigación se basa en que la durabilidad de una resina compuesta puede verse afectada por un lado por la composición de las resinas y, por otro lado, por el sistema de acabado y pulido empleado. La rugosidad superficial es una de las propiedades que afecta directamente la estética de las restauraciones, con el paso del tiempo estos materiales tienden a modificar la calidad de sus superficies, de forma que su vida útil se ve comprometida y con ello, el éxito del tratamiento.

En base al análisis del estudio de 3 tipos de resinas compuestas que se pondrán a prueba in vitro se busca determinar cuál es la resina que presenta un mayor comprometimiento respecto a su aspecto estructural y de rugosidad. Considerando que el aumento de la rugosidad va a provocar que se acumule la placa bacteriana, apareciendo caries y produciéndose cambios en la coloración de las restauraciones. Por ello, es importante mantener superficies lisas evitando así la decoloración y este acumulo de placa, que podría hacer más susceptible el riesgo de padecer caries o inflamación de las encías y también para otorgar una sensación más cómoda en el paciente, cuando este pase su lengua por la restauración ⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾.

El tema aborda una problemática en la que cada vez los materiales compuestos son expuestos a diferentes factores que comprometen su durabilidad en el tiempo y, por lo tanto, procedimientos como el acabado y el pulido tienen que ser elementos fundamentales de tratamiento. Sin embargo, al tener diferentes tipos de resinas compuestas cada una de ellas posee sus propiedades que pueden verse afectadas por los sistemas de pulido y pueden comprometer su durabilidad a largo plazo.

En la actualidad existen estudios como el realizado por Aydın et al. ⁽¹¹⁾ en 2021 en el cual se ha demostrado que las resinas compuestas con distintos tamaños de sus partículas modificadas mediante nanotecnología son empleadas tanto para sector anterior como posterior. En una revisión sistemática realizada en el 2018 por Angerame & De Biasi ⁽¹⁵⁾, en la cual evaluaron la eficacia de resinas de nanorelleno y nanohíbridas empleadas en restauraciones directas comparándolas con resinas microhíbridas, encontraron que clínicamente el rendimiento de las resinas nanorelleno y nanohíbridas es comparable con el de las resinas microhíbridas en el sector posterior, con datos relativos insuficientes para restauraciones anteriores y cervicales. Resulta de gran interés estudiar resinas compuestas nanohíbridas, así como nanorelleno, en este estudio se seleccionaron tres tipos de resinas en donde se pretende analizar cuál de ellas generó un menor grado de rugosidad superficial después del pulido, compararlos y brindar esta información.

A partir de la ejecución de este proyecto investigativo se verán beneficiados tanto odontólogos generales como especialistas, así como estudiantes de la carrera de odontología, de manera que conozcan qué material ha sido el que ha generado menor rugosidad tras el proceso de acabado y pulido, de forma que puedan tener una visión más clara de las ventajas de utilizar una determinada resina compuesta. También debemos añadir que los beneficiarios más directos son los propios pacientes quienes van a sentirse mucho más satisfechos con sus tratamientos estéticos. Además del aporte de nueva evidencia científica con resultados que son verificables, de la rugosidad superficial de las resinas compuestas.

La presente investigación es pertinente porque se cuenta con todos aspectos de apoyo técnico, con una especialista en el área de la rehabilitación oral como tutora, se cuenta con un laboratorio que los dispositivos adecuados para medir la rugosidad superficial de las resinas compuestas bajo las guías estandarizadas para cada material y para el diseño de las muestras según las normas ISO 4287-1997, ISO 3274 e ISO 5436-1. Además, es factible

económicamente debido a que los recursos empleados para su realización pueden ser asumidos por el investigador.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la rugosidad superficial de resinas compuestas de nanorelleno, nanohíbrida y microhíbrida después de la aplicación del sistema de acabado y pulido.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la rugosidad superficial de resinas compuestas de nanorelleno, nanohíbrida y microhíbrida antes y después del pulido mediante el uso del rugosímetro.
- Establecer cuál de las resinas compuestas obtuvo un valor menor de rugosidad superficial después de la aplicación del sistema de acabado y pulido.
- Comparar el grado de rugosidad superficial resultante para cada una de las resinas compuestas antes y después de la aplicación del sistema de acabado y pulido.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Odontología estética restauradora

La Odontología Restauradora es una disciplina muy amplia que comprende el diagnóstico y tratamiento de aquellas enfermedades que afectan a los dientes y a sus estructuras de soporte, así como del procedimiento posterior para la restauración y rehabilitación dentaria, con la finalidad de satisfacer dos requisitos, tanto la estética como la función ⁽¹⁶⁾. Esta disciplina ha provocado un cambio relevante sobre la prevalencia de la caries en los últimos 50 años, lo que ha permitido al odontólogo tomar decisiones más acertadas y no tan drásticas y también debido a la mejora en la calidad de los materiales dentales de restauración ⁽¹⁷⁾.

Dentro de la Odontología Restauradora, la estética ha llegado a jugar un rol esencial durante la práctica diaria en los últimos tiempos, siendo evidente que para el paciente, es cada vez más importante la apariencia de sus dientes, independientemente de la edad ⁽¹⁸⁾.

2.2. Resinas compuestas

2.2.1. Concepto

Las resinas compuestas son los materiales dentales empleados con mayor frecuencia en Odontología Restauradora que se introdujeron para disminuir los defectos de las resinas acrílicas, están compuestos básicamente por una matriz orgánica, relleno inorgánico y por un agente de unión ⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾. También denominadas “composites” son materiales sintéticos que han sido modificados con el paso del tiempo, consiguiendo resinas que tienen una mayor resistencia con un mejor color, opacidad y translucidez que se asemejan a la naturalidad de los dientes ⁽²¹⁾. En un inicio fueron empleadas para restauraciones del sector anterior, pero gracias a la nanotecnología, las propiedades de las resinas han mejorado, de forma que hoy en día las resinas han ido reemplazando a las amalgamas, pudiendo emplearlas también para el sector posterior ⁽²¹⁾.

2.2.2. Historia y evolución de las resinas compuestas

Las primeras resinas dentales fueron introducidas en 1950 como polimetilmetacrilado (PMMA), el Dr. Bowen a principios de la década de 1960 cambió el metacrilato de metilo (MMA) por monómeros de dimetacrilato, introduciéndose así el Bis-GMA. Este tipo de material gano popularidad a principios de los años 1970, siendo durante años el Bis-GMA la columna vertebral para los composites, el mismo que es muy viscoso y necesita diluirse

con dimetacrilatos con un bajo peso molecular como el TEGDMA. A finales del año 1970 aparece la canforoquinona (CQ) como fotoiniciador ⁽²²⁾.

En un principio las primeras resinas compuestas presentaban el problema de obtener y mantener un acabado y pulido, debido a que las partículas de relleno eran de gran tamaño (10-50 μm), esto provocaría que se diseñaran tamaños de partículas mucho más finos ⁽²²⁾. En un principio se crearon las resinas de microrrelleno con rellenos de sílice (40-50 nm), las cuales pese a ser altamente pulibles presentaban propiedades mecánicas pobres, en el año 1980 se introdujeron los composites híbridos con partículas pequeñas que se empacaban en los espacios de las partículas grandes, sin embargo, demostraron no ser muy pulibles ⁽²²⁾.

Así pues, las alternativas en la molienda hicieron que se introdujeran partículas de vidrio, apareciendo las resinas “midifill” (cuyas partículas más grandes eran de unos pocos μm) y “minifill” (con partículas más grandes menores a 1 μm), por lo tanto, al disminuir el espacio entre las partículas, el desgaste clínico fue menor ⁽²²⁾. Gracias a estos esfuerzos se condujo a la aparición de los populares microhíbridos (1990) y nanohíbridos (2000), aparecieron las resinas compuestas con nanorelleno (1-100nm) y el nanohíbrido representando una mezcla de partículas de nanorelleno y microhíbrido ⁽²²⁾.

La introducción de estudios de nanotecnología y su empleo en las resinas compuestas se basaría entonces en el propósito de emplear la capacidad de partículas de tamaño nanométrico para modificar la estructura de la resina, mejorando las propiedades ópticas, químicas y mecánicas del material ⁽²³⁾. Consecuentemente, desarrollaría nanocompuestos como los de la gama Filtek 3M, fueron introducidos dos tipos de resinas que poseen partículas de relleno a nanoescala, los composites de nanorelleno, que emplean partículas nanométricas en toda su matriz resinosa y nanohíbridos, que son una mezcla de partículas convencionales de relleno y tamaño nanométrico ⁽²³⁾.

2.2.3. Composición de las resinas compuestas

Las resinas compuestas están formadas por una matriz orgánica que es polimerizable y por una matriz inorgánica que contiene partículas con rellenos inorgánicos que son diferentes químicamente y que se integran a través de un agente unión, es decir, mediante el silano ⁽²¹⁾. Mientras que la matriz orgánica se hace responsable de la contracción durante la polimerización, el relleno se responsabiliza de las propiedades tanto físicas como mecánicas ⁽²⁰⁾.

2.2.3.1. Matriz orgánica

● Sistema de monómeros

El monómero más empleado ha sido el BIS-GMA, el mismo que actúa como soporte de las composites. Sin embargo, debido a que posee un peso molecular elevado lo que hace que sea más viscoso, hace que se vean comprometidas las características en cuanto a la manipulación y su polimerización sea baja. Por lo tanto, en la búsqueda de mejorar estas características se incorporaron nuevos “dimetacrilatos” como UDMA y TEGDMA, por lo que actualmente la fórmula utiliza es BIS-GMA/TEGDMA ⁽²¹⁾.

● Sistema activador o iniciador de la polimerización

Para que la reacción sea catalizada debe existir un estímulo externo de los radicales libres, en el caso de resinas fotopolimerizables es necesario el estímulo de una alfa dicetona, es decir, la canforoquinona, que se mezcla con una amina alifática terciaria ⁽²¹⁾. Las resinas que son fotopolimerizables necesitan como fuente de energía la luz para que se pueda activar o iniciar la polimerización, la fuente de la luz visible se debe encontrar con una longitud de onda entre 420-500nm ⁽²¹⁾.

● Sistema acelerador

Este sistema incide en el sistema activador y cumple la función de que durante el proceso de polimerización este se realice en el intervalo de tiempo que sea admisible, los siguientes son compuestos que van a intervenir: DMAEM, EDMAB y CEMA ⁽²¹⁾.

● Inhibidor de polimerización

Estos componentes evitan que se produzca una polimerización rápida del material, entre los más empleados encontramos a la benzoquinona y al éter mono metílico de hidroquinona ⁽²¹⁾. El P-4 metoxifenol (PMP) y BHT (butil-benol-triterciario) consiguen una estabilidad química, la que se necesita para otorgar la durabilidad en cuanto al color y en cuanto al almacenamiento, antes de que se polimerice el material, estos elementos hacen que el material compuesto mantenga su estado semisólido, con la finalidad de poder manipularlo, es decir, se relaciona con el tiempo de trabajo ⁽²¹⁾.

2.2.3.2. Relleno inorgánico

Existen diferentes tipos de rellenos, que se pueden clasificar de acuerdo a su forma, dimensión y composición química, entre ellas encontramos: “sílice coloidal, cuarzo, vidrio

de sílice con contenido de bario (Ba), estroncio (Sr) y zirconio (Zr)”⁽²¹⁾. Es de importancia que en cuanto al tamaño de las partículas estas sean lo más pequeñas posible aproximadamente 0.5µm, por lo tanto, tomando en cuenta que mientras exista más asociación entre el material de relleno sobre la matriz resinosa, mejores serán las propiedades pues tanto la “contracción de polimerización” como el “grado de filtración marginal” se verán reducidos ⁽²¹⁾.

2.2.3.3. Agente de unión

El acoplamiento se produce cuando el silano (agente de unión) recubre las partículas de relleno, mejorando las “propiedades físicas y mecánicas” en la mayor parte de las resinas, ya que tiene una molécula bifuncional que es la responsable de unir la matriz orgánica y la matriz inorgánica ⁽²¹⁾. El empleo del silano hace que las resinas actúen como una “unidad” al ser sometidas a tensiones, las mismas que van a ser disipadas a través de la interface adhesiva que se creó con este agente de unión ⁽²⁴⁾.

2.2.3.4. Clasificación de las resinas compuestas

2.2.3.4.1. Resinas compuestas convencionales o de macrorelleno:

Las resinas compuestas de macrorelleno fueron las primeras resinas que se desarrollaron, al hablar de “macrorelleno” hace referencia a que el tamaño de las partículas es relativamente grande ⁽²⁵⁾. Poseen partículas de relleno que tienen un tamaño promedio de 10-50 µm, que significaba entre el 70-80% en peso o del 60-70% en volumen de este material ⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾. Aunque estas resinas poseían resultados que eran superiores a las de las resinas acrílicas, fueron deficientes en ciertos aspectos de rendimiento clínico, ya que debido a la rigidez de las partículas no era posible obtener un buen acabado superficial, por ende afectaban las cualidades estéticas lo que significa que se encuentran en desuso ⁽²⁵⁾⁽²⁷⁾.

2.2.3.4.2. Resinas compuestas de microrelleno:

Son resinas compuestas que poseen un relleno, que es una sílice coloidal que tiene un tamaño de partículas comprendida entre 0.01-0.05 µm, alrededor de un 50% de carga en peso del material. Muestran ventajas al utilizarlas en la zona anterior con buen pulido y brillo de su superficie otorgando una alta estética en la restauración. En el sector posterior posee ciertas desventajas relacionadas con sus propiedades mecánicas y físicas pobres. Como tienen alta cantidad de matriz orgánica, este tipo de resinas tienden a absorber más

agua lo que provoca que su coeficiente de expansión térmica sea mayor, mientras que el módulo de elasticidad es menor ⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾.

2.2.3.4.3. Resinas compuestas híbridas:

Las resinas híbridas se fabricaron con la finalidad de mezclar las propiedades mecánicas de los macrorellenos con el pulido excelente de las resinas de microrellenos. Su porcentaje en carga se encuentra alrededor del 80% en peso del material, lo que permite su empleo en dientes posteriores con buenas propiedades mecánicas ⁽²⁵⁾. El tamaño de sus partículas se encuentra entre 0.6-1µm, con una sílice coloidal de 0.04 µm, al aumentar la porción inorgánica en el material, se pudo también hacer más resistente a la resina, de manera que era capaz de resistir mucho mejor las fuerzas masticatorias y el desgaste, siendo efectivas en dientes con restauraciones posteriores ⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾. Sin embargo, a pesar de las ventajas que ofrecían estas resinas, clínicamente se evidenció que no conservaban un buen pulido con el paso del tiempo ⁽²⁷⁾.

2.2.3.4.4. Resinas compuestas híbridas modernas o microhíbridas:

Las resinas compuestas denominadas híbridas modernas poseen un gran porcentaje de relleno de partículas que son submicrométricas que ocupan más del 60% en volumen del material, el tamaño reducido de sus partículas va desde 0.4-1 µm que junto al porcentaje de relleno otorga una mejor resistencia al desgaste y mejora las propiedades mecánicas, entre sus desventajas se encuentran que son difíciles para pulir y el brillo de la superficie se pierde muy rápido ⁽²⁶⁾.

Estas resinas microhíbridas ofrecen resultados que son muy satisfactorios, pero no pueden proporcionar la calidad en cuanto al pulido de una resina de microrelleno, que presentan una matriz orgánica de elevada calidad y cuyas partículas son de tamaño reducido ⁽²⁷⁾. Además, como presentan un mayor porcentaje de porción inorgánica si las comparamos con las resinas de microrelleno, las resinas microhíbridas están menos propensas a la absorción y tienen propiedades mecánicas mejores ⁽²⁷⁾.

2.2.3.5. Resinas compuestas de nanopartículas:

Las resinas compuestas han estado en constante evolución a partir del año 1962 con Bowen, hasta entonces ninguna resina ha logrado reunir las propiedades funcionales de una restauración posterior con las cualidades estéticas adecuadas que se obtienen en una

restauración anterior ⁽²⁷⁾. Hasta que las resinas microhíbridas que fueron manipuladas a escala nanométrica en su porción inorgánica, dando así origen a las denominadas resinas compuestas de nanopartículas ⁽²⁷⁾.

La introducción de la nanotecnología tiene como objetivo estudiar todo aquello que mide entre 0.1 hasta 100 nm, esta innovación ha permitido obtener nanopartículas y con ello se han conseguido nuevas propiedades para las resinas compuestas, de manera que se ha logrado elaborar resinas compuestas universales que pueden presentar un alto grado durante el pulido con mejores propiedades mecánicas ⁽²⁷⁾. Gracias a la nanotecnología las resinas pueden ofrecer alta translucidez, excelente pulido que son similares a las resinas microrelleno pero a la vez manteniendo tanto las propiedades físicas como la resistencia al desgaste que son semejantes a las de las resinas híbridas ⁽²⁶⁾.

Este tipo de resinas poseen partículas de relleno con tamaños menores a 10nm (0.01 µm) que se disponen individualmente o agrupados (“nanoclusters” o nanoagregados) de aproximadamente 75nm ⁽²⁶⁾.

Las resinas compuestas se consideran que son de nanopartículas cuando sus dimensiones se encuentran entre 0.1-100nm, mientras que se denominan nanohíbridas a aquellas en donde se incorporan partículas de dimensiones que son superiores a los 100nm. En este caso, las denominadas resinas nanohíbridas serían o se clasificarían dentro de las microhíbridas pues ofrecen el mismo comportamiento mecánico y pulido ⁽²⁷⁾. Las resinas de nanorellenos o nanohíbridos son dos tipos de compuestos que hacen referencia actualmente a los denominados “nanocompuestos” ⁽²⁸⁾.

2.2.3.5.1. Resinas compuestas empleadas en el estudio

● Resina Filtek TMZ350 XT (3M)

Descripción:

La resina compuesta FiltekTM Z350XT es un material restaurador que se activa a través de la luz visible y que está diseñada para emplearla en restauraciones anteriores y posteriores ⁽²⁹⁾. Es un composite universal versátil que brinda resistencia y excelente estética con lo que se obtienen resultados con gran naturalidad y duración con un sistema fácil de usar, con una nanotecnología verdadera que retiene el pulido ⁽³⁰⁾.

Composición:

Filtek™ Z350 XT contiene bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA, los rellenos que contiene son una mezcla de rellenos de sílice no aglomerado/no agregado con un tamaño de 20 nm; rellenos de circonio de 4-11nm no aglomerado/no agregado y rellenos *cluster* agregado de sílice/circonio (partículas de sílice 20nm y circonio de 4-11nm) ⁽²⁹⁾. El relleno inorgánico posee una carga de aproximadamente un 72,5% en peso (55,6% en volumen) para las tonalidades translúcidas y un 78,5% en peso (63,3% en volumen) en el resto de tonalidades ⁽²⁹⁾.

Características ⁽²⁹⁾:

- Disponible en una gran variedad de tonos para dentina, esmalte, cuerpo y translúcidos.
- Los tonos son radiopacos.
- El producto se debe polimerizar bajo una luz halógena o LED de una intensidad que sea mínimo de 550 mW/cm² ⁽²⁹⁾.

Indicaciones⁽²⁹⁾:

- Restauraciones directas tanto para restauraciones anteriores como posteriores, además se incluyen caras oclusales.
- Restauraciones indirectas tipo inlays, onlays y carillas.
- Para la reconstruir muñones.
- Para ferulizaciones ⁽²⁹⁾.

● Resinas IPS Empress direct (Ivoclar Vivadent)

Descripción:

IPS Empress Direct es una resina compuesta radiopaca y fotocurable indicada para la confección de restauraciones con altas exigencias, tanto anteriores como posteriores ⁽³¹⁾⁽³²⁾. Está disponible en 32 colores, a través de los cuales se logra crear diferentes caracterizaciones anatómicas debido a sus óptimas características de manejo ⁽³²⁾.

Composición:

Esta resina está contiene una matriz de monómeros con dimetacrilatos (20-21.5% en peso), además de rellenos que contienen vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, óxidos mixtos,

dióxido de silicio y copolímeros que representan (77.5-79% en peso) ⁽³¹⁾. También tiene componentes adicionales como aditivos, estabilizadores, catalizadores y pigmentos que viene a ser <1% en peso, su contenido total de los rellenos inorgánicos es del 75-79% en peso (52-59% en volumen) y el tamaño de las partículas de relleno inorgánico se encuentra entre 40nm y 3µm, en promedio de sus partículas es 550nm ⁽³¹⁾.

Características:

- Los monómeros van a determinar la resistencia, contracción y las propiedades a la hora de manipular la resina compuesta ⁽³³⁾.
- El óxido mixto esférico mejora la calidad del brillo del composite ⁽³³⁾.
- Su polimerización con la luz se produce con una longitud de onda de 400-500nm ⁽³¹⁾.

Indicaciones⁽³¹⁾:

- Restauraciones anteriores (clase III y IV).
- Restauraciones posteriores (clase I y II).
- Restauraciones cervicales (clase V, casos de caries a nivel cervical, erosión radicular).
- Para corregir posiciones o forma de los dientes (cerrar diastemas, alargar bordes incisales).
- Carillas directas ⁽³¹⁾.

● **Resina microhíbrida: Filtek Z250 (3M)**

Descripción:

Filtek Z250 es un material de restauración radiopaco y fotopolimerizable, que sirve para restauraciones anteriores y posteriores, disponible en una variedad de tonos ⁽³⁴⁾.

Composición:

Esta resina contiene BIS-GMA, UDMA y BIS-EMA. El relleno es de circonio/sílice, siendo la carga del relleno inorgánico del 60% (volumen) con un tamaño de partícula entre 0.01-3.5µm ⁽³⁴⁾.

Características⁽³⁴⁾:

- Disponible en varios tonos.
- Los tonos son radiopacos.
- Su polimerización se da con exposición a luz halógena o LED mediante una intensidad que debe ser mínima de 400 mW/cm^2 ⁽³⁴⁾.

Indicaciones⁽³⁴⁾:

- Restauraciones directas tanto anteriores como posteriores.
- Reconstrucción de muñones.
- Ferulizaciones.
- Restauraciones indirectas como inlays, onlays y carillas ⁽³⁴⁾.

2.2.4. Propiedades mecánicas de las resinas compuestas

2.2.4.1. Grado de contracción volumétrica

La contracción se define como pérdida del volumen, es decir, en una cavidad dental, esta pérdida compromete la interface resina-diente ⁽³⁵⁾. El grado de contracción volumétrica que pueden llegar a tener las resinas compuestas durante su polimerización se encuentra entre 1.35% - 7.1%, que conjuntamente con el stress de polimerización y el grado de conversión monómero-polímero vienen a ser los motivos principales durante el fracaso de una restauración de resina compuesta, produciéndose así fallas en cuanto a cohesión y adhesión ⁽³⁶⁾. Esta propiedad de las resinas compuestas únicamente depende de la matriz orgánica, es decir, de la cantidad de reacciones que puedan producirse dentro de la misma, que hace que incremente con el grado de conversión y se disminuya con el aumento del peso molecular de los monómeros ⁽³⁷⁾.

2.2.4.2. Microdureza de Vickers

La microdureza superficial se emplea para valorar el grado de polimerización de las resinas compuestas y cuya definición hace referencia a la resistencia que ofrece un material a la penetración o indentación de forma permanente en su superficie ⁽³⁸⁾. Para medir la microdureza se emplea la prueba de dureza de Vickers, que utiliza un indentador de diamante que es específico para las resinas compuestas, pues se emplea en materiales que

generalmente no tienen ninguna forma de recuperarse elásticamente y es inversamente proporcional al espesor de las capas de una resina compuesta convencional ⁽³⁶⁾⁽³⁹⁾.

2.2.4.3. Deflexión cuspídea

Se denomina deflexión cuspídea al fenómeno que ocurre cuando dos paredes opuestas se quedan altas y débiles, en donde se produce una contracción que puede provocar una deformación que podría llegar a disminuir la distancia intercuspídea hasta un 2%, lo que significaría que exista riesgo de que se fracture la restauración y también hayan cambios en la oclusión ⁽⁴⁰⁾. Esta propiedad de las resinas compuestas es directamente proporcional al grado de contracción de la polimerización ⁽³⁶⁾.

2.2.4.4. Resistencia a la compresión

La resistencia compresiva es la capacidad de una resina compuesta de resistir presiones verticales cuando se produce la masticación, mide la cantidad de tensión como máximo puede soportar el material antes de que pueda fracturarse ⁽³⁶⁾. Durante el proceso masticatorio o en movimientos parafuncionales la mayor parte de las fuerzas que se transmiten en la zona posterior son compresivas y este tipo de fuerza puede provocar fracturas en la restauración y a su vez en la pieza dental ⁽⁴¹⁾.

2.2.4.5. Profundidad de curado

La profundidad de curado es aquella propiedad que determina que tan eficaz es la polimerización, mediante la técnica incremental empleada para la aplicación de resinas compuestas existen ciertos inconvenientes como que exista poca la profundidad de curado y esto provoque que la conversión del monómero en la cavidad sea escasa, todo esto hará que con el paso del tiempo se degrade la resina compuesta, las propiedades mecánicas sean insuficientes y también existan reacciones biológicas que sean adversas debido a que se liberaron monómeros que no lograron fotocurarse totalmente ⁽³⁶⁾.

2.2.5. Propiedades físicas de las resinas compuestas

2.2.5.1. Rugosidad superficial

La rugosidad superficial se define como la existencia de irregularidades que forman parte del relieve de una superficie real y que se encuentran definidas convencionalmente dentro de un área, en donde las ondulaciones y errores de forma han sido eliminados, es decir,

hace referencia a la existencia de porosidades en la superficie de una resina compuesta (36)(42).

La rugosidad media (Ra) es la “media aritmética de las salidas verticales del perfil de la superficie” (43). La unidad Ra es el principal parámetro empleado en la descripción de la rugosidad de una superficie plana, siendo la medida que más se utiliza en la mayor parte de estudios que valoran la rugosidad de los materiales de resina compuesta (3)(12). Para medir la rugosidad superficial se emplean dispositivos denominados perfilómetros o rugosímetros, que tienen un bajo costo, son prácticos y nos dan resultados con valores numéricos (9).

La rugosidad superficial de una resina compuesta depende de factores intrínsecos que hacen referencia: tipo de material, tipo de relleno, a la forma, tamaño y distribución de sus partículas de relleno, composición de la matriz de resina, grado de polimerización y durabilidad de la combinación relleno/matriz; y factores extrínsecos que se relacionan con el sistema de acabado y pulido e incluye la forma geométrica de los instrumentos, la flexibilidad, la dureza de los granos abrasivos, la habilidad del operador y la manera en la que se lleva a cabo la técnica (44).

2.3. Rugosímetro Mitutoyo SJ-210

Es un dispositivo portátil que mide rugosidades para su empleo a pie de máquina, permite palpar superficies de distintas piezas y hace el cálculo de la rugosidad de una superficie en base a estándares de rugosidad y emite resultados (45). El detector del rugosímetro posee un palpador que detecta las irregularidades mínimas que se encuentra en la superficie de un material, realizando un desplazamiento de forma vertical durante todo su trayecto, procesando y visualizando los valores en la pantalla del SJ-210 (45).

Tabla 1. Características del rugosímetro

Palpador de diamante	
Rango de desplazamiento	16 mm
Rango de medición	360 μm (-200 μm /+160 μm)
Velocidad de medición	0.25/0.5/0.75 mm/s

Presión de medición	0.75 mN
----------------------------	---------

Fuente: Mitutoyo Corporation, s.f. ⁽⁴⁵⁾

2.4. Acabado y pulido

El proceso de acabado y pulido debe ser de calidad pues ambos son aspectos de importancia dentro del procedimiento de restauración en donde se ve mejorada tanto la estética, así como la longevidad del diente restaurado ⁽⁴⁴⁾. Un protocolo de acabado y pulido es efectivo cuando se logra una mimética en relación al esmalte dental, pues se observará con más naturalidad ⁽⁴⁶⁾.

2.4.1. Objetivos del acabado y pulido

- Eliminar los excesos del material de restauración.
- Ayudar a eliminar la capa inhibida por el oxígeno.
- Quitar la rugosidad superficial de las restauraciones.
- Reducir las zonas de retención evitando la acumulación de la placa bacteriana.
- Disminuir el riesgo de que se pigmenten las resinas compuestas.
- Evitar que aparezcan caries secundaria ⁽⁴⁷⁾.

2.4.1.1. Acabado

El acabado hace referencia al procedimiento de adaptación de la resina compuesta al diente ⁽⁴⁸⁾. Tiene como objetivo eliminar los excesos que son macroscópicos y también darle contornos a la restauración, dándole su morfología correspondiente, cuando realizamos este procedimiento en una restauración toda la parte de la superficie se remueve por un conjunto de cortes, en donde se deja una superficie áspera, la cual requiere de un pulido ⁽⁵⁾⁽⁴⁹⁾.

2.4.1.2. Pulido

El término pulido hace referencia al proceso de eliminación de irregularidades de la superficie con la finalidad de lograr una superficie que sea lo más lisa posible ⁽⁴⁸⁾. Este procedimiento consiste en suavizar, alisar y darle brillo a la superficie de la restauración,

siendo uno de los parámetros que representan el éxito del tratamiento ⁽⁴⁹⁾. Existen múltiples sistemas para pulir, que constan de puntas, discos y copas que a su vez se encuentran impregnadas de abrasivos como óxido de aluminio y carburo de silicio ⁽⁵⁰⁾.

2.4.2. Instrumental de acabado y pulido

2.4.2.1. Fresas multilaminadas

Se denominan así a las fresas de carburo que tienen más de 12 hojas de corte, cuanto mayor sea el número de hojas menor va a ser la cantidad del material extraído, estas fresas se clasifican de acuerdo a la cantidad de sus hojas y de acuerdo a su forma ⁽⁴⁷⁾:

- Según la cantidad de hojas ⁽⁴⁷⁾:
 - Fresas de 12 hojas de corte: eliminan el exceso de la resina compuesta.
 - Fresas de 18 hojas de corte: para el alisado y pulido.
 - Fresas de 24 hojas de corte: dan brillo ⁽⁴⁷⁾.
- Según su forma⁽⁴⁷⁾:
 - Fresa de fisura: elimina excedentes de las caras vestibulares anteriores y otorga anatomía a las fosas y surcos.
 - Fresa flama: redefine las vertientes.
 - Fresa de capullo: define los surcos y crestas de las caras oclusales en piezas posteriores y las palatinas y linguales en anteriores.
 - Fresa cilíndrica: en caras vestibulares anteriores y posteriores.
 - Fresa bala: define surcos y fosas, los márgenes gingivales.
 - Fresa piriforme: se emplea en concavidades y enmarca las fosas centrales en oclusal.
 - Fresa troncocónica: marca las vertientes de crestas de las cúspides ⁽⁴⁷⁾.

2.4.2.2. Copas, puntas y discos siliconados

Son gomas de silicona impregnadas de óxido de aluminio y diamantes abrasivos que vienen en diferentes formas y granulometrías, que están codificadas de acuerdo al color de la goma y sirven para dar alisar y dar brillo a la restauración ⁽⁴⁷⁾⁽⁵¹⁾.

- Según el color ⁽⁴⁷⁾:
 - Marrón y negro: poseen granos abrasivos para remover excesos de los composites.
 - Verde: inician el alisado.
 - Azul: se utilizan para el alisado medio.
 - Rosa: se emplean para terminar el alisado.
 - Amarillo: dan brillo y gran pulido.
 - Blanco: para dar un elevado brillo ⁽⁴⁷⁾.
- Según su forma ⁽⁴⁷⁾:
 - Puntas: se emplean en fosas y surcos.
 - Copas: se utilizan para vertientes y cúspides.
 - Discos: en superficies vestibulares e interproximales ⁽⁴⁷⁾.

2.4.2.3. Discos flexibles abrasivos

Los discos flexibles abrasivos se emplean para el acabado y pulido de resinas compuestas, están diseñados para ser utilizados en los márgenes vestibulares y linguales en piezas anteriores y están recubiertos de óxido de aluminio con diferentes granos abrasivos ⁽⁴⁷⁾. Estos discos varían de acuerdo a cada casa comercial y generalmente suelen dividirse en 4, que van desde el grano grueso (color oscuro) al grano superfino (color claro) y que son de fácil identificación de acuerdo a la codificación del color según el grano de las partículas abrasivas ⁽⁵²⁾.

- **Discos Sof-Lex (3M ESPE):**

Descripción:

Los discos de acabado y pulido Sof-Lex™ son discos flexibles que están recubiertos de óxido de aluminio, son muy fáciles de utilizar y se consideran como líderes del mercado para producir resinas de alta calidad ⁽⁵³⁾. Los discos vienen codificados según el color lo que permite escoger de manera secuencial el grano apropiado de forma lógica, cada disco posee un agujero redondo metálico que se inserta en el mandril, son reversibles y fáciles de

cambiar y además, vienen en cuatro grados de abrasividad, desde el grano grueso al superfino y discos vienen disponibles en dos tamaños 13 mm y 9mm de diámetro ⁽⁵³⁾.

Tabla 2. Sistema de acabado y pulido Sof-Lex (3M ESPE)

Sistema de pulido Sof-Lex™	Grado de abrasividad	Tamaño promedio aproximado de la partícula	Fabricante
Naranja oscuro	Grueso	92-98 µm	3M ESPE
Naranja medio	Mediano	25-29 µm	3M ESPE
Naranja claro	Fino	16-21 µm	3M ESPE
Amarillo	Superfino	2-5 µm	3M ESPE

Fuente: Dennis T, Zoltie T, Wood, D & Altaie, A, 2021 ⁽⁵⁴⁾

Características ⁽⁵⁵⁾:

- En promedio el tiempo de uso por cada disco es de aproximadamente 15-20 segundos.
- Es recomendable realizar el lavado de la superficie restaurada cada vez que se emplee un disco de grano distinto al anterior.
- Los discos son materiales de un solo uso.
- El mandril debe recibir limpieza y esterilización entre un paciente y otro ⁽⁵⁵⁾.

Indicaciones ⁽⁵⁵⁾:

- Se emplean para el pulido de resinas compuestas, materiales de microrelleno, amalgamas, metales semipreciosos y preciosos.
- Se puede emplear de manera segura cerca de la porción gingival y en interproximal que tenga contactos muy ajustados, es decir, zonas intraorales de acceso restringido.
- Son útiles para el acabado y pulido de las troneras de restauraciones ⁽⁵⁵⁾.

2.4.2.4. Tiras interproximales de acabado y pulido

Las tiras interproximales son tiras de lija que poseen un hueco libre de abrasivo en su parte central con dos grados abrasivos por tira a cada lado que permite el acceso a la porción interproximal, generalmente se presentan en 4 tipos de granos abrasivos desde el grueso al superfino que se identifican mediante codificación de color, pero depende la casa comercial. Son útiles para el acabado y pulido del área interproximal de las piezas dentarias ⁽⁴⁷⁾⁽⁵⁶⁾.

2.4.2.5. Piedras diamantadas

Son las fresas de diamante que vienen en distinta granulometría y forma, se identifican porque vienen codificadas por colores en su aro y se clasifican por anillos de color de acuerdo a su grosor ⁽⁴⁷⁾⁽⁵¹⁾.

- Anillo negro: es de grano súper grueso y se emplea para el tallado en prótesis.
- Anillo verde: es de grano grueso y se utiliza para gran tallado cavitario.
- Anillo azul: grano medio, para tallado cavitario.
- Anillo rojo: grano fino, para pulir.
- Anillo amarillo: grano extrafino y se emplea para dar brillo y gran pulido.
- Anillo blanco: grano ultrafino, para dar alto brillo ⁽⁴⁷⁾.

2.4.2.6. Pastas para pulir

Las pastas de pulido son el complemento ideal para dar el toque final al pulido de la resina compuesta, cuyo principal componente es el óxido de aluminio que otorga un brillo a la restauración parecido al esmalte natural, se debe colocar un poco de pasta de pulir en el interior de una copa para pulir de grano extrafino durante el pulido final y se recomienda utilizar la pasta conjuntamente con escobillas o discos de fieltro ⁽⁴⁷⁾.

2.4.2.7. Cepillos para pulir

Son las escobillas que poseen un vástago de metal que se adapta en la pieza de baja velocidad, están compuestas por dimetacrilato de uretano bañado con partículas de diamantes abrasivos y están diseñados de forma especial para sacarle el brillo a una restauración que ha sido previamente tratada ⁽⁴⁷⁾.

2.4.3. Protocolo de acabado y pulido

2.4.3.1. Pasos clínicos para el acabado

1. Se comienza en las crestas marginales en donde, mediante el uso de fresas de diamante de grano fino o discos flexibles abrasivos de grano medio, se contacta de forma leve la superficie especialmente en la interface diente-restauración ⁽⁴⁷⁾.
2. Una vez terminada la porción marginal se procede a terminar la cara oclusal. Cuando tenemos superficies que son más irregulares, se utilizan las fresas de diamante de grano grueso y las de grano inferior para el acabado final, después de utilizar discos flexibles abrasivos de grano grueso, mediano y fino. Además, se pueden emplear fresas multilaminadas con 12 hojas de corte, es importante cerciorarse que los márgenes de la restauración se encuentren a nivel del tejido dental sano, evaluando el contacto oclusal y respetando los contornos anatómicos de las piezas dentarias ⁽⁴⁷⁾.
3. A continuación, se realiza el terminado en el área proximal para lo cual se pueden emplear fresas que sean ultra delgadas, tiras o lijas interproximales diamantadas ⁽⁴⁷⁾.
4. Realizar el acabado de la porción cervical resulta más crítico, en donde resulta indispensable haber realizado previamente un correcto posicionamiento de la matriz y cuñas ⁽⁴⁷⁾.
5. Finalmente, se pasa el explorador sobre el margen de la restauración y se verifica que exista continuidad entre el diente y la restauración ⁽⁴⁷⁾.

2.4.3.2. Pasos clínicos para el pulido

1. Se utilizan discos flexibles abrasivos de grano ultrafino, el cual debe pasarse sobre todas las superficies de la pieza dental con una velocidad máxima de 10.000 rpm durante 15-20 segundos. En la cara oclusal se pueden emplear también gomas o copas de silicona ⁽⁴⁷⁾.
2. Se emplean copas de abrasión de grano fino para las curvaturas cervicales y zonas subgingivales, realizando una ligera presión y refrigeración ⁽⁴⁷⁾.
3. Para la zona del cingulo y las superficies linguales se utilizan las ruedas de abrasión de grano fino ⁽⁴⁷⁾.

4. Se da el brillo a la restauración con pasta diamantada o pasta de óxido de aluminio, la misma que se coloca mediante una copa de silicona con movimientos circulares a baja presión y rotación por todas las superficies dentales ⁽⁴⁷⁾.
5. Luego, se emplea la escobilla de pelo de cabra a una velocidad baja durante unos 20 segundos con glicerina sólida por todas las superficies del diente ⁽⁴⁷⁾.
6. A continuación, se aplica pasta de pulir mediante el fieltro durante 20 segundos, primeramente seco y después mojando las superficies que se van a pulir ⁽⁴⁷⁾.
7. Por último, se retiran los restos acumulados en las superficies con la escobilla profiláctica y vaselina sólida y se procede a evaluar los resultados que obtuvimos ⁽⁴⁷⁾.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo no experimental y observacional.

3.2. Diseño de Investigación

El diseño de esta investigación fue descriptivo, de corte transversal, con enfoque cuantitativo y su desarrollo fue un proceso in vitro.

3.3. Población

La población de este estudio fue de tipo intencional no probabilística basada en criterios de selección considerando como referencia la investigación publicada en Arabia Saudita, 2017 por Magdy NM et al. ⁽⁵⁷⁾. La misma que estuvo conformada por una totalidad de 60 discos de resina compuestas de color A2, con un diámetro de 8mm y 2mm de espesor, distribuidos de la siguiente manera:

- Grupo A: 20 discos de la resina IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent) ISO 4049, Liechtenstein.
- Grupo B: 20 discos de la resina Filtek Z350 XT (3M ESPE) ISO 4049, USA.
- Grupo C: 20 discos de la resina Filtek Z250 (3M ESPE) ISO 4049, USA.

3.4. Criterios de Selección

- Discos de resina compuesta IPS Empress Direct, Filtek Z350 XT y Filtek Z250.
- Discos de resina que midan 8mm de diámetro y 2mm de espesor, medidas que han sido establecidas de acuerdo a las normas ISO 4049.
- Discos de resina compuesta sin burbujas, fracturas o grietas.

3.5. Entorno

Los procedimientos de experimentación se realizaron de la siguiente manera: las muestras de resina se elaboraron en el “Centro Odontológico Salud Will Oral” en la ciudad de Sangolquí, mientras que la rugosidad superficial de las resinas compuestas fue medida y analizada en el Centro de Transferencia de Tecnologías de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica (CTT-FICM) de la Universidad Técnica de Ambato.

Este proceso inició con el diseño y fabricación de un molde especial de TPU (poliuretano termoplástico), con las siguientes medidas 8 mm de diámetro x 2mm de espesor, de acuerdo a las normas ISO 4049 para materiales a base de polímeros.

Se confeccionaron 20 discos para cada resina compuesta (IPS Empress Direct, Filtek Z350 XT y Filtek Z250), obteniendo un total de 60 discos de resina compuesta en tono A2, de la siguiente manera:

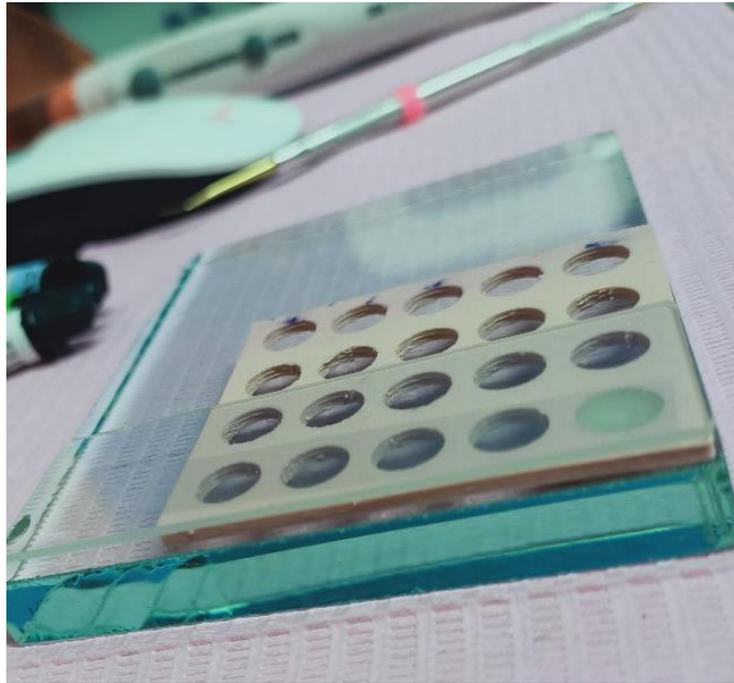
1. Se procedió a colocar una loseta de vidrio en una mesa estable y encima se ubicó el molde de manera correcta.
2. Se colocó la resina compuesta de tono A2 en el molde mediante la técnica incremental, empleando un gutaperchero de titanio (American Eagle #4) y se cubrió la parte superior del molde con una tira de celuloide (tira de mylar) y sobre la misma se colocó un portaobjetos de vidrio que medía 1mm, para eliminar el exceso del material compuesto y dar lugar a una superficie lisa, ejerciendo una presión suave ⁽⁹⁾⁽¹¹⁾⁽¹⁴⁾.

Fotografía 2. Preparación de la muestra de resina compuesta



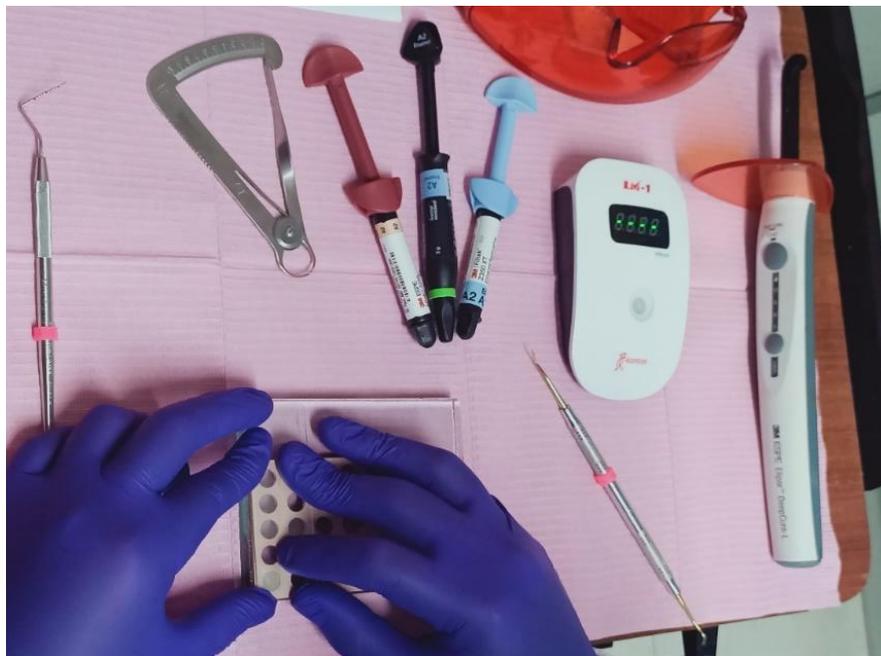
Fuente: Registro fotográfico

Fotografía 3. Portaobjetos sobre la banda celuloide y la muestra



Fuente: Registro fotográfico

Fotografía 4. Eliminación del exceso de material de resina compuesta



Fuente: Registro fotográfico

3. Antes de la polimerización se comprobó la salida de luz mediante el uso de un radiómetro LM-1 (Woodpecker) y se procedió a polimerizar la muestra tocando el portaobjetos con la lámpara LED de fotocurado Elipar™ DeepCure-L (3M ESPE) ISO 10650, USA que posee una intensidad de luz de 1470 mW/cm^2 , durante 40s a través del portaobjetos y la tira de celuloide, con una distancia recomendada de 1mm y una angulación de 90° con relación a la superficie del material de resina compuesta ⁽⁵⁸⁾.

Fotografía 5. Polimerización de la muestra a través del portaobjetos



Fuente: Registro fotográfico

4. Cada 5 muestras obtenidas del material, se comprobó la salida de la luz, empleando un radiómetro LM-1 (Woodpecker) para observar que los valores que irradiaba se encontraran por encima de los 1000 mW/cm^2 ⁽¹⁴⁾.

Fotografía 6. Comprobación de la intensidad de la luz



Fuente: Registro fotográfico

5. Este procedimiento se fue realizando con cada una de las resinas propuestas hasta obtener el total de 60 muestras, conforme se iba obteniendo las muestras se fueron colocando en una caja Petri señalizada de acuerdo al tipo de resina. Cabe destacar que todas las muestras fueron señalizadas y calibradas para verificar que cumplieran con las dimensiones correspondientes.

Fotografía 7. Calibración de las muestras



Fuente: Registro fotográfico

- FASE 2: Medición inicial de la rugosidad superficial

Una vez obtenidas y separadas las muestras, de acuerdo al tipo de resina compuesta, estas fueron trasladadas en tres cajitas Petri al Centro de Transferencia de Tecnologías de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica (CTT-FICM) de la Universidad Técnica de Ambato, en donde se tomaron las primeras medidas iniciales de la rugosidad con un rugosímetro digital Mitutoyo Surftest SJ-210 ISO 1997, supervisado por el Ingeniero Sebastián Villegas, encargado del área de laboratorio de materiales de la FICM. Según el informe técnico CTT-2023-057 del CTT-FICM de la UTA (ANEXO 1), se realizó un método de medición de rugosidad aplicable en superficies planas obteniendo valores de la media aritmética de rugosidad (R_a , μm), proceso de medida realizado que cumple con las normas ISO 4287-1997.

Fotografía 8. Calibración del rugosímetro



Fuente: Registro fotográfico

Para iniciar con la medición de rugosidad se procedió a alinear las muestras con el eje de desplazamiento del palpador, para lo cual se colocaron los discos de resina sobre un soporte metálico y fueron fijados al mismo con cinta doble faz. A continuación, se seleccionaron los parámetros a medir, en este caso los valores Ra. Se debe tomar en cuenta que antes de efectuar las mediciones de la rugosidad en las muestras se debe calibrar el equipo de medición con la galga de calibración que debe estar cercana a los $2.94 \mu\text{m}$ (Ra).

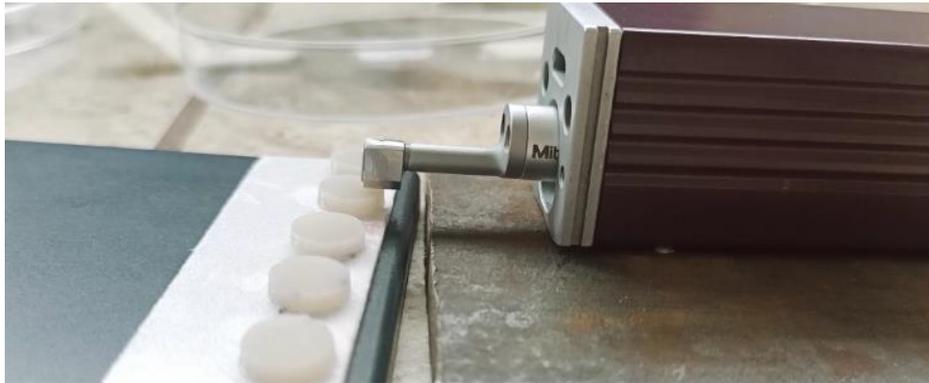
Fotografía 9. Medición de la rugosidad superficial



Fuente: Registro fotográfico

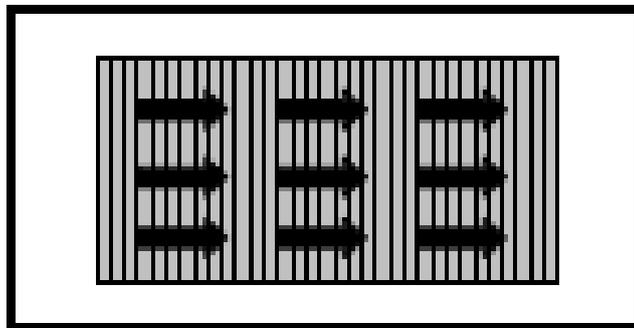
Las mediciones se realizaron de forma perpendicular a las líneas de corte, tal como se indica en el Gráfico 1 , con una fuerza de tensión de 0.75Mn, con corte estándar de 1.00 mm, de longitud transversal 0.8 mm , con una altura de amplitud de 2.5 μm y con la velocidad del palpador de 0.5 mm/s ⁽³⁾. Los datos obtenidos de rugosidad fueron registrados y tabulados.

Fotografía 10. Recorrido del palpador sobre la muestra



Fuente: Registro fotográfico

Gráfico 1. Medición en forma perpendicular a las líneas de corte



Fuente: Informe técnico CTT-2023-057 del CTT-FICM de la UTA

- FASE 3: Acabado y pulido

Una vez obtenidos los valores de rugosidad inicial para las muestras, se procedió a seleccionar aleatoriamente 5 muestras de cada tipo de resinas (grupo control) y se las colocó en otra caja Petri, quedando 15 muestras de cada resina que fueron acabadas y pulidas para posteriormente, volver a medir la rugosidad final.

Fotografía 11. Materiales e instrumental para el acabado y pulido



Fuente: Registro fotográfico

Las muestras se acabaron con una fresa de diamante fina ($50\mu\text{m}$) ISO 514 (roja), seguida de una fresa de diamante extrafina ($20\mu\text{m}$) ISO 504 (amarilla), para ambas se empleó la pieza de alta con una velocidad aproximada de 200 000 rpm con refrigeración de agua durante 20s cada una ⁽¹⁰⁾⁽⁵⁹⁾. Se realizó una marca lateral en cada muestra, de manera que cada fresa se empleó con una presión de manera uniforme y paralela a la superficie de la muestra, en una sola dirección, siguiendo la marca antes mencionada ⁽⁶⁰⁾⁽⁶¹⁾. Además, cabe mencionar que se emplearon estas fresas para de alguna manera estandarizar las muestras y a la vez simular el procedimiento clínico que se realizaría para el acabado de restauraciones de resinas compuestas, pues se sabe que las fresas de diamante son de uso común que son más eficientes en cuanto a corte y duración que otro tipo de fresas como las de carburo o acero inoxidable, sin embargo, estas fresas se desgastan tras múltiples empleos por lo que es necesario reemplazarlas tras 5 usos tal y como indicada la literatura, es por ello que, en este estudio, las fresas de diamante fueron reemplazadas después de cada 5 muestras ⁽¹⁰⁾⁽⁶²⁾⁽⁶³⁾.

Fotografía 12. Acabado con fresa de diamante

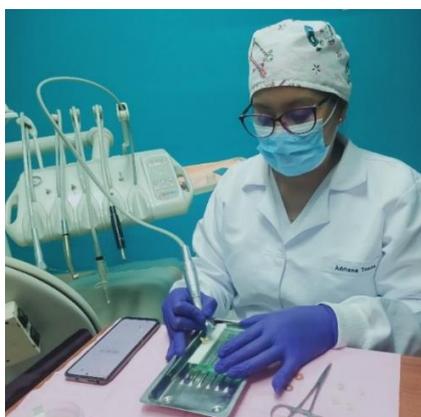


Fuente: Registro fotográfico

Antes de iniciar con el pulido, las muestras fueron fijadas mediante cinta doble faz a una loseta de vidrio para tener mayor estabilidad durante el pulido. Entonces, para pulir cada muestra se empleó la pieza de mano de baja con una velocidad aproximada de 10 000 rpm y discos Sof-Lex (3M ESPE) en todos los grados de abrasividad, es decir, iniciando por el disco de grano grueso (color naranja oscuro) y terminando con el disco superfino (color amarillo). El tiempo empleado en cada disco fue de 20 s (según las indicaciones del fabricante), se pulió toda la superficie de la muestra sin refrigeración y siguiendo un movimiento de cepillado de forma circular que simuló la práctica clínica y a la vez evitando el riesgo de que las muestras se rayen ⁽⁶⁰⁾⁽⁵⁴⁾.

Se pulieron 15 muestras de cada grupo experimental de resinas compuestas con discos Sof-Lex (sistema de 4 pasos)⁽³⁾:

Fotografía 13. Pulido de las muestras



Fuente: Registro fotográfico

- Paso 1 (disco de grano grueso): se colocó el disco grueso (color oscuro) en el mandril y se aplicó sobre la muestra durante 20s, luego se lavó y secó con la jeringa triple durante 10s ⁽³⁾.
- Paso 2 (disco de grano medio): se colocó el disco medio (naranja medio) en el mandril y se aplicó sobre la muestra durante 20s, luego se lavó y secó con la jeringa triple durante 10s ⁽³⁾.
- Paso 3 (disco de grano fino): se colocó el disco fino (naranja claro) en el mandril y se aplicó sobre la muestra durante 20s, luego se lavó y secó con la jeringa triple durante 6s ⁽³⁾.

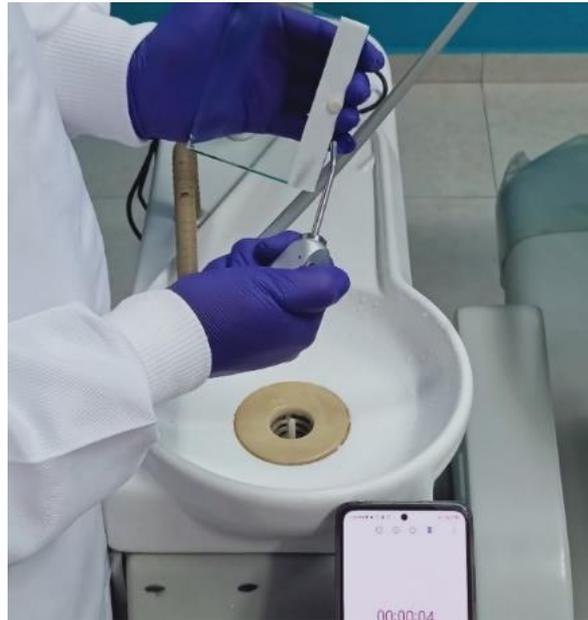
Fotografía 14. Pulido con disco Sof-Lex



Fuente: Registro fotográfico

- Paso 4 (disco de grano superfino): se colocó el disco superfino (amarillo) en el mandril y se aplicó sobre la muestra durante 20s, luego se lavó y secó con la jeringa triple durante 6s ⁽³⁾.

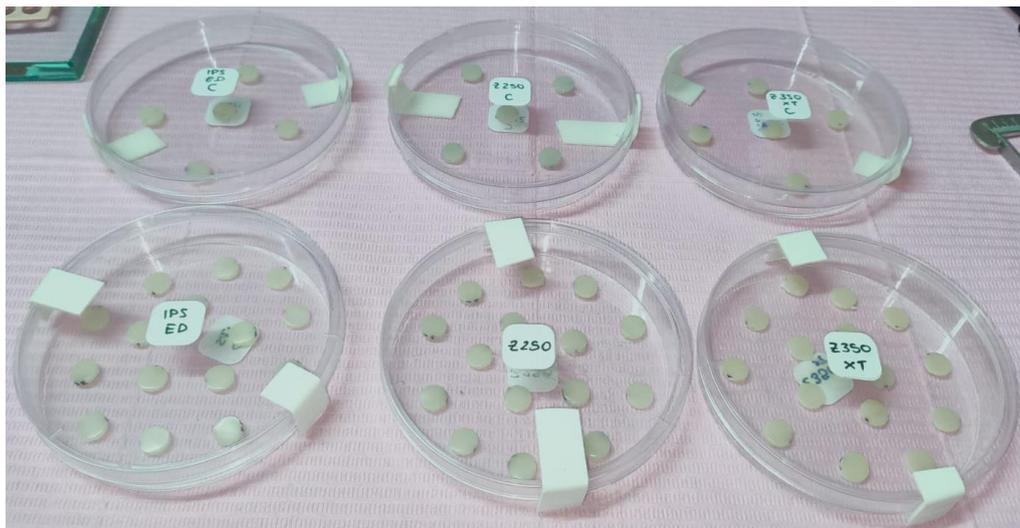
Fotografía 15. Lavado y secado de las muestras antes del siguiente disco



Fuente: Registro fotográfico

Para cada una de las muestras, los discos fueron descartados y cambiados por unos nuevos, después de cada paso del pulido, todas las muestras fueron enjuagadas de forma minuciosa con agua destilada y se secaron con aire antes de iniciar con el siguiente paso del pulido ⁽⁴⁾.

Fotografía 16. Muestras pulidas



Fuente: Registro fotográfico

- FASE 4: Medición final de la rugosidad superficial

Luego de realizar el acabado y pulido de las muestras, se procedió a trasladarlas nuevamente al CTT-FCIM para tomar la medición final de la rugosidad de las muestras tanto las pulidas como las del grupo control.

Fotografía 17. Medición final de rugosidad



Fuente: Registro fotográfico

3.9. Operacionalización de variables

3.9.1. Variable independiente:

Tabla 3. Resina compuesta

Caracterización	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Son materiales compuestos que contienen partículas de relleno inorgánicas sumergidas en una matriz orgánica donde las partículas inorgánicas	Resina nanohíbrida Resina nanorelleno Resina microhíbrida	Tipo de resina Contenido de relleno (%)	Observación	Bitácora

están cubiertas de un agente que las une denominado silano ⁽⁶⁴⁾ .				
--	--	--	--	--

Elaborado por: Adriana Toaza

3.9.2. Variable independiente:

Tabla 4. Sistema de pulido

Caracterización	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Discos de pulido con granulaciones de óxido de aluminio, que posee 4 grados de abrasión que va desde el grano grueso al superfino, se identifican fácilmente por su código de color ⁽⁵²⁾ .	Sistema de pulido discos Sof-Lex (3M ESPE)	Diferentes grados de abrasión	Observación	Bitácora

Elaborado por: Adriana Toaza

3.9.3. Variable dependiente:

Tabla 5. Rugosidad superficial

Caracterización	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Es un conjunto de irregularidades de una superficie real que se definen de forma convencional en una región en donde los errores de la forma y las ondulaciones se han eliminado ⁽⁶⁵⁾ .	Irregularidades	Valores de rugosidad media Ra (μm)	Observación	Rugosímetro

Elaborado por: Adriana Toaza

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de las muestras antes del sistema de pulido

Estadísticos	IPS ED (Antes)	Z350 XT (Antes)	Z250 (Antes)
Media	0.085	0.111	0.122
Mediana	0.082	0.120	0.122
Desviación estándar	0.029	0.019	0.010
Mínimo	0.012	0.070	0.093
Máximo	0.160	0.131	0.134
CV	34%	17%	8%

Fuente: Informe técnico CTT-2023-057 del CTT-FICM procesado en SPSS versión 27.

Análisis:

Los valores que aparecen en la Tabla 6 corresponden a las 60 muestras de resina compuesta antes de realizar el procedimiento de acabado y pulido, es decir, corresponde a la superficie que fue polimerizada a través de la tira de celuloide, específicamente 20 para cada tipo de resina empleada. Se puede observar que los valores promedio para la resina IPS Empress Direct fueron $0.085\mu\text{m}$ y para las resinas Z350 XT y Z250, fueron $0.111\mu\text{m}$ y $0.122\mu\text{m}$ respectivamente.

Tabla 7. Estadísticos descriptivos de las muestras después del sistema de pulido

Estadísticos	IPS ED (Después)	Z350 XT (Después)	Z250 (Después)
Media	0.181	0.186	0.195
Mediana	0.177	0.196	0.195
Desviación estándar	0.024	0.038	0.043
Mínimo	0.134	0.124	0.135
Máximo	0.225	0.235	0.280
CV	13%	20%	22%

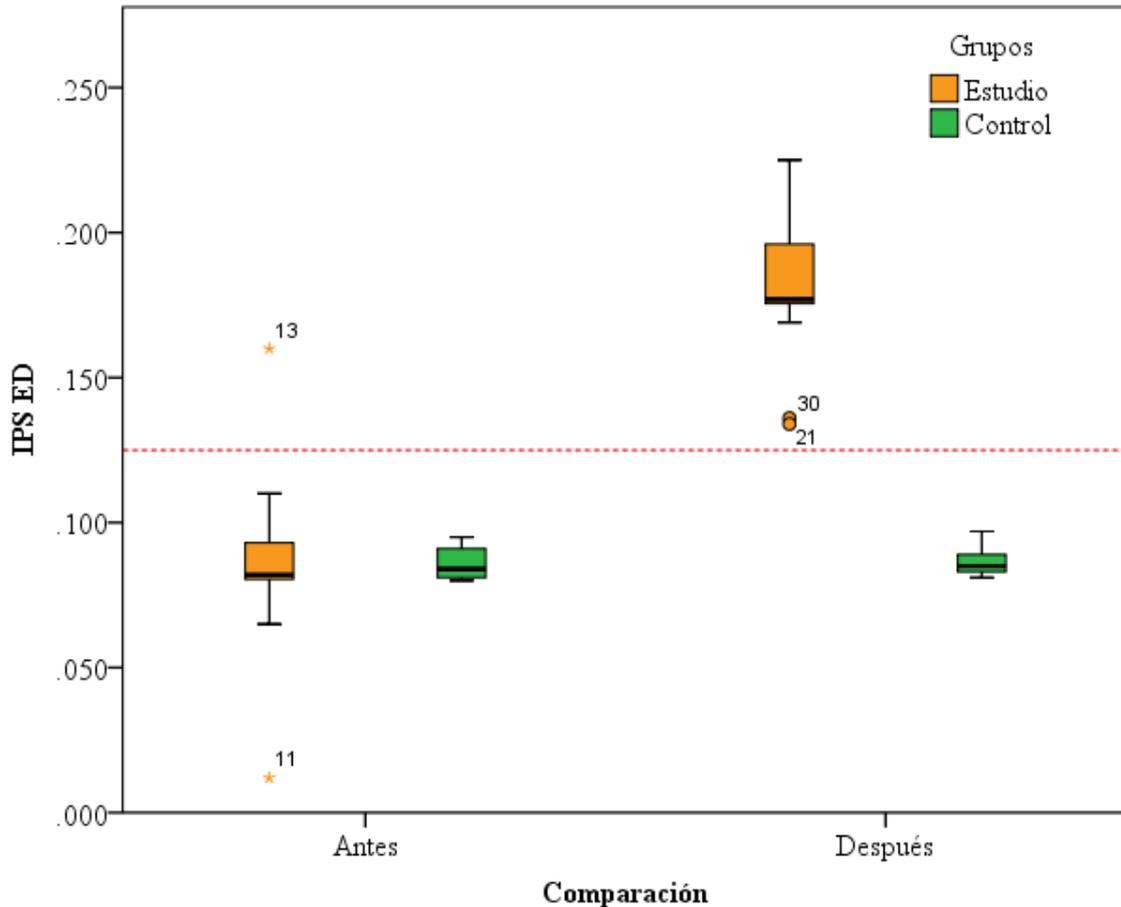
Fuente: Informe técnico CTT-2023-057 del CTT-FICM procesado en SPSS versión 27.

Análisis:

La Tabla 7 muestra los valores promedio de los 45 discos de resina tras la aplicación del sistema de acabado y pulido, cabe especificar que 15 discos actuaron como grupo control al que no se le aplicó ningún protocolo de acabado y pulido. Se puede evidenciar que la rugosidad superficial de las muestras aumentó en comparación con la rugosidad medida en

la superficie que fue fotocurada a través de la tira de celuloide. Siendo la rugosidad más alta para la resina Z250 (3M) con un promedio de $0.195 \mu\text{m}$, seguida de la resina Z350 XT (3M) con $0.186 \mu\text{m}$ y por último la resina IPS Empress Direct con $0.181 \mu\text{m}$, dando a notar que los dos valores últimos son muy similares.

Gráfico 2. Comparación entre grupos antes y después del sistema de pulido (IPS ED)



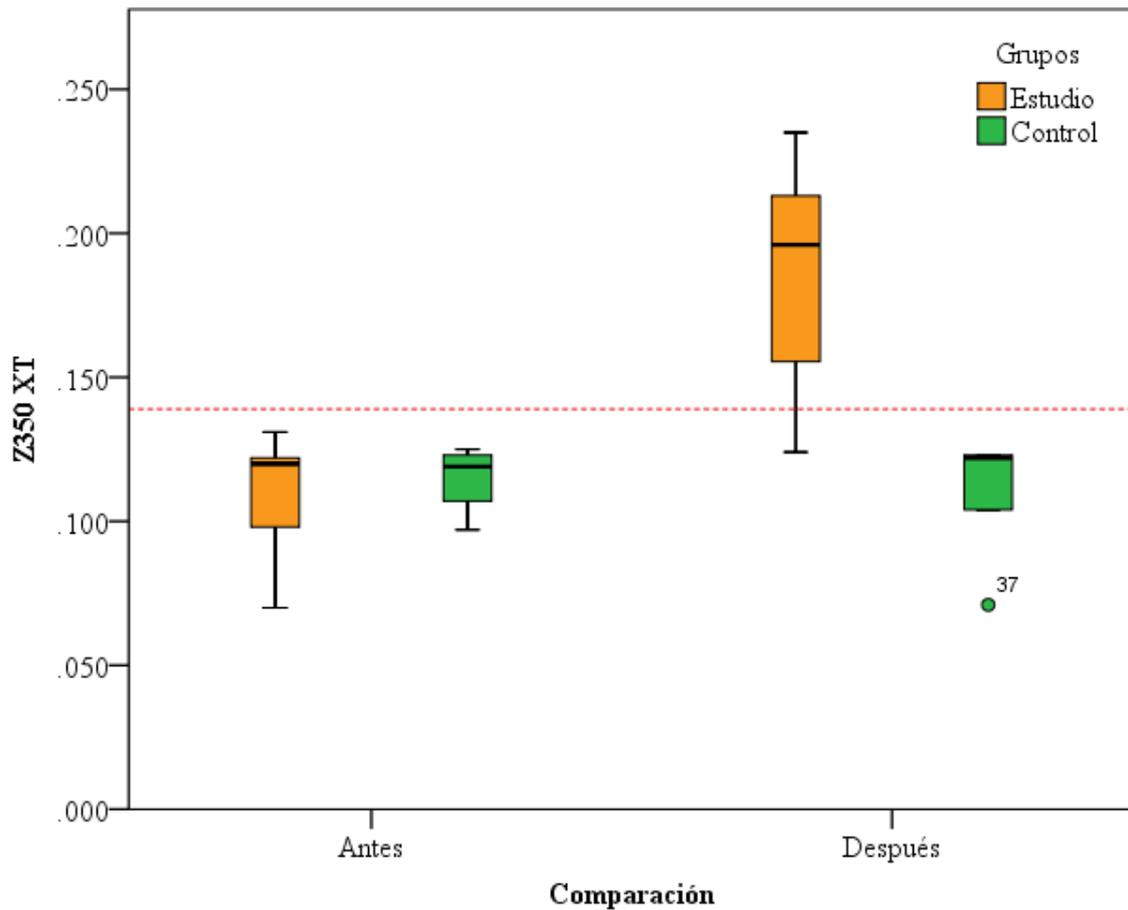
Fuente: Informe técnico CTT-2023-057 del CTT-FICM procesado en SPSS versión 27.

Análisis:

En el gráfico 2 se puede observar que para la resina IPS Empress Direct, los valores dentro del grupo control se mantuvieron, mientras que la rugosidad superficial después de la aplicación del protocolo de acabado y pulido aumentó en comparación con la textura medida tras la tira de celuloide. Teniendo como valores promedio $0.091 \mu\text{m}$ (antes) y $0.181 \mu\text{m}$ (después); y como valores máximos $0.160 \mu\text{m}$ (antes) y $0.225 \mu\text{m}$ (después) y mínimos $0.065 \mu\text{m}$ (antes) y $0.134 \mu\text{m}$ (después). Este posible aumento puede deberse a que cuando

se realiza el acabado y pulido se elimina la matriz que existe entre las diferentes partículas de relleno y entonces estas partículas tienden a sobresalir de la superficie.

Gráfico 3. Comparación entre grupos antes y después del sistema de pulido (Z350 XT)

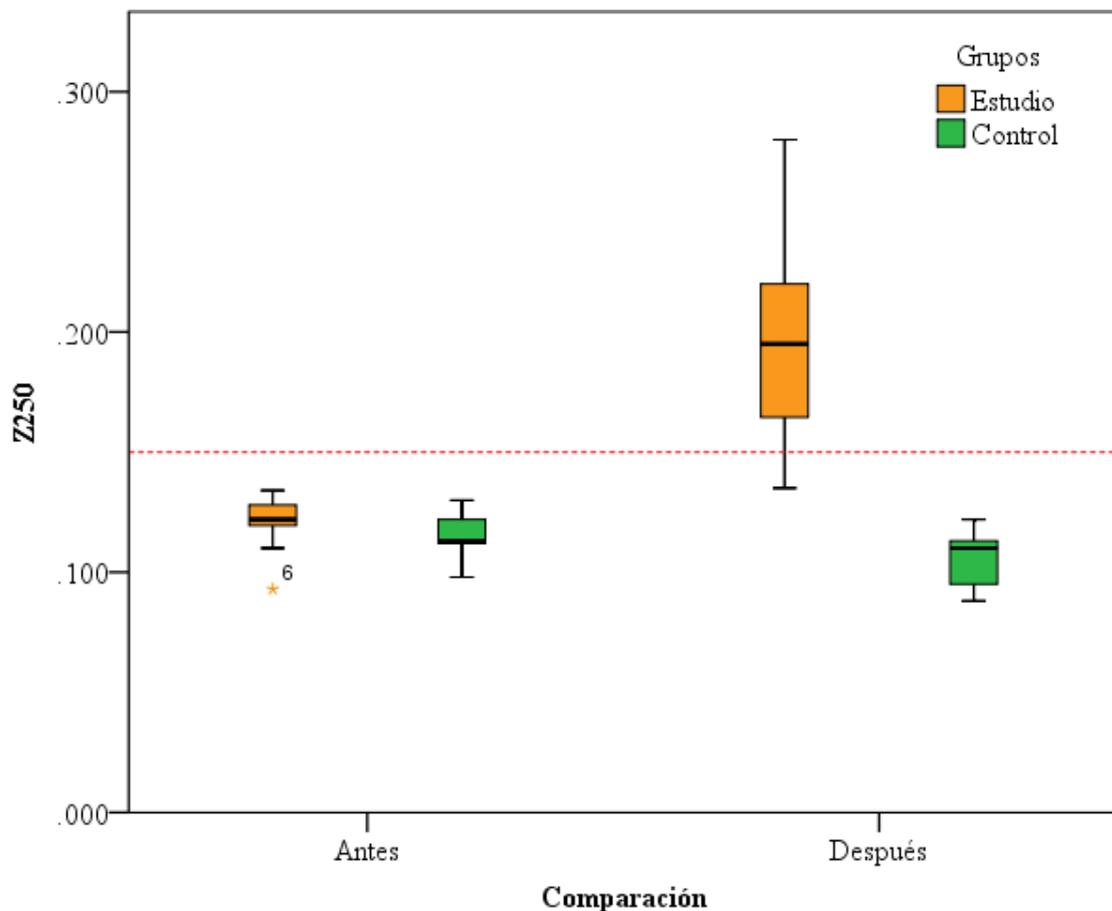


Fuente: Informe técnico CTT-2023-057 del CTT-FICM procesado en SPSS versión 27.

Análisis:

En el gráfico 3 se puede observar que para la resina Z350 XT, los valores dentro del grupo control se mantuvieron, mientras que la rugosidad superficial después de la aplicación del protocolo de acabado y pulido aumentó en comparación con la textura medida tras la tira de celuloide. Teniendo como valores promedio $0.111 \mu\text{m}$ (antes) y $0.186 \mu\text{m}$ (después); y como valores máximos $0.131 \mu\text{m}$ (antes) y $0.235 \mu\text{m}$ (después) y mínimos $0.070 \mu\text{m}$ (antes) y $0.124 \mu\text{m}$ (después). Este aumento se muestra por encima del valor promedio podría ser causado durante el acabado y pulido, en donde, se elimina la matriz que existe entre las diferentes partículas de relleno y entonces estas partículas tienden a sobresalir de la superficie.

Gráfico 4. Comparación entre grupos antes y después del sistema de pulido (Z250)



Fuente: Informe técnico CTT-2023-057 del CTT-FICM procesado en SPSS versión 27.

Análisis:

En el gráfico 4 se puede observar que para la resina Z250, los valores dentro del grupo control se mantuvieron, mientras que la rugosidad superficial después de la aplicación del protocolo de acabado y pulido aumentó en comparación con la textura medida tras la tira de celuloide. Teniendo como valores promedio $0.122 \mu\text{m}$ (antes) y $0.195 \mu\text{m}$ (después); y como valores máximos $0.134 \mu\text{m}$ (antes) y $0.280 \mu\text{m}$ (después) y mínimos $0.093 \mu\text{m}$ (antes) y $0.135 \mu\text{m}$ (después). El aumento se muestra por encima del valor promedio podría deberse por que se realiza el acabado y pulido se elimina la matriz que existe entre las diferentes partículas de relleno y entonces estas partículas tienden a sobresalir de la superficie.

Tabla 8. Análisis comparativo de significancia antes y después

	F	Sig.	t	gl	p
IPS ED	0.003	0.955	-9.726	28	0.00*
Z350 XT	5.753	0.023	-6.88	28	0.00*
Z250	16.519	0.000	-6.346	28	0.00*
IPS ED (Control)	0.121	0.737	-0.197	8	0.85
Z350 XT (Control)	1.463	0.261	0.492	8	0.64
Z250 (Control)	0.387	0.551	1.148	8	0.28
p<0,05					

Fuente: Informe técnico CTT-2023-057 del CTT-FICM procesado en SPSS versión 27.

Análisis:

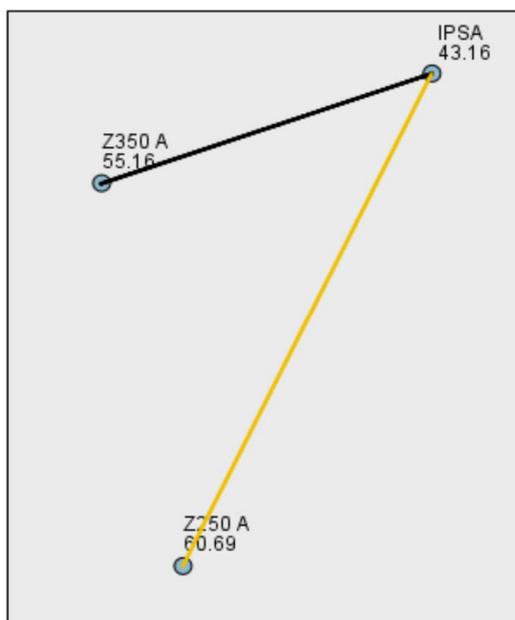
La tabla 8 muestra los resultados de una prueba t-Student de muestras independientes para comparar la rugosidad superficial de tres resinas diferentes (IPS ED, Z350 XT y Z250) con respecto a sus respectivos grupos de control.

Los valores de F y Sig. corresponden a la prueba de igualdad de varianzas entre los grupos, donde un valor significativo de p indica que las varianzas son diferentes y se debe utilizar la corrección de Welch-Satterthwaite para calcular los grados de libertad. En este caso, todos los valores de p son mayores que 0.05, lo que indica que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de igualdad de varianzas, por lo que se puede asumir que las varianzas son iguales. El valor de t muestra las estadísticas para cada grupo, que miden la diferencia entre las medias de los dos grupos en unidades de error estándar. El valor de gl indica los grados de libertad para la prueba t-Student, que se calculan de manera diferente si se asume que las varianzas son iguales o diferentes.

El valor de p muestra los valores de probabilidad asociados con cada estadística t, que indican la probabilidad de que la diferencia observada entre las medias de los grupos se deba al azar. En este caso, todos los valores de p son muy bajos (menores que 0.05), lo que sugiere que hay evidencia estadística significativa para rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias y concluir que hay una diferencia significativa entre las medias de los grupos. En resumen, los resultados indican que hay una diferencia significativa en la rugosidad superficial entre las tres resinas antes y después del sistema de pulido y sus respectivos grupos de control. Además, se encontró que las varianzas de los grupos son iguales. Los valores de p asociados con las estadísticas t son muy bajos, lo que indica que

la diferencia entre las medias de los grupos es estadísticamente significativa. Se puede concluir que las tres resinas tienen una rugosidad superficial significativamente diferente antes y después del procedimiento de pulido y que en el caso de los grupos de control no se evidenciaron cambios significativos.

Gráfico 5. Comparación entre grupos



Fuente: Informe técnico CTT-2023-057 del CTT-FICM procesado en SPSS versión 27.

Tabla 9. Comparación entre muestras

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig
Z350A -Z250 A	-5.529	7.278	-0.76	1
IPSA - Z350 A	-12	7.278	-1.649	0.298
IPSA -Z250 A	-17.529	7.278	-2.408	0.048

Fuente: Informe técnico CTT-2023-057 del CTT-FICM procesado en SPSS versión 27.

Tabla 10. Prueba de Kruskal Wallis

	Rugosidad
Chi-cuadrado	6.064
gl	2
Sig. asintótica	0.048
a Prueba de Kruskal Wallis	
b Variable de agrupación: Grupo	

Fuente: Informe técnico CTT-2023-057 del CTT-FICM procesado en SPSS versión 27.

La tabla 9 y el gráfico 5 presenta los resultados de una prueba de análisis intragrupo que comparó tres muestras diferentes: Muestra 1 (Z350A), Muestra 2 (Z250A) e IPSA. Incluye información sobre el estadístico de prueba, el error estándar, el estadístico de prueba estándar y la significancia (Sig). No se proporciona información adicional sobre el contexto del estudio o la variable evaluada.

Para la comparación entre la Muestra 1 (Z350A) y la Muestra 2 (Z250A), se observa que el estadístico de prueba es de -5.529, lo que sugiere que hay una diferencia significativa entre estas dos muestras.

Para la comparación entre la Muestra 1 (Z350A) e IPSA, se observa que el estadístico de prueba es de -12, lo que sugiere que también hay una diferencia significativa entre estas dos muestras.

Finalmente, para la comparación entre la Muestra 2 (Z250A) e IPSA, se observa que el estadístico de prueba es de -17.529, lo que sugiere una diferencia significativa entre estas dos muestras.

En general, la tabla 10 sugiere que hay diferencias significativas en algún aspecto medido entre las tres muestras evaluadas.

4.2 Discusión

En la presente investigación se obtuvieron los valores de la rugosidad de la superficie de tres materiales de restauración de resina compuesta: una de nanorelleno (Filtek Z350 XT, 3M ESPE), una nanohíbrida (IPS Empress Direct, Ivoclar Vivadent) y una microhíbrida (Filtek Z250, 3M ESPE) antes y después del procedimiento de acabado y pulido. Según los resultados obtenidos, los valores de la rugosidad superficial más bajos se encuentran en el grupo de muestras fotocuradas contra la tira de celuloide o Mylar, lo que concuerda con estudios previos de Soliman et al. (2021)⁽¹⁰⁾ en el cual se obtuvieron las superficies más suaves en comparación a las muestras pulidas, evidentemente esto no sería aplicable dentro de un ámbito clínico real. Sin embargo, la literatura menciona que es necesario eliminar la capa de la resina compuesta más externa a través del empleo de sistemas de acabado y pulido para lograr una restauración que sea resistente, mucho más dura y con un color estable ⁽¹⁰⁾. Por su parte, Nasoohi, Hoorizad y Tabatabaei (2017)⁽⁶⁶⁾ mencionan que la razón por la cual, la rugosidad superficial más baja se encuentra en las muestras que tuvieron contacto con la tira de celuloide, es debido a que con el acabado y pulido se elimina la

matriz que hay entre las partículas de relleno y como consecuencia, las partículas sobresalen de la superficie del material compuesto van a aumentar la rugosidad superficial ⁽⁶⁶⁾.

De acuerdo a los resultados obtenidos durante la investigación se pudo observar que la resina compuesta IPS Empress Direct fue la que obtuvo el menor valor de rugosidad superficial con un Ra (0.181 μm) y un CV menor (13%) en comparación con el resto de materiales compuestos, esto concuerda con el estudio de Soliman et al. (2021)⁽¹⁰⁾ quienes estiman que el resultado se atribuye a la nanotecnología, es decir, al elevado contenido de relleno, a la reducción en el tamaño del relleno y a la distribución de forma uniforme del relleno adentro de la matriz de resina ⁽¹⁰⁾. Takahashi et al. ⁽⁶⁷⁾ en su estudio afirma que IPS ED esmalte contiene rellenos finos de vidrio de bario de 0.4 μm que dan características favorables de pulido y elevado brillo superficial ⁽⁶⁷⁾. Otro estudio similar de Midobuche et al. ⁽⁴³⁾ confirmó que IPS ED presentó la menor rugosidad de superficie con el sistema Soflex acercándose a valores obtenidos con la banda de celuloide ⁽⁴³⁾.

Según el análisis comparativo de significancia, al comparar el grado de rugosidad superficial resultante para cada resina compuesta antes y después de aplicar el sistema de acabado y pulido, se pudo constatar que la rugosidad superficial de los tres tipos de resinas fue significativamente diferente antes y después del acabado y pulido, con valores $p < 0.05$, es decir, que fue afectada por el acabado y pulido. Sin embargo, en el caso del grupo control, se puede observar que los valores $p > 0.05$, lo que sugiere que no se evidenciaron cambios significativos. Estudios realizados por Soliman et al.⁽¹⁰⁾ y Nasoohi et al. ⁽⁶⁶⁾, coinciden en que las superficies que se obtuvieron al fotocurar tras la tira de celuloide de todas las resinas estudiadas fueron significativamente mucho más suaves que aquellas muestras que estaban pulidas, es decir, que existió un cambio evidente que afectó la rugosidad de la superficie.

En este estudio, se pudo evidenciar que las resinas IPS Empress Direct y Z350 XT obtuvieron menores valores de rugosidad superficial que Z250 después de realizar el proceso de acabado y pulido, según las pruebas estadísticas. Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Soliman et al.⁽¹⁰⁾, en el que los compuestos nanohíbrido y nanorelleno obtuvieron menores valores de rugosidad en comparación con Z250, esta diferencia se le atribuye a la técnica de fabricación con nanotecnología, debido a que los nanocompuestos tienen más contenido de relleno, así como un reducido tamaño de relleno

y una distribución de forma uniforme en la matriz de la resina, es por ello, que las partículas de relleno se colocan lo más próximas para proteger a la matriz de resina de los sistemas abrasivos, pues el desgaste que se produce va a romper las partículas primarias que están de forma individual en vez de romper las partículas que son más grandes ⁽¹⁰⁾. En el caso de la resina microhíbrida posee un tamaño de partículas más grande, lo que provoca que se forme una superficie más áspera ya que se desprenden las partículas de relleno tras el desgaste de la matriz resinosa en el pulido ⁽⁶⁸⁾.

Se espera que, mediante el pulido, el elevado contenido de relleno proteja a la matriz resinosa de la excesiva abrasión, obteniendo superficies más suaves ⁽⁶⁹⁾. En este caso, se empleó el sistema de discos Sof-lex en sus cuatro grados de abrasividad durante 20 segundos por cada disco, pues la evidencia científica actual demuestra que este sistema es el más eficaz para crear superficies lisas, esto se debe a que utiliza de forma secuencial discos con abrasividad menor, además el sistema emplea abrasivos relativamente más duros que las partículas de relleno de la resina, pues si se diera lo contrario, con el pulido solo se eliminaría la matriz blanda y quedarían sobresaliendo las partículas de relleno en la superficie ⁽¹⁰⁾. La literatura afirma que cuando la rugosidad de una superficie se encuentra por encima de $0.2 \mu\text{m}$ tiende a elevarse la probabilidad de que se retengan microorganismos, de igual forma una rugosidad que sea mayor a $0.5 \mu\text{m}$ provoca que esta aspereza sea detectada por la lengua del paciente, lo que provocaría la insatisfacción del tratamiento ⁽⁷⁰⁾. En esta investigación todos los valores de rugosidad media Ra se encontraron por debajo del umbral donde es más propenso a acumularse la placa bacteriana, coincidiendo con los resultados de Soliman et al.⁽¹⁰⁾, quienes evaluaron la rugosidad de la superficie de cuatro resinas diferentes tras el acabado y pulido con tres sistemas distintos y donde informaron que los valores promedio de la rugosidad de las resinas se encontraban por debajo del límite en donde es probable que se acumule placa bacteriana $0.2 \mu\text{m}$ ⁽¹⁰⁾.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El presente estudio se determinó la rugosidad superficial de tres tipos de materiales de restauración de resina compuesta: Filtek Z350 XT (3M ESPE), IPS Empress Direct (Ivoclar Vivadent) y Filtek Z250 (3M ESPE), que fueron seleccionados por ser marcas reconocidas y disponibles en el mercado. Los valores promedio antes de la aplicación del sistema de acabado y pulido fueron: para Z350 XT (0.111 μm), para IPS ED (0.085 μm) y para Z250 (0.122 μm), mientras que los valores medios tras el acabado y pulido fueron: para Z350 XT (0.186 μm), para IPS ED (0.181 μm) y para Z250 (0.195 μm). Cabe destacar que los valores Ra para las superficies fotocuradas bajo la tira de celuloide fueron menores en comparación a los valores de la rugosidad superficial en las muestras que recibieron el protocolo de acabado y pulido, en todas las resinas compuestas.

Se estableció que la resina compuesta que obtuvo el menor valor de rugosidad superficial tras la aplicación del sistema de acabado y pulido fue IPS Empress Direct con un valor de rugosidad media (0.181 μm), en comparación con las otras resinas estudiadas.

Se comparó el grado de rugosidad superficial resultante para cada tipo de resina compuesta tanto antes como después de aplicar el sistema de acabado y pulido, en donde se pudo observar que los tres materiales de restauración obtuvieron una rugosidad en su superficie que fue significativamente diferente antes y después ($p < 0.05$) y en el caso de los grupos de control no se evidenciaron cambios significativos ($p > 0.05$).

Finalmente, al evaluar la rugosidad de la superficie de las resinas compuestas de nanorelleno (Z350 XT), nanohíbrida (IPS ED) y microhíbrida (Z250) tras la aplicación del sistema de acabado y pulido, se pudo evidenciar que existió un cambio significativo en la rugosidad superficial entre los dos nanocompuestos (Z350 XT e IPS ED) y la resina microhíbrida con el mismo sistema de acabado y pulido Sof-Lex, esto se puede deber a que la resina Z250 posee un tamaño de partículas más grande, lo que provoca que se forme una superficie más áspera ya que se desprenden las partículas de relleno tras el desgaste de la matriz de resina en el acabado y pulido.

5.2. Recomendaciones

Al determinar la rugosidad superficial en los diferentes compuestos del estudio y al evidenciar que existió un cambio sustancial en la capacidad de pulido cuando se eliminó la capa superficial creada por la tira de celuloide, se recomienda para futuros estudios tomar en cuenta otros sistemas de acabado y pulido de manera que se pueda conseguir un protocolo mediante el cual se logre conseguir una topografía de la superficie que se asemeje a la obtenida con la banda de celuloide, ya que es la que menos Ra produce y así obtener restauraciones exitosas a largo plazo.

En concordancia con los resultados obtenidos tras el estudio realizado, se recomienda la utilización de la resina nanohíbrida IPS Empress Direct, debido a que este fue el material compuesto que menores valores de rugosidad nos ofreció junto con el menor CV (13%) de todas las muestras.

Se recomienda realizar estudios parecidos sobre rugosidad superficial, en condiciones diferentes, en donde se tome en cuenta el uso de refrigerante durante el acabado y pulido, de manera que se observe si existen cambios significativos antes y después, ya que este estudio no utilizó refrigeración, pues siguió las indicaciones del fabricante.

Es recomendable, valorar la rugosidad superficial en otras resinas compuestas tanto nanohíbridas como nanorelleno para observar si existen o no cambios significativos entre ellas, de manera que nos permita como profesionales elegir entre una u otra y poder brindar resultados altamente estéticos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lin GSS, Ghani NRNA, Ismail NH, Singbal K, Noorani TY MN. New Experimental Zirconia-Reinforced Rice Husk Nanohybrid Composite and the Outcome of Its Surface Roughness and Microhardness in Comparison with Commercialized Nanofilled and Microhybrid Composite Resins. *Contemp Clin Dent*. 2021;12(1):21–7.
2. Oliveira del Rio JA, Carrera-Bayas IA, Sandoval-Pedauga S. Una mirada acerca de la estética dental. *Polo del Conoc*. 2017;2(10):46.
3. Zhang L, Yu P, Wang XY. Surface roughness and gloss of polished nanofilled and nanohybrid resin composites. *J Dent Sci [Internet]*. 2021;16(4):1198–203. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jds.2021.03.003>
4. Chong-Gamero K. RUGOSIDAD DE UNA RESINA COMPUESTA MANIPULADA CON PINCEL LUEGO DE EMPLEAR DOS SISTEMAS DE PULIDO. ESTUDIO in vitro. *Rev cient odontol [Internet]*. 2015;3(1):249–55. Available from: <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/odontologica/article/view/71/80>
5. Lamas-Lara, César; Alvarado-Menacho, Sergio; Angulo de la Vega G. Importancia del acabado y pulido en restauraciones directas de resina compuesta en piezas dentarias anteriores . Reporte de Caso. *Rev Estomatol Hered*. 2015;25(2):145–51.
6. Arana-Correa, Beatriz. ; Arana-Gordillo, Luis; Hurtado, Danna; Quiceno Bravo, Isabela; Villegas Giraldo DSNW. Cambios en rugosidad de resinas compuestas extraclaras expuestas al humo de cigarrillo. *AVFT*. 2019;38(4):466–9.
7. Aguilera, Abraham; Romo G. Resinas en odontología estética. *Cienc Cierta*. 2017;(1):4.
8. Campos LA, Costa MA, Bonafé FSS, Marôco J, Campos JADB. Psychosocial impact of dental aesthetics on dental patients. *Int Dent J*. 2020;70(5):321–7.
9. Kocaagaoglu H, Aslan T, Gürbulak A, Albayrak H, Taşdemir Z, Gumus H. Efficacy of polishing kits on the surface roughness and color stability of different composite resins. *Niger J Clin Pract*. 2017;20(5):557–65.

10. Soliman HAN, Elkholy NR, Hamama HH, El-Sharkawy FM, Mahmoud SH, Comisi JC. Effect of Different Polishing Systems on the Surface Roughness and Gloss of Novel Nanohybrid Resin Composites. *Eur J Dent.* 2021;15(2):259–65.
11. Aydın N, Topçu FT, Karaođlanođlu S, Oktay EA, Erdemir U. Effect of finishing and polishing systems on the surface roughness and color change of composite resins. *J Clin Exp Dent.* 2021;13(5):446–54.
12. Jaramillo-Cartagena R, López-Galeano EJ, Latorre-Correa F, Agudelo-Suárez AA. Effect of polishing systems on the surface roughness of nano-hybrid and nano-filling composite resins: A systematic review. *Dent J.* 2021;9(8).
13. St-Pierre L, Martel C, Crépeau H, Vargas MA. Influence of polishing systems on surface roughness of composite resins: Polishability of composite resins. *Oper Dent.* 2019;44(3):E122–32.
14. Alkhadim YK, Hulbah MJ, Nassar HM. Color shift, color stability, and post-polishing surface roughness of esthetic resin composites. *Materials (Basel).* 2020;13(6):1–12.
15. Angerame D, De Biasi M. Do nanofilled/nanohybrid composites allow for better clinical performance of direct restorations than traditional microhybrid composites? a systematic review. *Oper Dent.* 2018;43(4):E191–209.
16. Meyers I, Hallett K. Restorative Dentistry and Teeth For Life. *Aust Dent J.* 2019;64(S1):S3.
17. Carrillo Sánchez C. El ciclo repetitivo en la Odontología Restauradora. *Rev la Asoc Dent Mex.* 2021;78(5):283–90.
18. Bersezio C, Zambrano G, Chaple Gil AM, Estay J, Fernández E. Evaluation of dental esthetics self-perception in patients treated with two different types of tooth whitening [Evaluación de la autopercepción de estética dental en pacientes tratados con dos modalidades distintas de blanqueamiento dental]. *Rev Cubana Estomatol [Internet].* 2020;57(2):1–13. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85087609237&partnerID=40&md5=7722930dffe7988ed252a729b0feb23b>
19. Devoto W, Saracinelli M, Manauta J. Composites en la clínica diaria: cómo elegir el

- material correcto y simplificar las técnicas de aplicación en los dientes anteriores. Eur J Esthet Dent [Internet]. 2010;3(3):226–48. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-the-european-journal-esthetic-dentistry-312-articulo-composites-clinica-diaria-como-elegir-X2013148810565497>
20. García Gargallo M, Martínez Vázquez de Parga JA, Celemín Viñuela A. Propiedades estéticas de las resinas compuestas. Rev Intern Prot Estomatol. 2011;13(1):11–22.
 21. Guisela Janeth LM, Perea-Corimaya E, Portilla-Miranda S, Juela-Moscoso C. Fundamentos Para Elegir Una Resina Dental Fundamentals for Choosing a Dental Resin. Rev OACTIVA UC Cuenca. 2019;4:55–62.
 22. Bayne SC, Ferracane JL, Marshall GW, Marshall SJ, van Noort R. The Evolution of Dental Materials over the Past Century: Silver and Gold to Tooth Color and Beyond. J Dent Res. 2019;98(3):257–65.
 23. Alzraikat H, Burrow MF, Maghaireh GA, Taha NA. Nanofilled resin composite properties and clinical performance: A review. Oper Dent. 2018;43(4):E173–90.
 24. Conceicao EN. Odontología Restauradora. Salud y estética. 2ª. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2008. 135 p.
 25. Blanco J, Sanz C. Rehabilitación de la sonrisa mediante resinas compuestas. Gac Dent. 2013;(1):8.
 26. Rodriguez, Douglas; Pereira N. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontológica Venez. 2008;46(3).
 27. Hirata R. Tips. claves en odontología estética. 1st ed. Medica Panamericana; 2012.
 28. Khurshid Z, Zafar M, Qasim S, Shahab S, Naseem M, AbuReqaiba A. Advances in nanotechnology for restorative dentistry. Materials (Basel). 2015;8(2):717–31.
 29. ESPE 3M Dental Products. Filtek™ Z350 XT Universal Restorative. USA; 2021.
 30. 3M. Restaurador Universal 3M™ Filtek™ Z350 XT [Internet]. 2022. Available from: https://www.3m.com.ec/3M/es_EC/p/d/b00007977/
 31. Ivoclar Vivadent Clinical. IPS Empress® Direct. Schaan/Liechtenstein; 2017.
 32. IVOCLAR VIVADENT S.L.U. IPS Empress® Direct El composite altamente

- estético [Internet]. Madrid-España; 2017. Available from: <https://www.dentalcastro.com.uy/wp-content/uploads/2018/06/IPSEmpressDirect.pdf>
33. IVOCLAR VIVADENT. IPS Empress Direct. Documentación científica. Liechtenstein; 2010.
 34. 3M ESPE. Filtek™ Z250. USA; 2021.
 35. Moradas Estrada M, Álvarez López B. Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. Av Odontoestomatol [Internet]. 2017;33(6):261–72. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852017000600002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
 36. Tamariz Ordóñez PE, Benavides Velepucha JB, Casa Zaruma JH. COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LAS RESINAS BULK FILL VERSUS RESINAS CONVENCIONALES COMPARISON OF MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF BULK-FILL RESINS VERSUS CONVENTIONAL RESINS. 2021;9.
 37. Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006;11(2):215–20.
 38. Valverde-Rojas S, Montero-Aguilar M, Fernández-López O. MICRODUREZA DE LAS RESINAS COMPUESTAS MARCA FILTEK Z350 (3M®) y TPH3(DENTSPLY®) UTILIZADAS EN UN SERVICIO ODONTOLÓGICO DE LA CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL. Rev Cient Odontol. 2012;8(2):13–7.
 39. López Flores AI, González Flores A, Scougall Vilchis RJ, Toral Rizo VH, Jiménez Iniesta D. Efecto en la microdureza de resinas compuestas aplicando un recubrimiento de nanopartículas de plata inmersas en un adhesivo hidrofílico. Rev Odontológica Mex. 2020;23(4):233–9.
 40. Moradas Estrada M. ¿Es el factor de configuración la clave para el éxito de nuestras restauraciones? Relación material dependiente: Rev. bibliográfica. REDOE [Internet]. 2017; Available from: <http://www.redoe.com/print.php?id=255>

41. Acurio-Benavente P, Falcón-Cabrera G, Casas-Apayco L, Montoya Caferatta P. Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. *Odontol Vital*. 2017;(27):69–77.
42. Martínez Gutiérrez J, Lluveras Pérez EM, Marrero Águila R. Comportamiento de la rugosidad superficial del acero luego de exposición natural en exterior e interior. *Rev UDCA Actual Divulg Científica*. 2019;22(1):1–10.
43. Midobuche E, Zermeño M, Guízar J, Carrera S. Determining the polishing quality of nanofilled resins using an atomic force microscope. *Rev ADM*. 2016;73(5):255–62.
44. Silva JP, Coelho A, Paula A, Amaro I, Saraiva J, Ferreira MM, et al. The influence of irrigation during the finishing and polishing of composite resin restorations—a systematic review of in vitro studies. *Materials (Basel)*. 2021;14(7).
45. Mitutoyo Corporation. SURFTEST SJ-210 Sistema de medición de rugosidad de superficies SJ-210 Manual de usuario. In Japón; Available from: https://www.mitutoyo.eu/application/files/6115/5888/2585/BA138112_99MBB122E1_SJ-210.pdf
46. Servián L. Importancia del acabado y pulido en restauraciones con resinas compuestas en dientes anteriores. Reporte de caso clínico. *Rev Cienc Salud UP*. 2019;1(1):52–6.
47. Herrera Kenlaurys LL. PROTOCOLO SOBRE EL ACABADO Y PULIDO DE RESINAS COMPUESTAS PARA LA ESTÉTICA Y LONGEVIDAD DE LAS RESTAURACIONES. UNIVERSIDAD DE CARABOBO; 2019.
48. Shen C, Rawls HR, Esquivel-Upshaw JF. PHILLIPS. CIENCIA de los MATERIALES DENTALES. 13^a. Barcelona: Elsevier; 2022.
49. Horacio Rossi, Guillermo; Cuniberti de Rossi NE. Atlas de odontología restauradora y periodoncia: Workshop de cirugía periodontal para el practico general. Editorial Médica Panamericana; 2004.
50. García, Nadia; Huerta I. Terminación y pulido de resina compuesta [Internet]. UNIVERSIDAD SAN SEBASTIÁN. Available from: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnxjaWJjb2RvbnRvM3xneDo3M2MwMDE0NzVjNWNjMGVj>

51. Martínez Rodríguez M, Ruza Cedillo S. Intervención bucodental. 1^a. Madrid: Editorial Paraninfo; 2021.
52. 3M CHILE. Discos Sof-Lex 2380 Discos de terminado y pulido. 2017; Available from: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1507493O/dental-ficha-tecnica-discos-soflex-xt.pdf>
53. 3M ESPE Dental Products. 3M ESPE Sof-Lex™. Sistemas de Terminado y Pulido. Perfil Técnico del Producto [Internet]. St. Paul; Available from: <https://multimedia.3m.com/mws/media/180294O/sof-lextm-technical-profile.pdf>
54. Dennis T, Zoltie T, Wood D, Altaie A. Reduced-step composite polishing systems - a new gold standard? J Dent [Internet]. 2021;112(August):103769. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103769>
55. 3M ESPE. 3M ESPE Sof-Lex™ Finishing and Polishing Systems. St. Paul; 2017.
56. ESPE 3M. Tiras de acabado 3M™ Sof-Lex™ [Internet]. 2022. Available from: https://www.3m.com.es/3M/es_ES/p/d/b00007878/
57. Magdy, NM; Kola, MZ; Alqahtani, HH; Alqahtani, MD; Alghmlas A. Evaluation of Surface Roughness of Different Direct Resin-based Composites. J Int Soc Prev Community Dent. 2017;7(3):104–9.
58. Carrillo C, Monroy M. Métodos de activación de la fotopolimerización Parte II. Rev la Asoc Dent Mex. 2009;66(5):18–28.
59. Patel B, Chhabra N, Jain D. Effect of different polishing systems on the surface roughness of nano-hybrid composites. J Conserv Dent. 2016;19(1):37–40.
60. Daud A, Adams AJ, Shawkat A, Gray G, Wilson NHF, Lynch CD, et al. Effects of toothbrushing on surface characteristics of microhybrid and nanofilled resin composites following different finishing and polishing procedures. J Dent. 2020;99(April).
61. Ehrmann E, Medioni E, Brulat-bouchard N. Finishing and polishing effects of multiblade burs on the surface texture of 5 resin composites: microhardness and roughness testing. Restor Dent Endod. 2019;44(1):1–12.
62. Yadav RD, Jindal D, Mathur R. A Comparative Analysis of Different Finishing and

- Polishing Devices on Nanofilled, Microfilled, and Hybrid Composite: A Scanning Electron Microscopy and Profilometric Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2016;9(3):201–8.
63. Emir F, Ayyildiz S, Sahin C. What is the changing frequency of diamond burs? *J Adv Prosthodont.* 2018;10(2):93–100.
 64. Carrillo C, Monroy M. Materiales de resinas compuestas y su polimerización. *Rev ADM organo Of la Asoc Dent Mex.* 2009;LXV:10–7.
 65. Rubio Alonso H. Rugosidades superficiales [Internet]. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID. Departamento de Ingeniería Mecánica. Available from: https://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/disenio-mecanico-1/material_clase/ocw_rugosidades
 66. Nasoohi N, Hoorizad M, Tabatabaei SF. Effects of Wet and Dry Finishing and Polishing on Surface Roughness and Microhardness of Composite Resins. *J Dent (Tehran)* [Internet]. 2017;14(2):69–75. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29104597> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5662511>
 67. Takahashi R, Jin J, Nikaido T, Tagami J, Hickel R KK. Surface characterization of current composites after toothbrush abrasion. *Dent Mater J.* 2013;32(1):75–82.
 68. Kaminedi R, Penumatsa N, Priya T, Baroundi K. The influence of finishing / polishing time and cooling system on surface roughness and microhardness of two different types of composite resin restorations. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2014;4(December):99–104.
 69. Ereifej N, Oweis Y, Eliades G. The Effect of Polishing Technique on 3-D Surface Roughness and Gloss of Dental Restorative Resin Composites. *Oper Dent* [Internet]. 2012 Apr 1;38(1):E9–20. Available from: <https://meridian.allenpress.com/operative-dentistry/article/38/1/E9/190612/The-Effect-of-Polishing-Technique-on-3D-Surface>
 70. de Oliveira AG, Rocha RS, Spinola M da S, Batista GR, Bresciani E, Caneppele TMF. Surface smoothness of resin composites after polishing—A systematic review and network meta-analysis of in vitro studies. *Eur J Oral Sci* [Internet]. 2023 Apr 13;131(2). Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/eos.12921>

ANEXOS:

ANEXO 1: INFORME TÉCNICO CTT-2023-057 del CTT-FICM de la UTA



CENTRO DE TRANSFERENCIA Y TECNOLOGÍA FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA - UTA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA**

MEDICIÓN DE RUGOSIDAD SUPERFICIAL

Enero de 2023

AMBATO – ECUADOR

INFORME TÉCNICO CTT-2023-057

Objetivo

Establecer y mantener un método para evaluar la rugosidad superficial de un objeto o pieza producto.

Alcance

Aplicable a medición de rugosidad en superficies planas de valores obteniendo la desviación media aritmética R_a .

Proceso de medida bajo normas: ISO 4287-1997.

ANTECEDENTES:

Con fecha 04 de enero de 2023, la Srta. Adriana Touza con Cédula de identidad No: 1719227785 domiciliada en la ciudad de Quito solicita al Centro de Transferencia y Tecnología de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, medir la calidad superficial de elementos con la designación Resinas compuestas; debiendo ser medidas antes y después del realizar el SISTEMA A/P.

Se reciben 60 elementos con dimensiones de 8 mm de diámetro y 2mm de espesor y designados bajo las codificaciones IPS ED, Z350 XT y Z250. Las cuales se analizarán las 60 antes de realizar el proceso de acabado y pulido SISTEMA A/P, para luego tomar la medida de rugosidad de 45 muestras y tener los 15 restantes como parte del grupo de control.

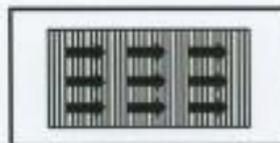
PROCESO GENERAL:

Alineación del objeto o pieza producto. Se procede antes de cada medición a alinear el objeto o pieza producto con el eje de desplazamiento del palpador.

Selección de los Parámetros a medir. Se selecciona los parámetros a medir en función de la información o documentación suministrada por el usuario o de las necesidades manifestadas por el mismo.

Antes de efectuar las respectivas mediciones de la rugosidad en las probetas se calibra el equipo de medición con la galga de calibración que debe estar cerca de $2,94 \mu\text{m}$ (R_a).

Las mediciones se realizan perpendicularmente a las líneas de corte, como se indica en la figura adjunta.



Se efectuaron las mediciones de rugosidades superficiales de las muestras solicitadas por el usuario y los respectivos datos fueron registrados y tabulados.

CONDICIONES DE ENSAYO

- Temperatura: 18 °C
- Ángulo de la pendiente del cono: 60°
- Fuerza de medición estática: 0,75 mN
- Radio de la punta: 2µm

Se selecciona el palpador en función de la medición a realizar y siguiendo los lineamientos del manual de fabricante del Rugosímetro.

Un criterio práctico aproximado de selección de palpadores podría ser el siguiente:

Ra	Palpadores de radio ap
$R_a \leq 0,4 \mu m$	2 µm o 2,4 µm
$0,4 \mu m \leq R_a \leq 6 \mu m$	5 µm
$R_a \geq 6 \mu m$	10 µm

Calibración del Equipo

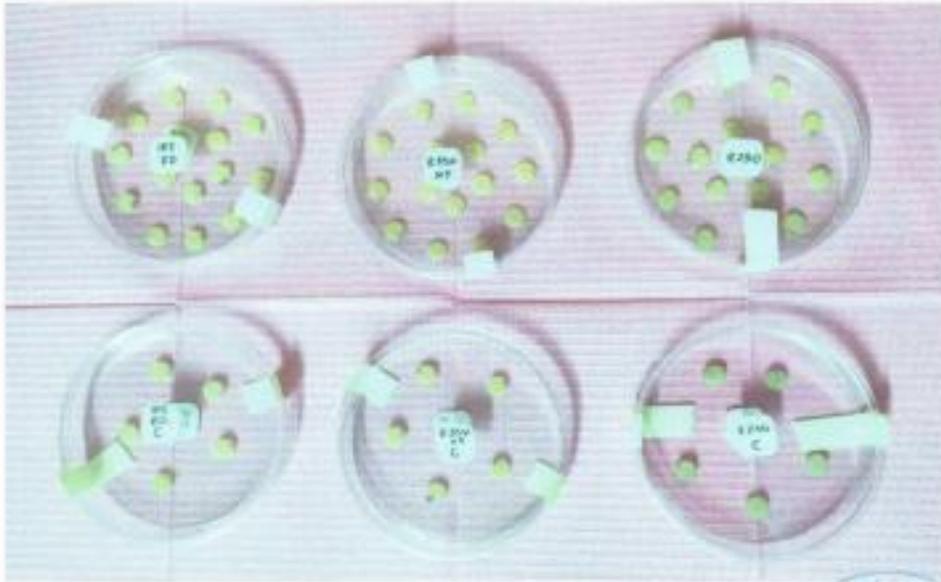
Con la medición se puede verificar un error de 0.001 µm con lo cual se asegura la fiabilidad de los resultados.



Elementos medidos

RESULTADOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA Centro de Transferencia y Tecnología			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
DATOS INFORMATIVOS:			
Fecha:	04/01/2023	Ciudad:	Ambato
Lugar:	Laboratorios de Materiales de la FICM	Campus Huachi	
Equipo:	Rugosímetro digital MITUTOYO Surftest SJ-210		
Realizado por:	Ing. Christian Pérez	Supervisado por:	Ing. Sebastián Villegas
Tipo de material:	RESINAS COMPUESTAS DENTALES	Orden:	CTT 057
PARÁMETROS DE ENSAYO			
Tipo de Medición:	Medición de rugosidad (Ra)	Norma:	ISO 4287-1997
Codificación de probetas:	Resina IPS ED, Z350 XT y Z250	N° de probetas:	60
			



Resultados de la medición de rugosidad media Ra (μm) antes del proceso de pulido

N° Probeta	IPS ED	Z350 XT	Z250
1	0,065	0,123	0,123
2	0,082	0,120	0,132
3	0,110	0,121	0,122
4	0,075	0,115	0,122
5	0,080	0,120	0,110
6	0,085	0,105	0,093
7	0,083	0,120	0,134
8	0,081	0,083	0,119
9	0,097	0,122	0,125
10	0,082	0,070	0,126
11	0,120	0,130	0,120
12	0,098	0,091	0,13
13	0,160	0,131	0,118
14	0,082	0,087	0,133
15	0,089	0,122	0,121
16	0,091	0,119	0,098
17	0,080	0,123	0,130
18	0,084	0,125	0,113
19	0,081	0,097	0,122
20	0,095	0,107	0,112

Resultados de la medición de rugosidad media Ra (μm) después del proceso de pulido

N° Probeta	IPS ED	Z350 XT	Z250
1	0,136	0,212	0,135
2	0,192	0,124	0,195
3	0,196	0,224	0,174
4	0,177	0,134	0,261
5	0,175	0,177	0,222
6	0,177	0,235	0,196
7	0,176	0,197	0,212
8	0,187	0,214	0,159
9	0,196	0,232	0,17
10	0,134	0,188	0,218
11	0,169	0,133	0,145
12	0,208	0,196	0,188
13	0,177	0,196	0,25
14	0,196	0,134	0,232
15	0,225	0,187	0,137
16	0,085	0,122	0,095
17	0,097	0,071	0,068
18	0,081	0,123	0,11
19	0,083	0,104	0,113
20	0,089	0,123	0,122

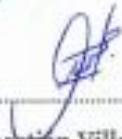


Conclusión:

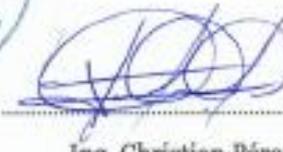
Las superficies de las resinas no son apreciables al tacto, y no se los pueden observar a simple vista.

Valor de la rugosidad Ra		Clase de rugosidad	Símbolo de rugosidad equivalente
μm	μm		
50	2 000	N 12	~
25	1 000	N 11	~
12,5	500	N 10	▽
6,3	250	N 9	▽
3,2	125	N 8	▽
1,6	63	N 7	▽
0,8	32	N 6	▽
0,4	16	N 5	▽
0,2	8	N 4	▽
0,1	4	N 3	▽
0,05	2	N 2	▽
0,025	1	N 1	▽

- o Para las muestras IPS ED, Z350 XT, Z250 se tiene una rugosidad de grado N3.

Ing. Sebastián Villegas S.
Técnico de laboratorio

Ing. Christian Pérez.
Técnico de laboratorio