



**Universidad  
Norbert Wiener**

Powered by **Arizona State University**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
PROGRAMA ACADÉMICO DE ODONTOLOGÍA**

**Tesis**

Precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante uso de tecnología CAD/CAM vs tratamiento convencional - estudio in vitro en Lima,  
2024

**Para optar el Título Profesional de  
Cirujano Dentista**

**Presentado por:**


**Autor:** Lazo Rojas, Jhony Smith

**Asesora:** Dra. Morante Maturana, Sara Angélica

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9715-728X>

**Lima – Perú**

**2025**

 Universidad Norbert Wiener	<b>DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>		
	<b>CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033</b>	<b>VERSIÓN: 01</b> REVISIÓN: 01	<b>FECHA: 18/11/2023</b>

Yo, Jhony Smith Lazo Rojas, egresado de la Facultad de Ciencias de la Salud y Escuela Académico Profesional de Odontología de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico **“PRECISIÓN DE LA ADAPTACIÓN MARGINAL EN LA RESTAURACIÓN DENTAL MEDIANTE USO DE TECNOLOGÍA CAD/CAM VS TRATAMIENTO CONVENCIONAL - ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024”**, Asesorado por la docente Mg. Esp. CD. Sara Angélica Morante Maturana, con N.º DNI 10138106 y código ORCID 0000-0001-9715-728X, tiene un índice de similitud de 11 % con código **ID: oid: 14912445646519** verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el Turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



Firma del autor  
Nombres y apellidos del egresado  
Jhony Smith Lazo Rojas  
DNI: 45965806



Firma  
Nombres y apellidos de la Asesora  
Mg. Esp. CD. Sara Angélica Morante Maturana  
DNI: 10138106

Lima, 09 de abril del 2025.

**MIEMBROS DEL JURADO**

**Presidente:** Dr. GUILLEN GALARZA, Carlos Enrique

**Secretario:** Dr. MINAYA RONDON, Omar Eduardo

**Vocal:** Dr. ALVAN SUASNABAR, Pablo Cesar

**Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi familia y a todas las personas que me brindaron su apoyo de manera incondicional.

### **Agradecimiento**

A dios por brindarme fuerzas para continuar con mis estudios y siempre guiarme por el camino correcto, tanto en mi vida profesional como personal.

Asimismo, agradezco a mi asesora de tesis, Mg. Esp. CD. Sara Angélica Morante Maturana, por su apoyo incondicional, sus consejos y asesoría oportuna para cumplir con este objetivo.

## Índice general

<b>Dedicatoria .....</b>	<b>iii</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>iv</b>
<b>Índice general.....</b>	<b>v</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>viii</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>ix</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>x</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>xi</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	1
1.2 Formulación del problema .....	3
1.2.1 Problema general .....	3
1.2.2 Problemas específicos .....	4
1.3 Objetivos de la investigación .....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos .....	4
1.4 Justificación de la investigación .....	5
1.4.1 Teórica .....	5
1.4.2 Metodológica .....	6
1.4.3 Práctica.....	6
1.5 Limitaciones.....	7
1.5.1 Temporal .....	7
1.5.2 Espacial .....	7
1.5.3 Recursos .....	8
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
2.1 Antecedentes de la investigación .....	9
2.1.1 Antecedentes nacionales .....	9
2.1.2 Antecedentes internacionales.....	13
2.2 Bases teóricas.....	17
2.2.1 Cobalto-Cromo .....	17
2.2.2 Restauración dental .....	20
2.2.3 Adaptación Marginal .....	21
2.3 Formulación de hipótesis .....	28
2.3.1 Hipótesis general.....	28

2.3.2 Hipótesis específicas .....	28
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....</b>	<b>29</b>
3.1 Método de la investigación .....	29
3.2 Enfoque de la investigación .....	29
3.3 Tipo de investigación .....	29
3.4 Diseño de la investigación .....	30
3.4.1 Corte.....	30
3.4.2 Nivel o alcance.....	30
3.5 Población, muestra y muestreo .....	30
3.5.1 Población.....	30
3.5.2 Muestra .....	31
3.5.3 Muestreo .....	31
3.6 Variables y operacionalización .....	33
3.6.1 Definición operacional.....	34
3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.7.1 Técnica .....	34
3.7.2 Descripción .....	35
3.7.3 Validación .....	36
3.7.4 Confiabilidad.....	36
3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos .....	37
3.9 Aspectos éticos.....	37
<b>CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>38</b>
4.1 Resultados .....	38
4.1.1 Análisis descriptivo de los resultados .....	38
4.1.2 Prueba de hipótesis .....	41
4.1.3 Discusión de resultados.....	45
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>49</b>
5.1 Conclusiones .....	49
5.2 Recomendaciones.....	49
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>59</b>
Anexo 1: Matriz de consistencia .....	60
Anexo 2: Instrumento de recolección de datos.....	61
Anexo 3: Validez del instrumento .....	62
Anexo 4: Confiabilidad del instrumento .....	65

Anexo 5: Aprobación del Comité de Ética.....	66
Anexo 6: Informe del asesor.....	67
Anexo 7: Reporte de turnitin .....	68
Anexo 8: Evidencia fotografica .....	69

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Precisión de la adaptación marginal en restauraciones dentales mediante tecnología CAD/CAM – Estudio In Vitro, Lima 2024. ....	38
<b>Tabla 2.</b> Adaptación marginal en restauraciones dentales mediante tecnología CAD/CAM – Estudio In Vitro, Lima 2024. ....	39
<b>Tabla 3.</b> Precisión de la adaptación marginal en restauraciones dentales mediante tratamiento convencional – Estudio In Vitro, Lima 2024. ....	40
<b>Tabla 4.</b> Adaptación marginal en restauraciones dentales mediante tratamiento convencional – Estudio In Vitro, Lima 2024. ....	41
<b>Tabla 5.</b> Shapiro – Wilk.....	42
<b>Tabla 6.</b> Comparación de la precisión de la adaptación marginal entre la tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en restauraciones dentales – Estudio In Vitro, Lima 2024.....	43
<b>Tabla 7.</b> Valores del coeficiente de correlación interclase y su interpretación .....	65
<b>Tabla 8.</b> Coeficiente de correlación interclase.....	65

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Diagrama de caja y bigote de las dimensiones mediante tecnología CAD/CAM – Estudio In Vitro, Lima 2024.....	39
<b>Figura 2.</b> Diagrama de caja y bigote de las dimensiones mediante tratamiento convencional – Estudio In Vitro, Lima 2024 .....	40
<b>Figura 3.</b> Diagrama de caja y bigote entre la tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en restauraciones dentales – Estudio In Vitro, Lima 2024.....	44
<b>Figura 4.</b> Estereomicroscopio EUROMEX EDUBLUE ED. 1405-S.....	69

## Resumen

Este estudio determinó la diferencia de la precisión en la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en un estudio in vitro, en Lima durante el 2024. Por medio de un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y con un diseño experimental in vitro se estudiaron 40 cofias (20 empleando la tecnología CAD/CAM y 20 empleando el método convencional). Los hallazgos evidenciaron que la tecnología CAD/CAM mostró una discrepancia marginal promedio de  $96,1 \pm 2,0 \mu\text{m}$  y las restauraciones convencionales mostraron una diferencia de  $121,7 \pm 3,5 \mu\text{m}$  con una diferencia estadísticamente significativa entre ellas ( $p < 0,001$ ). En CAD/CAM, la menor discrepancia marginal también se observó en la dimensión distal ( $94,3 \pm 2,0 \mu\text{m}$ ) y la mayor en la dimensión palatina ( $98,1 \pm 2,0 \mu\text{m}$ ), mientras que en las convencionales la menor discrepancia fue en la dimensión distal ( $119,5 \pm 2,8 \mu\text{m}$ ) y la máxima en la dimensión bucal ( $124,1 \pm 3,9 \mu\text{m}$ ). También se encontró que el 100% de las restauraciones fabricadas por CAD/CAM tenían una adaptación marginal óptima, mientras que solo el 40% de las restauraciones convencionales tenían un ajuste marginal adecuado. Se concluye que la tecnología CAD/CAM proporciona una mejor precisión en la adaptación marginal que el tratamiento convencional, manteniendo un ajuste adecuado dentro de límites clínicamente aceptables.

**Palabras clave:** Adaptación marginal, restauración dental, tecnología CAD/CAM, tratamiento convencional.

## Abstract

This study determined the difference in marginal adaptation accuracy in dental restorations using CAD/CAM technology and conventional treatment in an in vitro study, in Lima during 2024. Through a quantitative, applied approach and with an in vitro experimental design, 40 caps were studied (20 using CAD/CAM technology and 20 using the conventional method). The findings showed that CAD/CAM technology showed an average marginal discrepancy of  $96.1 \pm 2.0 \mu\text{m}$  and conventional restorations showed a difference of  $121.7 \pm 3.5 \mu\text{m}$  with a statistically significant difference between them ( $p < 0.001$ ). In CAD/CAM, the lowest marginal discrepancy was also observed in the distal dimension ( $94.3 \pm 2.0 \mu\text{m}$ ) and the highest in the palatal dimension ( $98.1 \pm 2.0 \mu\text{m}$ ), while in conventional restorations the lowest discrepancy was in the distal dimension ( $119.5 \pm 2.8 \mu\text{m}$ ) and the highest in the buccal dimension ( $124.1 \pm 3.9 \mu\text{m}$ ). It was also found that 100% of CAD/CAM restorations had optimal marginal adaptation, while only 40% of conventional restorations had adequate marginal fit. It is concluded that CAD/CAM technology provides better marginal adaptation accuracy than conventional treatment, maintaining an adequate fit within clinically acceptable limits.

**Keywords:** Marginal adaptation, dental restoration, CAD/CAM technology, conventional treatment.

## Introducción

Las técnicas científicas y de laboratorio han sido continuamente mejoradas a lo largo de la historia, sirviendo como base para el desarrollo de nuevos materiales y métodos en odontología, con el objetivo final de crear restauraciones protésicas con mayor precisión, estética y longevidad. La tecnología CAD/CAM, ha cambiado la forma en que se fabrican las restauraciones dentales, proporcionando un ajuste marginal más preciso que las técnicas convencionales. La consideración más crítica respecto al éxito de una restauración es el ajuste marginal, ya que un mal ajuste puede poner en peligro la integridad del tratamiento y de los tejidos circundantes. Por lo tanto, este estudio está diseñado para comparar la precisión del ajuste marginal entre la tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en términos de sus diferencias y ventajas en el ajuste marginal, a fin de proporcionar evidencia científica para optimizar las técnicas de restauración en entornos clínicos.

El presente informe presenta de manera detallada la evolución de la investigación a través de cinco secciones específicas. En la primera sección, se aborda la problemática asociada a las variables de investigación, exponiendo la justificación del estudio y aspectos que delimitan su alcance. La segunda sección se centra en el marco teórico, incorporando antecedentes de la investigación y principios teóricos. La tercera sección se dedica a los principios metodológicos que respaldan el tipo, enfoque y diseño de la investigación, detallando las características del análisis y las herramientas utilizadas para la recolección de datos. En el cuarto segmento, se presentan los resultados, el análisis inferencial y el tratamiento de los datos recolectados.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema

Históricamente, la presión de la sociedad ha impulsado la mejora continua de las técnicas científicas y de laboratorio con el fin de lograr restauraciones protésicas más sofisticadas. Este proceso de mejora ha conducido al desarrollo de una variedad de compuestos con características físicas y mecánicas superiores que satisfacen los estándares necesarios para garantizar la permanencia de una reparación dental protésica. Estos estándares incluyen aspectos como la estética, la funcionalidad, la resistencia, la estabilidad del color y la exactitud en el ajuste a los márgenes (1–3).

En la actualidad, existe una amplia variedad de sistemas cerámicos y procesos disponibles para crear restauraciones completamente de cerámica, que poseen propiedades ópticas y biocompatibilidad excepcional (4). En este contexto, el sistema CAD/CAM, es un enfoque tecnológico que combina el diseño computarizado asistido (CAD), con la fabricación computarizada asistida (CAM); este sistema se utiliza en varios campos, incluyendo la odontología, ingeniería, arquitectura e industria manufacturera, entre otros (5). En las últimas dos décadas, el uso de ambas tecnologías se ha vuelto cada vez más frecuente en el campo de la odontología (6). Este enfoque se aplica en una amplia gama de procedimientos, como la creación de inlays, onlays, carillas, coronas, dentaduras parciales fijas, pilares para implantes e incluso restauraciones dentales completas (7). Tanto los consultorios dentales como los laboratorios odontológicos han incorporado esta tecnología en sus prácticas.

El desarrollo de la tecnología CAD/CAM en odontología respondió a tres desafíos fundamentales. En primer lugar, se buscaba garantizar la solidez de las restauraciones,

especialmente en el caso de los dientes posteriores. El segundo desafío consistía en lograr que estas restauraciones tuvieran un aspecto natural. Por último, se buscaba simplificar, agilizar y perfeccionar el proceso de reparación dental. Gracias a la tecnología CAD/CAM, en algunas ocasiones los pacientes pueden recibir sus restauraciones dentales el mismo día (8).

Los profesionales dentales y los laboratorios dentales pueden aprovechar esta nueva tecnología de diversas maneras. Los dentistas tienen la opción de realizar sus propios diseños CAD internamente y llevar a cabo el fresado, o bien pueden crear una imagen digital de la situación y enviarla a un laboratorio para que fabrique los materiales de restauración. Cuando los laboratorios reciben una impresión digital, pueden utilizar esa información para generar un modelo de trabajo en Yeso piedra, que luego puede emplearse directamente en la producción convencional o volver a escanearse para llevar a cabo el fresado (9). Además, los laboratorios tienen la posibilidad de completar todo el proceso de diseño en línea utilizando las imágenes capturadas.

El uso de materiales cerámicos y sistemas asistidos por computadora tiene como objetivo principal lograr una precisión excepcional en la adaptación marginal, la cual hace referencia a la precisión con la que una restauración protésica se ajusta y sella en la línea de terminación de una corona dental previamente preparada. Esta es una consideración crítica, ya que cualquier falta de ajuste en la adaptación marginal puede resultar en el fracaso del tratamiento restaurador. Además, una mala adaptación marginal puede tener efectos perjudiciales tanto en el diente como en los tejidos circundantes de soporte. Aparte de las implicaciones biológicas, el ajuste adecuado de la restauración es esencial para garantizar un rendimiento confiable frente a las cargas funcionales a las que se somete en la boca. Por lo tanto, la utilización de materiales cerámicos de alta calidad y sistemas de diseño asistido por computadora desempeña un papel fundamental en la obtención de una

adaptación marginal precisa, lo que a su vez contribuye al éxito y la durabilidad de las restauraciones protésicas (10,11).

La creciente necesidad de los pacientes por procedimientos cosméticos eficaces, de rápida ejecución y larga duración ha llevado a la adopción de tecnología auxiliada por computadora (CAD/CAM), como el sistema Cerec Inlab Sirona®, que cumple plenamente estos requisitos. Este enfoque no solo se destaca por su precisión y velocidad, sino también por el uso de compuestos con alta capacidad para resistir fracturas, excelente estética y una exactitud extraordinaria en los márgenes, al igual que con el zirconio. Disponible comercialmente, existen productos comerciales que ofrecen estos compuestos cerámicos.

En este contexto, esta propuesta de estudio tiene como propósito comparar la adaptación marginal en restauraciones dentales mediante el uso de tecnología CAD/CAM frente al uso del tratamiento convencional mediante un enfoque experimental. Este análisis busca identificar las diferencias y ventajas entre las técnicas de fabricación de restauraciones dentales de cobalto-cromo utilizando tecnología CAD/CAM y el método convencional, con un enfoque particular en la precisión de los márgenes de las restauraciones, lo que es crucial para garantizar resultados estéticos y duraderos en los tratamientos dentales.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿En qué medida se da la diferencia en la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en un estudio in vitro, en Lima, 2024?

### **1.2.2 Problemas específicos**

1. ¿En qué medida se presenta la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/ CAM en un estudio *in vitro*, en Lima, 2024?
2. ¿En qué medida se presenta la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tratamiento convencional en un estudio *in vitro*, en Lima, 2024?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar en qué medida se da la diferencia en la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en un estudio *in vitro*, en Lima, 2024.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Identificar en qué medida se presenta la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/ CAM en un estudio *in vitro*, en Lima, 2024.
2. Identificar en qué medida se presenta la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tratamiento convencional en un estudio *in vitro*, en Lima, 2024.

## **1.4 Justificación de la investigación**

### **1.4.1 Teórica**

La adaptación marginal de las restauraciones dentales es un requisito esencial para la longevidad, funcionalidad y éxito clínico de los tratamientos protésicos. Una mala adaptación marginal puede llevar a la retención de placa, microfiltración, caries secundarias e incluso enfermedades periodontales, lo que resulta en un deterioro de la salud oral del paciente. Diversos estudios han enfatizado la necesidad de minimizar el espacio marginal para mejorar la durabilidad y biocompatibilidad de las restauraciones.

En este contexto, el diseño asistido por computadora y la fabricación asistida por computadora (CAD-CAM) se han introducido recientemente como un enfoque alternativo a los procedimientos restaurativos tradicionales, posiblemente resultando en resultados más precisos y predecibles. No obstante, persiste un debate teórico respecto a si la tecnología CAD/CAM supera significativamente a los métodos tradicionales en términos de adaptación marginal, lo cual plantea la necesidad de investigaciones científicas que permitan dilucidar esta cuestión con base en evidencia empírica.

El estudio se basa en las bases teóricas que rigen el diseño y fabricación digitales de prótesis dentales, así como en los principios de adaptación marginal y precisión de la prótesis que son esenciales en la odontología restauradora. Por lo tanto, el estudio aportará información sobre datos comparativos al marco teórico actual y permitirá una reflexión crítica sobre los factores influyentes de ambas técnicas en la calidad final de las restauraciones.

### **1.4.2 Metodológica**

El diseño in vitro permitió a los investigadores reproducir ciertas condiciones en un entorno controlado, realizar mediciones precisas y contar con una forma objetiva de comparar los resultados. La adaptación marginal se midió directamente en muestras de dientes artificiales que preparamos y luego se cuantificó mediante la elaboración de una hoja de observación con un análisis detallado. Esto ayudó a captar la verdadera naturaleza de los hallazgos producidos.

### **1.4.3 Práctica**

Este estudio in vitro tuvo implicaciones significativas para la práctica odontológica y la elección de métodos en la restauración dental. La información obtenida proporciona valiosa orientación sobre la idoneidad y efectividad de la tecnología CAD/CAM en comparación con el enfoque convencional en términos de adaptación marginal. Esto permite a los profesionales de la salud dental tomar decisiones informadas sobre el enfoque más adecuado para la práctica clínica.

Al demostrar la superioridad de la tecnología CAD/CAM en adaptación marginal, mejoramos la calidad de las restauraciones dentales, beneficiando directamente a los pacientes al reducir retratamientos y aumentar la durabilidad. Este estudio tiene una sólida justificación práctica, ya que impacta directamente en la atención al paciente y la eficiencia de los procedimientos dentales.

## **1.5 Limitaciones**

### **1.5.1 Temporal**

El lapso de investigación, que se llevó a cabo en febrero de 2024, presento limitaciones temporales considerables. Debido a que el período de investigación fue considerablemente corto, no fue posible observar condiciones favorables para la observación a largo plazo de las restauraciones dentales, ni la observación de cambios graduales en la adaptación marginal a lo largo del tiempo.

Para abordar esta limitación, se realizaron caracterizaciones detalladas y precisas en un entorno controlado directamente después de que se realizaran las restauraciones. Además, los datos recopilados se refinaron aún más con la aplicación de métodos de análisis rigurosos para confirmar la fiabilidad de la información obtenida.

### **1.5.2 Espacial**

El estudio se llevó a cabo en Lima, por lo que los resultados pueden no ser perfectamente representativos de otras poblaciones o áreas geográficas. Las variaciones de las circunstancias locales y los atributos demográficos pueden causar una generalización limitada de los resultados en otros contextos.

Se emplearon protocolos estandarizados que podrían replicarse en otros entornos. Además, se sugiere a estudios futuros replicar los hallazgos en diferentes ubicaciones geográficas para evaluar la consistencia de los resultados en otras poblaciones.

### 1.5.3 Recursos

La calidad y cantidad de datos recopilados se vieron afectadas por la disponibilidad de recursos, incluyendo el acceso a capital, personal y equipamiento especializado. Estas limitaciones impactaron el tamaño de la muestra y el potencial para análisis más profundos. Mediante una planificación cuidadosa a lo largo de todas las etapas de la investigación, se hizo un uso máximo de los recursos disponibles para asegurar la viabilidad del estudio. La recopilación y el análisis de datos se centraron en la eficiencia, garantizando que la muestra seleccionada fuera lo suficientemente grande como para arrojar resultados estadísticamente significativos. Además, se establecieron asociaciones de trabajo en equipo con laboratorios y centros de investigación en los cuales se consiguió acceso a equipamiento y tecnología avanzada sin una pérdida en la calidad del estudio.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes nacionales

**Sangama** (12) el 2022, Lima, realizó un análisis con el fin de “*Analizar la disparidad en la adaptación marginal entre cofias metálicas elaboradas con el método de inmersión y cofias libres de metal producidas con la técnica CAD-CAM en la región anterior de la boca*”. Estudio experimental en el que utilizaron dos tipos de materiales comúnmente empleados en la confección de coronas dentales para el sector anterior. Se crearon 12 cofias metálicas de cromo-cobalto utilizando el método de inmersión y 12 cofias sin componentes metálicos fabricadas a través del proceso CAD-CAM. Requirieron 24 modelos de yeso, 12 para cada grupo de estudio. Una vez fabricadas, las cofias se cementaron en los modelos y se procedió a cortarlas, exponiendo tanto el lado vestibular como el palatino. Se midió el grosor del cemento en las porciones cervical y medial entre la cara vestibular y la cofia, así como en la cara palatina y su porción de la cofia. Los resultados que obtuvieron revelaron que solo el 79.2% de las cofias metálicas lograron una adecuada adaptación marginal, mientras que el 100% de las cofias libres de metal lograron esta adaptación. Al comparar los datos, se observó que la adaptación marginal promedio de las cofias metálicas fue del 75.35%, mientras que las cofias libres de metal alcanzaron una adaptación marginal promedio del 10.54%. Concluyeron que las cofias libres de metal fabricadas mediante la técnica CAD-CAM demostraron una mejor adaptación marginal en comparación con las cofias metálicas fabricadas mediante la técnica de inmersión.

**Neves et al.** (13) el 2021, en Lima, tuvo como objetivo “*Examinar la precisión del ajuste marginal de coronas de disilicato de litio producidas por escaneo digital (CAD/CAM), antes y después de la cristalización, mediante un estudio in vitro utilizando microscopía confocal (MC)*”. Estudio experimental en el que crearon 16 réplicas en poliuretano a partir de una pieza dental 1.4, utilizando un modelo typodont que había sido tallado para una corona total. Estas réplicas fueron separados en dos grupos dependiendo del método de escaneo empleado. El grupo IND (n = 08) empleó la Técnica Indirecta, donde los modelos de yeso se escanearon con un escáner de laboratorio. El Grupo DIR (n = 08) utilizó la Técnica Directa, escaneando modelos typodont con un escáner intraoral. Luego, se fresaron coronas de disilicato de litio (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent) fueron ajustadas a las réplicas. La evaluación del ajuste en el borde marginal se realizó mediante evaluación mediante microscopía confocal en dos etapas: previo y posterior a la cristalización del disilicato de litio. Los resultados mostraron una disparidad estadísticamente significativa en el ajuste horizontal del borde marginal entre los conjuntos IND y DIR después de la cristalización ( $p = 0,05$ ). Además, en el grupo IND, se observó una discrepancia estadísticamente significativa en el ajuste vertical del borde marginal tanto antes como después de la cristalización ( $p = 0,038$ ). Finalmente concluyeron que, las coronas de disilicato de litio producidas mediante escaneo directo (CAD/CAM) exhibieron una menor discrepancia en el ajuste vertical del borde marginal. También se descubrió que la fase de cristalización influyó en el ajuste del borde marginal de las coronas.

**Sagayo** (14) el 2021, en Huancayo, llevó a cabo una investigación con el objetivo de “*Comparar la adaptación de las estructuras de óxido de zirconio en el margen cervical, preparadas utilizando dos métodos de diseño por computadora CAD/CAM, en el campo de la prótesis dental*”. Estudio experimental y cuantitativo,

que tomó como muestra 20 cofias elaboradas a partir de óxido de zirconio, las cuales se distribuyeron en dos laboratorios protésicos dentales con 10 cofias en cada grupo. El ajuste en el margen de las estructuras se evaluó utilizando un dispositivo óptico que posibilitaba la observación de imágenes tridimensionales utilizando un estereomicroscopio de la marca Leica. Posteriormente, las imágenes fueron analizadas en el software LAS ES v.3.0 para llevar a cabo las mediciones requeridas que facilitaron la identificación de las diferencias entre los dos métodos de producción. Mediante el uso de SPSS v.23 realizó una Prueba t de Student para comparar las medias de los dos grupos. Los hallazgos mostraron que no se observaron diferencias significativas en el ajuste en las superficies mesial, distal, lingual y vestibular de las estructuras. El valor medio de la separación de las estructuras en el grupo A (AMANN GIRRBACH) fue de 86.33 micrómetros, mientras que en el grupo B (CERCON CEREC) fue de 93.28 micras. Finalmente concluyó que no existían discrepancias estadísticamente significativas entre los dos conjuntos en términos de adaptación marginal de las cofias de óxido de zirconio ( $p>0.05$ )

**Zegarra et al.** (15) el 2020, en Lima, formuló el objetivo de “*Comparar la precisión del ajuste marginal en laboratorio de coronas individuales de porcelana vitrocerámica fabricadas mediante tres métodos de procesamiento distintos*”. Estudio experimental in vitro que incluyó 69 coronas de porcelana vitrocerámica producidas utilizando tres sistemas diferentes: CAD-CAM, inyección de porcelana y condensación acerca de un muñón refractario. Se empleó una documentación fotográfica mediante una cámara digital junto con un objetivo macro de 100 milímetros para evaluar la discrepancia marginal. Los resultados del estudio mostraron discrepancias estadísticamente significativas al contrastar los tres métodos de procesamiento ( $p<0.001$ ). El sistema CAD-CAM demostró una discrepancia vertical

marginal menor (53  $\mu\text{m}$ ) en comparación con el método de inyección de porcelana (85  $\mu\text{m}$ ) y el de condensación sobre muñón refractario (113  $\mu\text{m}$ ). Como conclusión llegó a que existen diferencias significativas entre los tres grupos, y se encontró que el sistema CAD-CAM exhibió una mayor precisión en el ajuste marginal en comparación con los otros dos métodos de producción. Además, los tres métodos de fabricación empleados cumplieron con el límite establecido por la Asociación Americana de Odontología para la discrepancia marginal vertical (<120  $\mu\text{m}$ ).

**López** (16) el 2019, en Trujillo, tuvo como fin “*Evaluar la precisión del ajuste marginal entre cofias metálicas de Ni-Cro y de zirconia*”. La investigación se enmarcó como un estudio prospectivo, transversal y analítico. La muestra utilizada en el estudio estuvo compuesta por 10 cofias de zirconia y 10 cofias metálicas, todas elaboradas con una terminación chamfer. Para la preparación de los dientes, se contó con la experiencia de un experto, en tanto que la fabricación de las cofias se realizó en un laboratorio dedicado específicamente. Es importante destacar que las cofias metálicas se procesaron de manera manual, en contraste, las de zirconia fueron elaboradas empleando el sistema CAD/CAM de ARMAND GIRBACH. La medición de la microfiltración se llevó a cabo midiendo la separación entre la cofia y el diente. Para realizar estas mediciones, se utilizó un estereomicroscopio de la marca EUROMEX EDUBLUE ED. 1405-S, ajustado con precisión, ubicado en el laboratorio de ingeniería de la universidad. La información recopilada se ingresó al programa ImageFocus V4, y las medidas fueron contrastados mediante la prueba de T de Student, con un nivel de significancia establecido en 0.05. Los resultados del estudio indicaron que existen diferencias estadísticamente significativas en la adaptación marginal entre las cofias metálicas y las de zirconia, el resultado de la prueba T-Student arrojó un valor de ( $p = 0.0001$ ). El valor medio de la separación para las cofias de

zirconia con hombro chamfer fue de 211.88 micrómetros, mientras que para las cofias metálicas en hombro chamfer fue de 297.18  $\mu\text{m}$ . El análisis determinó que las cofias de zirconia fabricadas mediante CAD-CAM exhiben una adaptación marginal superior en comparación con las cofias metálicas.

### 2.1.2 Antecedentes internacionales

**Parra et al.**(17) el 2023, en Ecuador, tuvo como propósito “*Analizar la precisión del ajuste marginal e interno de cofias metálicas de aleación Cr-Co elaboradas a través de tres métodos distintos: técnicas convencionales, CAD/CAM de fresado y sinterizado por láser*”. Para llevar a cabo el estudio, se fabricó un modelo maestro en Cr-Co mediante el escaneo de un premolar preparado para una corona completa. Se planificaron un total de 30 cofias, distribuyéndolas en tres conjuntos: el Grupo de cofias elaboradas mediante fundición y fresado en disco de cera (A = 10), el de cofias fresadas en disco de metal presinterizado (B = 10) y el de cofias impresas por sinterización láser (C = 10). Utilizó una réplica de silicona para simular el cemento y se realizó una compresión de 50 N en cada cofia utilizando una máquina de prueba de tracción universal. Luego, se obtuvieron réplicas de silicona y se llevaron a cabo cortes transversales en direcciones vestibulolingual y mesiodistal. El grosor de la silicona de polivinilsiloxano (VPS), se observó utilizando un estereomicroscopio Nikon SMZ745T, y se obtuvieron valores en micrómetros. Los resultados mostraron que el grupo de cofias fresadas tuvo el menor espacio (62,23  $\mu\text{m}$ ), seguido por las cofias impresas (75,33  $\mu\text{m}$ ) y en última instancia, las cofias fabricadas (90,03  $\mu\text{m}$ ) mediante métodos convencionales de fundición. El análisis de varianza de dos vías mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tres conjuntos ( $p < 0.0001$ ). En conclusión, el estudio halló que el espacio (gap) variaba dependiendo del método de

producción, y aunque la técnica convencional de fundición presentó una brecha mayor, ninguno de los grupos superó el rango clínicamente aceptable, lo que indica que todas las técnicas podrían ser adecuadas para la confección de cofias metálicas en aleación Cr-Co.

**Cueva** (18) el 2022, en México, se enfocó en “*Analizar la precisión del ajuste marginal de coronas de zirconia producidas con tecnología CAD/CAM utilizando tres escáneres intraorales distintos*”. El objetivo principal fue comparar la calidad de adaptación marginal entre estos escáneres. Para llevar a cabo el estudio, se empleó un conjunto de treinta dientes, distribuidos en tres conjuntos de diez para cada variante de escáner intraoral. Los dientes se tallaron siguiendo los criterios de inclusión y se escanearon con los respectivos escáneres. A continuación, se diseñó la restauración dental y se procedió a fresarla y adaptarla al diente correspondiente. Posteriormente, se capturó una imagen de la adaptación marginal utilizando un microscopio. Esta imagen se calibró y se midió el espacio de adaptación marginal. Los resultados del estudio indicaron que el escáner intraoral Primescan logró una mejor adaptación marginal ( $49.50\ \mu\text{m}$ ) en comparación con los escáneres Omnicam ( $136\ \mu\text{m}$ ) y Trios ( $140.90\ \mu\text{m}$ ), y esta diferencia fue estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, no se observaron disparidades significativas entre el escáner intraoral Omnicam y el escáner Trios en términos de adaptación marginal. En conclusión, todos los escáneres intraorales evaluados en el estudio proporcionaron resultados clínicamente aceptables en cuanto a la precisión del ajuste marginal de las coronas de zirconia fue similar entre los diferentes escáneres intraorales. Sin embargo, el Primescan introral scanner demostró ser superior en términos de calidad de adaptación marginal en comparación con los otros dos escáneres.

**Casanova et al.** (19) el 2019, en Ecuador, realizó un estudio con el fin de *“Examinar la precisión del ajuste marginal y la resistencia a la tracción de coronas temporales confeccionadas con diversos materiales y adheridas con diferentes agentes cementantes”*. Este estudio tenía un enfoque in vitro y se realizó utilizando una muestra de 40 premolares superiores que se prepararon para recibir coronas provisionales. Los dos tipos de materiales utilizados fueron acrílicos de termocurado (Veracril®) y resina (Temp Basic® - CAD/CAM), y se aplicaron dos materiales de cementación provisional, Dycal® y TempBond NE®. La evaluación se realizó midiendo la adaptación marginal antes y después de un ciclo de termociclado de 2,500 ciclos, y se realizaron ensayos de tracción. Los hallazgos indicaron disparidades significativas entre los conjuntos en términos de adaptación marginal y resistencia a la tracción. Específicamente en el grupo con Dycal® tuvo un sellado marginal significativamente mejor que su contraparte, tanto antes como después del ciclo térmico, así como una mayor resistencia a la tracción ( $p < 0.05$ ). Hubo un aumento en la discrepancia marginal en todos los grupos probados después del ciclo térmico ( $p < 0.05$ ). Además, el análisis de correlación de Pearson demostró una fuerte correlación negativa (-0.97) entre la discrepancia marginal y la resistencia de la unión a la tracción. En general, se concluyó que la desadaptación marginal se relaciona con el tipo de cemento utilizado, y que el proceso de termociclado afectó negativamente la adaptación marginal en todos los grupos.

**Alarcón** (20) el 2018, en Ecuador, realizó un estudio con el objetivo de *“Comparar la adaptación marginal de los endopostes metálicos fabricados mediante dos métodos diferentes: el sistema CAD/CAM y el método convencional”*. La muestra consistió en 20 dientes de ivorina, divididos en dos grupos de igual tamaño. En el primer grupo, se confeccionaron endopostes utilizando el sistema CAD/CAM,

mientras que, en el segundo grupo, se fabricaron endopostes de manera convencional, y cada endoposte tenía una longitud de 13 mm. Para medir la adaptación marginal de estos endopostes, se realizó un corte a nivel cervical en las muestras. Posteriormente, se bañaron las muestras en oro y se observaron utilizando un Microscopio Electrónico de Barrido (SEM), específicamente un SEM TESCAN MIRA 3 alto vacío, con un voltaje de 5kV y diferentes niveles de magnificación. Se empleó el programa SPSS 22 para llevar a cabo la evaluación estadística mediante pruebas paramétricas de ANOVA y Tukey. Los resultados del estudio concluyeron que no se encontraron discrepancias estadísticamente significativas entre los dos conjuntos analizados al utilizar estos dos métodos de fabricación de endopostes metálicos en términos de adaptación marginal.

**León** (21) el 2018, en Ecuador, se centró en *“Determinar el grado de adaptación marginal en coronas provisionales utilizando tres técnicas diferentes: el método tradicional, la técnica indirecta adaptada y la producción mediante CAD/CAM”*. Además, se compararon dos tipos de materiales: monometacrilato y dimetacrilato. Para llevar a cabo el estudio, se talló un diente natural con un bisel cervical horizontal de 1,5 mm de profundidad en las superficies libres y una reducción incisal de 2 mm. Se emplearon técnicas de CAD/CAM e impresión 3D para fabricar 61 réplicas basadas en una selección no probabilística por conveniencia. En dos dientes se realizó un encerado diagnóstico diferenciado aplicando tanto la técnica convencional como la técnica indirecta modificada sugerida por Fradeani. Se adquirieron 40 impresiones en silicona de adición, 20 correspondientes a cada variante de encerado, y se realizó el escaneo de cada tipo de encerado. Se elaboraron un total de 60 provisionales en réplicas de dientes utilizando diferentes técnicas y materiales. Se evaluó la precisión del ajuste marginal externo en micrómetros en las superficies mesial, distal, vestibular y lingual utilizando un fotoestereomicroscopio. Se llevó a cabo una prueba de

normalidad de Kolmogorov-Smirnov para el análisis estadístico y se emplearon las pruebas de Kruskal-Wallis y U Mann Whitney. Uno de los hallazgos importantes del estudio es que no se encontraron diferencias significativas entre los monometacrilatos y dimetacrilatos en términos de ajuste marginal al emplear la técnica indirecta modificada hasta el año 2018. Además, este estudio contribuyó a la literatura existente sobre la adaptación marginal en coronas provisionales.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Cobalto-Cromo**

#### **I. Propiedades físicas y químicas**

El cobalto-cromo (Co-Cr) es una aleación metálica con características destacadas que la convierten en una opción popular en odontología y otras aplicaciones médicas. La aleación Co-Cr posee una densidad de aproximadamente  $8.3 \text{ g/cm}^3$  y un punto de fusión alrededor de  $1300$  a  $1400^\circ\text{C}$ , lo que le otorga una excelente estabilidad térmica (22). Químicamente, es altamente resistente a la corrosión gracias a la formación de una capa de óxido de cromo en su superficie que actúa como barrera protectora, previniendo la oxidación y el deterioro del metal en ambientes fisiológicos (23).

#### **II. Resistencia a la corrosión y biocompatibilidad**

Una de las propiedades más notables del Co-Cr es su resistencia a la corrosión, la cual es esencial para su uso en el entorno oral, donde los materiales están en constante contacto con saliva y otros fluidos corporales. Esta resistencia se debe a la formación espontánea de una capa de óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) que inhibe la corrosión y protege el material

subyacente (24). Además, el Co-Cr es altamente biocompatible, lo que minimiza el riesgo de reacciones alérgicas o de rechazo en los pacientes (25).

### **III. Beneficios y ventajas en la fabricación de cofias dentales**

El cobalto-cromo se utiliza en la fabricación de cofias dentales debido a su excelente combinación de resistencia, durabilidad y biocompatibilidad. Además, su alta resistencia a la flexión y la fatiga es ideal para soportar las fuerzas de masticación y otras actividades orales (26). Su capacidad para ser moldeado mediante técnicas como la fundición y el fresado digital permite obtener cofias precisas y personalizadas, lo cual es crucial para un ajuste adecuado en prótesis dentales (25).

### **IV. Estudios previos y resultados**

Diversos estudios han demostrado la eficacia de las aleaciones de Co-Cr en odontología. Según investigaciones, las prótesis de Co-Cr mostraron una menor tasa de corrosión en comparación con otras aleaciones, como las de níquel-cromo (Ni-Cr), lo que refuerza su durabilidad y biocompatibilidad (27). Además, otro estudio de Lucchetti et al. (2015) resaltó que las cofias dentales de Co-Cr ofrecen una mayor resistencia y estabilidad estructural que las de materiales cerámicos, destacando su idoneidad en aplicaciones dentales de alta exigencia (28).

### **V. Características del cobalto-cromo**

#### **Composición química**

La aleación Co-Cr generalmente contiene un 60-65% de cobalto y un 25-30% de cromo, además de otros elementos menores como molibdeno, níquel y hierro que mejoran sus propiedades mecánicas y resistencia a la corrosión (29).

### **Estructura cristalina**

El cobalto en su forma aleada con cromo presenta una estructura cristalina hexagonal compacta, que contribuye a su resistencia mecánica y a la dureza de la aleación. Esta estructura también facilita la formación de la capa pasiva de óxido que protege el material de la corrosión (30).

### **Propiedades mecánicas**

Las aleaciones de Co-Cr son conocidas por su alta resistencia a la tracción y dureza, con valores típicos de resistencia que oscilan entre 500 y 1000 MPa, dependiendo del procesamiento y los elementos adicionales de aleación. Estas propiedades mecánicas aseguran su resistencia en aplicaciones de carga, como cofias y prótesis dentales, donde deben soportar esfuerzos constantes (31).

### **Aplicaciones en odontología**

#### **Cofias dentales**

En odontología, el Co-Cr es ampliamente utilizado en la fabricación de cofias dentales. Su alta resistencia y estabilidad lo convierten en un material de elección para estructuras de soporte en coronas y puentes, donde es esencial un ajuste preciso y una durabilidad a largo plazo. Las cofias de Co-Cr ofrecen una base sólida para la aplicación de porcelana o cerámica, mejorando tanto la estética como la funcionalidad de las prótesis dentales (32).

### 2.2.2 Restauración dental

Una restauración dental es un procedimiento odontológico que tiene como objetivo reparar o restaurar la estructura y la función de un diente dañado, decadente o debilitado. Estas restauraciones se utilizan para tratar caries, fracturas dentales, desgaste dental u otras condiciones que afectan la integridad de un diente (33).

- **Restauración cerámica:** Se refiere al proceso de reconstrucción o restauración de estructuras dentales utilizando materiales cerámicos. Implica varias etapas, que pueden incluir la preparación del diente afectado, la toma de impresiones, el diseño asistido por computadora (CAD) para la fabricación de la restauración, y finalmente, la cementación o fijación de la restauración cerámica en su lugar (33).
- **Restauración metal-cerámica:** Las cofias dentales de cobalto-cromo presentan varias ventajas clave sobre las de titanio y oro, destacándose por su alta resistencia a la corrosión y durabilidad en el entorno oral, lo que las hace menos propensas a la deformación en comparación con el oro, que es más maleable y susceptible al desgaste (34). Además, el cobalto-cromo es una opción más económica, ya que su precio es considerablemente más bajo que el del oro y el titanio, permitiendo una alternativa accesible sin sacrificar calidad (25). Otra ventaja es la estabilidad de color, ya que las cofias de cobalto-cromo no se decoloran ni adquieren tonos grisáceos, a diferencia del titanio, que puede traspasar el tejido gingival y afectar la estética (35). Aunque el titanio es conocido por su excelente biocompatibilidad, el cobalto-cromo también muestra una compatibilidad adecuada con los tejidos orales, reduciendo riesgos de reacciones alérgicas (36). Finalmente, el cobalto-cromo ofrece una estructura firme y rígida, proporcionando una base estable y sólida para coronas y prótesis, una ventaja sobre el titanio, que puede ser menos

rígido en estructuras delgadas (37). En conjunto, estas propiedades hacen de las cofias de cobalto-cromo una solución balanceada en costo, resistencia y estabilidad estética para prótesis dentales.

- **Restauración dental convencionales:** Se refiere a una intervención odontológica que sigue métodos y procesos tradicionales de diseño y fabricación de restauraciones, sin la incorporación de tecnologías digitales avanzadas como CAD/CAM (diseño y fabricación asistidos por computadora) (33).

### 2.2.3 Adaptación Marginal

Precisión con la que una restauración dental se ajusta al margen de la preparación dental, evitando espacios o separaciones. Esta precisión es crucial para garantizar la integridad estructural, la durabilidad de la restauración y prevenir problemas como filtraciones de bacterias que podrían llevar a caries recurrentes. Es clínicamente significativo para la durabilidad de la recuperación y el bienestar de los tejidos gingivales que la adaptación marginal sea precisa. Una falta de ajuste adecuado puede tener consecuencias perjudiciales tanto para el diente como para los tejidos adyacentes de sostén. La ausencia de una adaptación marginal óptima podría dar lugar a la microfiltración, facilitando la disolución del cemento y, en consecuencia, aumentando el riesgo de caries secundaria y posiblemente inflamación pulpar (38).

La adaptación marginal en prótesis fija se refiere al nivel de adaptación periférica con el que se ajusta una restauración dental en la línea de terminación, independientemente de su tipo, que ha sido previamente tallada en la porción cervical de la corona del diente. Esto se logra mediante el uso de una herramienta rotatoria de alta velocidad, como un instrumento diamantado (39–41).

También se puede entender como el área crítica en las preparaciones dentales con fines protésicos, donde varios materiales y el diente se fusionan mediante un agente cementante (42,43).

La adaptación marginal es un factor crucial para la durabilidad a largo plazo de las restauraciones de prótesis fija, además de otros factores relevantes como la resistencia al quiebre y el aspecto estético. La discrepancia marginal aceptable clínicamente suele oscilar entre 50 y 120 micrómetros, según la literatura (40,41).

En la investigación sobre adaptación marginal de colados en estructuras dentales talladas, se han encontrado resultados variables a lo largo del tiempo, con discrepancias que van desde 10 hasta 500 micrómetros. Se ha debatido cuál sería una discrepancia marginal aceptable, pero en general se considera que valores alrededor de 100 micrómetros son clínicamente aceptables (41,44).

Según la especificación número 8 de la Asociación Dental Americana (ADA), el grosor de la capa de cemento para una corona no debe exceder los 25 micrómetros con cemento tipo I o 40 micrómetros con cemento tipo II, pero debido a que estas discrepancias son difíciles de lograr, se suelen aceptar valores ligeramente superiores (39).

### **Relevancia clínica**

La precisión del ajuste marginal es de suma importancia clínica, dado que los errores en las restauraciones de prótesis fija pueden causar una serie de problemas. Estos desajustes son responsables de la disminución de la resistencia a la fractura de la restauración y pueden reducir su durabilidad en el tiempo. Además, pueden dar lugar a efectos adversos conocidos, como el daño a los tejidos adyacentes, la aparición de caries en el borde o la disolución del cemento, lo que finalmente puede llevar al fracaso de la

restauración. Estos problemas se pueden agrupar en tres categorías: biológicos, mecánicos y estéticos (45).

Las implicancias biológicas se originan por la acumulación de placa bacteriana alrededor de las restauraciones. Hay numerosos factores que promueven el crecimiento bacteriano en las restauraciones, siendo el sellado marginal uno de los más significativos. Los errores en las restauraciones facilitan una disolución rápida del cemento, lo que incrementa el espacio para la retención de placa bacteriana. Además, la posición del borde de la preparación guarda una estrecha relación con la retención de placa. En particular, los márgenes subgingivales, debido a la dificultad en acceder a una higiene adecuada, favorecen la acumulación de placa (46).

### **Complicaciones**

Las complicaciones dentales asociadas con desajustes en las restauraciones de prótesis fija incluyen problemas como caries, pulpitis, necrosis y, en casos extremos, la rotura del diente tratado. La principal razón de fracaso en las restauraciones de prótesis fija es la caries dental, ya que los desajustes pueden permitir la filtración de bacterias y la acumulación de placa bacteriana, lo que conduce a la caries.

Además, se pueden presentar complicaciones periodontales que dependen del grado y la duración de los desajustes. Estas complicaciones pueden incluir gingivitis, retracción de las encías, la aparición de bolsas periodontales, que son espacios entre los dientes y las encías donde se acumulan bacterias y la pérdida de hueso alveolar, lo que afecta negativamente la salud periodontal y puede llevar a problemas más graves en la salud oral. Por lo tanto, es fundamental lograr un ajuste adecuado en las restauraciones de prótesis fija para prevenir estas complicaciones dentales y periodontales.

Existen implicancias estéticas, ya que estas se relacionan con factores biológicos y afectan la apariencia estética de la restauración. Los tejidos periodontales pueden verse afectados en términos de forma, textura, color, consistencia y ubicación. Los desajustes marginales pueden dar lugar a cambios visibles en la encía y la estructura dental, lo que afecta negativamente la estética de la sonrisa del paciente.

Asimismo, mecánicamente puede afectar la solidez, sujeción y resistencia a largo plazo de las restauraciones. Se fundamentan en la premisa de que una mayor superficie de contacto entre la restauración y la estructura dental tallada resulta en una mejor retención. Cuando existen discrepancias marginales, es más probable que ocurran descementaciones, aumenta el riesgo de fractura de la restauración y se reduce su longevidad. En resumen, los desajustes marginales comprometen la resistencia mecánica de la restauración.

La adaptación marginal es un factor crucial para asegurar el éxito duradero de las restauraciones de prótesis fija, se valora conjuntamente con otros elementos cruciales como la resistencia al quiebre y el aspecto estético (39). En términos de adaptación marginal, se considera que discrepancias de entre 50 y 120 micrómetros son clínicamente aceptables en lo que respecta a la durabilidad de las restauraciones (40,41).

### **Tecnología CAD/CAM en Odontología**

Tecnología de diseño asistido por ordenador (CAD) y fabricación asistida por ordenador (CAM) representa uno de los segmentos de mayor evolución en la odontología restauradora contemporánea. El desarrollo de la tecnología CAD/CAM y su aplicación en procedimientos dentales comenzó en 1985 con la introducción del sistema Cerec por Mörmann y Brandestini. En la actualidad, se observa un creciente número de sistemas disponibles en la práctica clínica, según señalan Zaruba y Mehl en 2017. Estas tecnologías

tienen el efecto de disminuir la cantidad de procedimientos y aumentar la comodidad del paciente. Dentro de este sistema, se emplean diversas técnicas para la obtención de imágenes de las estructuras orales, tales como la captura directa de la preparación dental mediante escaneo o la captura indirecta a través del escaneo de modelos de yeso (47)(48).

El uso de tecnología CAD/CAM ha revolucionado el diseño y la fabricación de restauraciones dentales, incluyendo coronas, carillas, inlays, onlays, puentes, implantes dentales, dentaduras fijas o removibles y aparatos de ortodoncia en el ámbito odontológico (49). Aunque la tecnología CAD/CAM se originó en la década de 1960 para aplicaciones en las industrias automotriz y aeroespacial, su adopción en la odontología comenzó a destacar en la década de 1980 (50). En 1989, Mormann & Brandestinni en Alemania introdujeron esta tecnología en la odontología con el objetivo de permitir a los dentistas fabricar restauraciones cerámicas en el consultorio en una sola cita (51).

Las capacidades de las tecnologías CAD/CAM incluyen la mecanización y la creación precisa de diversas restauraciones y prótesis dentales. Durante los últimos 25 años, ha habido un aumento notable en la utilización de la tecnología CAD/CAM en odontología (52). La implementación de esta tecnología ha tenido un impacto significativo en la planificación de tratamientos y la producción de prótesis dentales.

En esta revisión sistemática, se abordó la historia y el funcionamiento básico de CAD/CAM en odontología, con el objetivo de verificar si su uso mejora la calidad de los instrumentos y dispositivos dentales en comparación con los métodos tradicionales.

### **Estereomicroscopio**

Los estereomicroscopios, también conocidos como microscopios estereoscópicos o lupas binoculares, son dispositivos ópticos fundamentales en diversas áreas de investigación y aplicaciones industriales. Estos instrumentos permiten examinar objetos a través de la proyección de imágenes tridimensionales aumentadas, utilizando

principalmente luz reflejada para crear un efecto de profundidad. Este tipo de microscopio destaca por su capacidad para ofrecer un amplio campo de visión y ajustar los niveles de aumento, lo que permite una observación detallada de objetos en tres dimensiones. Esta característica es crucial en industrias que requieren precisión, como la electrónica, donde los componentes deben ensamblarse a escala microscópica, y en biología, donde se manipulan organismos delicados, como insectos o tejidos vivos, que pueden ser sensibles al tacto o a los cambios en la iluminación (53).

El diseño del estereomicroscopio incluye dos vías ópticas independientes, una para cada ojo, lo que genera imágenes ligeramente distintas en cada retina y permite al cerebro fusionarlas en una imagen tridimensional. Este diseño es ideal para examinar muestras mediante luz reflejada (episcópica) y luz transmitida (diascópica), técnicas que ayudan a resaltar diferentes características de la muestra. Por ejemplo, la luz reflejada es particularmente útil para examinar superficies opacas o sólidas, como metales y minerales, mientras que la luz transmitida facilita el estudio de muestras transparentes o semitransparentes, como tejidos biológicos o células. La combinación de ambas fuentes de luz permite una observación integral, adaptándose a las particularidades de cada muestra y mejorando la visibilidad de sus detalles más finos.

En el campo de la biología, el estereomicroscopio se ha vuelto indispensable, especialmente en estudios que requieren la manipulación precisa de muestras bajo observación. La tecnología de iluminación fluorescente, como la iluminación de proteína verde fluorescente (GFP), ha ampliado sus capacidades. La iluminación GFP permite observar detalles específicos dentro de muestras biológicas más grandes, como organismos completos o secciones de tejidos, resaltando estructuras que pueden no ser visibles con luz convencional. Además, el amplio campo de visión de estos microscopios

facilita la ejecución de experimentos complejos, como la inyección de sustancias en células, el aislamiento de tejidos o la observación de movimientos en organismos vivos, mediante el uso de herramientas de precisión como fórceps, pipetas y micromanipuladores (53).

### **Modo de empleo del Estereomicroscopio en Odontología**

En odontología, el estereomicroscopio se utiliza para realizar observaciones detalladas de estructuras dentales y tejidos orales, permitiendo una visión tridimensional de alta resolución. Su aplicación es particularmente útil en procedimientos de restauración dental, diagnóstico de microfracturas, evaluación de desgaste en esmalte y dentina, y análisis de las adaptaciones de materiales protésicos en cavidades dentales. El modo de empleo en odontología implica posicionar el diente o tejido en el área de observación del microscopio, ajustando el nivel de aumento para captar detalles específicos, como las superficies de adhesión de restauraciones o la integridad de los márgenes de coronas y puentes. La luz reflejada permite ver con claridad superficies opacas y detectar irregularidades que no serían visibles a simple vista, mientras que la posibilidad de usar luz transmitida es valiosa para examinar estructuras semi-transparentes o translúcidas, como ciertos materiales compuestos o el esmalte. Además, el amplio campo de visión del estereomicroscopio facilita la manipulación de herramientas dentales durante la observación, ayudando a los odontólogos a trabajar con precisión en tratamientos que requieren la remoción o restauración de pequeñas áreas de tejido.

## 2.3 Formulación de hipótesis

### 2.3.1 Hipótesis general

**Hi:** Existen diferencias en la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en un estudio in vitro, en Lima, 2024.

**Ho:** No existen diferencias en la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en un estudio in vitro, en Lima, 2024.

### 2.3.2 Hipótesis específicas

Dado al alcance descriptivo no se propondrá ninguna hipótesis específica; puesto que se delimitará a la observación y descripción del fenómeno de la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante la tecnología CAD/ CAM y el tratamiento convencional, con enfoque cuantitativo pues demostrará numéricamente los valores de este (54).

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 Método de la investigación**

Se empleó un “método hipotético-deductivo” con el propósito de analizar una hipótesis que se planteó para explicar un fenómeno u observación específica. Es esencial subrayar que esta hipótesis fue verificable y susceptible de ser cuestionada o refutada mediante el proceso de investigación. (55).

### **3.2 Enfoque de la investigación**

Se aplicó un “enfoque cuantitativo”, que se centró en recopilar y analizar datos numéricos para confirmar hipótesis o afrontar interrogantes de investigación concretas. Se caracterizó por su método sistemático y meticulado, que incluye el uso de instrumentos numéricos y estadísticos para analizar los datos y llegar a conclusiones firmemente respaldadas (56).

### **3.3 Tipo de investigación**

Este estudio se clasificó como “estudio aplicado”, puesto que su fin fue lograr un mayor entendimiento de un fenómeno o avanzar en el conocimiento sobre un tema específico, aplicándolos en situaciones prácticas. Este tipo de investigación se centra en resolver preocupaciones con aplicaciones prácticas directas (57).

### **3.4 Diseño de la investigación**

Este estudio adoptó un diseño experimental, en un entorno in vitro, ya que exploró la relación entre variables y determinó las diferencias entre los dos grupos evaluados (58).

#### **3.4.1 Corte**

Llevó a cabo un enfoque de corte transversal, lo que implicó la recolección de datos en un único evento, ofreciendo una representación instantánea de las cualidades o conductas de la muestra en un momento concreto (59).

#### **3.4.2 Nivel o alcance**

Además, el estudio fue comparativo con el propósito fundamental de contrastar las diferencias entre dos modalidades de tratamiento y sus respectivos resultados (60).

### **3.5 Población, muestra y muestreo**

#### **3.5.1 Población**

La población denota el conjunto integral de sujetos, objetos o sucesos que comparten rasgos comunes y que son el objeto de estudio del investigador. La delimitación y definición de esta población pueden cambiar significativamente dependiendo de la pregunta de investigación y del alcance específico del estudio (61).

Este estudio se enfocó en una población que está compuesta por cofias unitarias utilizando dos técnicas, incluyendo la tecnología CAD/CAM y el método convencional, con el objetivo de analizar la exactitud de su ajuste marginal.

### **Criterios de inclusión**

- Cofias con estructura intacta.

### **Criterios de exclusión**

- Cofias con defectos o fracturas.
- Cofias que no mantengan continuidad e integridad en el margen cervical.
- Cofias con presencia de burbujas.

### **3.5.2 Muestra**

La muestra es una parte específica seleccionada de la población total con el fin de brindar datos representativos sobre la población en su totalidad. Es crucial que esta muestra refleje de manera adecuada las atributos y demás elementos relevantes que el investigador busca estudiar (58).

La muestra estuvo compuesta por un subconjunto de la población, incluyendo un total de 40 cofias. Estas se dividieron en dos grupos de 20 cofias cada uno: un grupo empleó la tecnología CAD/CAM, mientras que el otro utilizó el método convencional.

### **3.5.3 Muestreo**

El muestreo por conveniencia se refiere a la selección de elementos de la población de manera no aleatoria, sino en función de su disponibilidad y accesibilidad. Esto significa que se eligen aquellos elementos o individuos que son más fáciles de reclutar o contactar, en lugar de seleccionarlos al azar (58).

Dado que se seleccionaron 40 piezas dentales específicas (20 en cada grupo), se trató de un muestreo por conveniencia. No se eligieron al azar, sino que se seleccionaron deliberadamente para representar los dos grupos experimentales de interés en el estudio. Las premolares se escogieron con el propósito de examinar y comparar la adaptación marginal entre los dos métodos de restauración

### 3.6 Variables y operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala Valorativa
<b>Adaptación marginal</b>	<p>Precisión con la que una restauración dental se ajusta al margen de la preparación dental, evitando espacios o separaciones. Esta precisión es crucial para garantizar la integridad estructural, la durabilidad de la restauración y prevenir problemas como filtraciones de bacterias que podrían llevar a caries recurrentes (38).</p>	<p>Puntaje obtenido luego de la observación mediante el estereomicroscopio para determinar mediante la ficha de observación, si la restauración dental se encuentra correctamente adaptada o no.</p>	Adaptación marginal	Observación con estereomicroscopio	Cuantitativa discreta	<p>Adaptado: 50-120 um No adaptado: Distancia &lt;50 um o &gt;120um</p>
<b>Restauración dental</b>	<p>Una restauración dental es un procedimiento odontológico que tiene como objetivo reparar o restaurar la estructura y la función de un diente dañado o debilitado. Estas restauraciones se utilizan para tratar caries, fracturas dentales, desgaste dental u otras condiciones que afectan la integridad de un diente (33).</p>	<p>Resultado observado en la ficha de recolección de datos para identificar el tipo de restauración resultante, el cual puede ser mediante técnica CAD/CAM o la técnica convencional</p>	<p>Técnica CAD/CAM Técnica convencional</p>	Aplicación de la técnica de elaboración de restauración	<p>Cualitativa Nominal</p>	<p>CAD/CAM Convencional</p>

### 3.6.1 Definición operacional

**Adaptación marginal:** Precisión con la que una restauración dental se ajusta al margen de la preparación dental, evitando espacios o separaciones. Esta precisión es crucial para garantizar la integridad estructural, la durabilidad de la restauración y prevenir problemas como filtraciones de bacterias que podrían llevar a caries recurrentes (38).

**Restauración dental:** Una restauración dental es un procedimiento odontológico que tiene como objetivo reparar o restaurar la estructura y la función de un diente dañado o debilitado. Estas restauraciones se utilizan para tratar caries, fracturas dentales, desgaste dental u otras condiciones que afectan la integridad de un diente (33).

## 3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.7.1 Técnica

La observación es un procedimiento común en la investigación científica, fundamental para registrar datos objetivos al examinar sucesos, conductas, fenómenos o circunstancias dentro de un ámbito concreto (60).

En el marco de este estudio, se empleó la técnica de observación como método principal para recopilar información detallada; este enfoque se centró en el examen clínico, lo que implicó una evaluación minuciosa de aspectos físicos, médicos y otros datos relevantes. La observación rigurosa y objetiva de estos elementos contribuyó al análisis preciso y a la obtención de información valiosa para los objetivos del estudio en cuestión, mediante un estereomicroscopio para evaluar la adaptación marginal en las cuatro caras de las piezas dentales: vestibular, palatino, mesial y distal.

### 3.7.2 Descripción

Como parte de la metodología de investigación, se empleó una ficha de observación como herramienta clave para llevar a cabo un registro organizado y sistemático de las técnicas que se utilizarán. Además, esta ficha de observación permitió evaluar si se ha logrado la adaptación marginal a través de la observación detallada.

La ficha de observación constó de cuatro ítems esenciales: el primero se utilizó para identificar el número de ficha, el segundo para describir la técnica empleada en la restauración, el tercero para registrar el grado de desajuste marginal en micras, y el último para determinar si se ha conseguido la adaptación, especialmente si el ajuste marginal se encuentra dentro del rango de 50 a 120 micras.

Primero se prepararon las cofias, se procedió inicialmente a limpiar, desinfectar y secar el material utilizado siempre detergentes de pH neutro y utensilios no abrasivos para no dañar las superficies de estos. Se procedió a secar el material con celulosa desechable, paños que no dejen fibras o aire comprimido. Después se procedió a asignar de forma aleatoria las cofias a los grupos CAD/CAM o intervención convencional. Seguidamente se realizaron las restauraciones, se preparó la superficie dental y se aplicó el material de restauración.

Se evaluó la adaptación marginal colocando la cofia en la cámara estereomicroscópica, después se ajustó el enfoque e iluminación y finalmente se capturaron las imágenes en los ángulos vestibular, palatino, mesial y distal de cada cofia. Para medir la precisión de la adaptación marginal se utilizó un software de análisis de imágenes para medir el espacio entre la restauración y la superficie dental donde se registró las medidas en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ). Finalmente se calculó el promedio de las medidas para cada cofia. Este proceso se repitió para las 40 cofias.

Los puntos de medición previamente mencionados se trabajaron de la siguiente forma:

- **Vestibular:** punto medio entre la superficie vestibular y el margen cervical.
- **Palatino:** punto medio entre la superficie palatina y el margen cervical.
- **Mesial:** punto medio entre la superficie mesial y el margen cervical.
- **Distal:** punto medio entre la superficie distal y el margen cervical.

### 3.7.3 Validación

Para evaluar la validez del instrumento, se requirió la participación de individuos altamente cualificados con una sólida experiencia en la materia. Entre ellos se encontraban:

- Un experto en el campo de Rehabilitación Oral.
- Un profesional con título de Magíster en Estomatología.
- Un docente con experiencia en el ámbito de la Investigación.

Estos profesionales y especialistas aportaron sus conocimientos y experiencia para determinar la eficacia y relevancia del instrumento en cuestión.

### 3.7.4 Confiabilidad

En la fase inicial, el investigador recibió capacitación por parte de un experto reconocido en el área. Posteriormente, se llevó a cabo una calibración para evaluar la consistencia tanto inter como intraevaluador. Como parte de este proceso, se realizó una prueba piloto cuyo propósito principal fue familiarizar al investigador con la técnica de recolección de datos. Para medir la concordancia intraevaluador, se aplicó el Coeficiente

de correlación interclase, obteniéndose un valor de 0.999, que reflejó un acuerdo perfecto, lo que confirmó la alta fiabilidad del instrumento.

### **3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos**

Luego de obtener las muestras y procesar los datos, se examinarán los resultados teniendo en cuenta la naturaleza de las variables y las hipótesis de investigación. Los datos serán procesados utilizando el programa estadístico STATA 18. Primero se determinará la naturaleza con respecto a la normalidad de los datos utilizando la prueba de Shapiro-Wilk, determinando que los datos seguían una distribución normal por lo que se optó por un enfoque paramétrico empleando la prueba T de Student para poder evaluar las diferencias entre las técnicas.

Los hallazgos se estructuraron en tablas de frecuencia y tablas de contingencia, lo que permitió la aplicación de pruebas estadísticas descriptivas y analíticas, como el cálculo de la media.

### **3.9 Aspectos éticos**

En el marco de este estudio de laboratorio, no se implementará el formato de consentimiento informado. La razón radica en que este tipo de investigación in vitro no involucra la participación de sujetos humanos, pacientes o voluntarios, ya que se realiza exclusivamente en un entorno controlado del laboratorio y se enfoca en las piezas dentales. Por lo tanto, no es necesario obtener el consentimiento informado de los individuos, ya que no están directamente involucrados en el proceso de investigación.

## CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1 Análisis descriptivo de los resultados

**Tabla 1.** Precisión de la adaptación marginal en restauraciones dentales mediante tecnología CAD/CAM – Estudio In Vitro, Lima 2024.

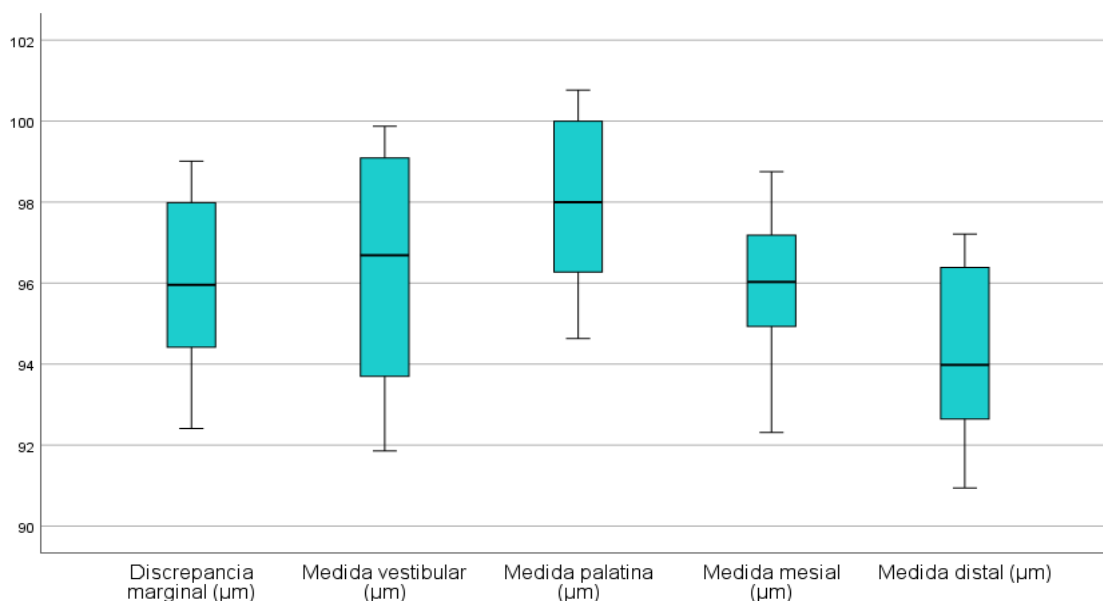
Dimensión ( $\mu\text{m}$ )	N	Media	DE
Discrepancia marginal	20	96.1	2
Medida vestibular	20	96.3	2.8
Medida palatina	20	98.1	2
Medida mesial	20	96	1.8
Medida distal	20	94.3	2

*Nota:* Elaboración propia

En la Tabla 1, se presentan los resultados de la precisión de la adaptación marginal en restauraciones dentales mediante tecnología CAD/CAM en un estudio in vitro realizado en Lima en 2024. Se observa que la discrepancia marginal presenta un valor medio de  $96.1 \pm 2 \mu\text{m}$ , lo que indica una variabilidad baja en la precisión del ajuste marginal. Asimismo, la medida vestibular exhibe una media de  $96.3 \pm 2.8 \mu\text{m}$ , mientras que la medida palatina alcanza una media de  $98.1 \pm 2 \mu\text{m}$ , lo cual refleja una ligera tendencia a valores más elevados en la cara palatina. Por otro lado, la medida mesial registra una media de  $96 \mu\text{m} \pm 1.8 \mu\text{m}$ , evidenciando menor dispersión en comparación con las demás dimensiones. Finalmente, la medida distal muestra la media más baja con  $94.3 \pm 2 \mu\text{m}$ .

En la Figura 1, se presenta un diagrama de caja y bigotes que representa la distribución de los valores obtenidos en cada dimensión. Asimismo, se observa que la medida palatina posee la mayor dispersión, mientras que la medida mesial exhibe la menor variabilidad. Además, la medida distal presenta una tendencia a valores inferiores en comparación con las demás dimensiones evaluadas.

**Figura 1.** Diagrama de caja y bigote de las dimensiones mediante tecnología CAD/CAM – Estudio In Vitro, Lima 2024.



*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 2.** Adaptación marginal en restauraciones dentales mediante tecnología CAD/CAM – Estudio In Vitro, Lima 2024.

Adaptación marginal	n	%
Si	20	100.00
No	0	0.00

*Nota:* Elaboración propia

En la Tabla 2, se presenta la distribución de la adaptación marginal en restauraciones dentales realizadas mediante la tecnología CAD/CAM en un estudio in vitro en Lima, 2024. Los resultados muestran que la totalidad de las restauraciones fueron clasificadas como adaptadas. En base a este hallazgo, indica que, todas las restauraciones obtenidas mediante la tecnología CAD/CAM lograron valores de discrepancia marginal dentro del rango clínicamente aceptable, lo que evidencia una alta precisión y ajuste marginal de esta técnica.

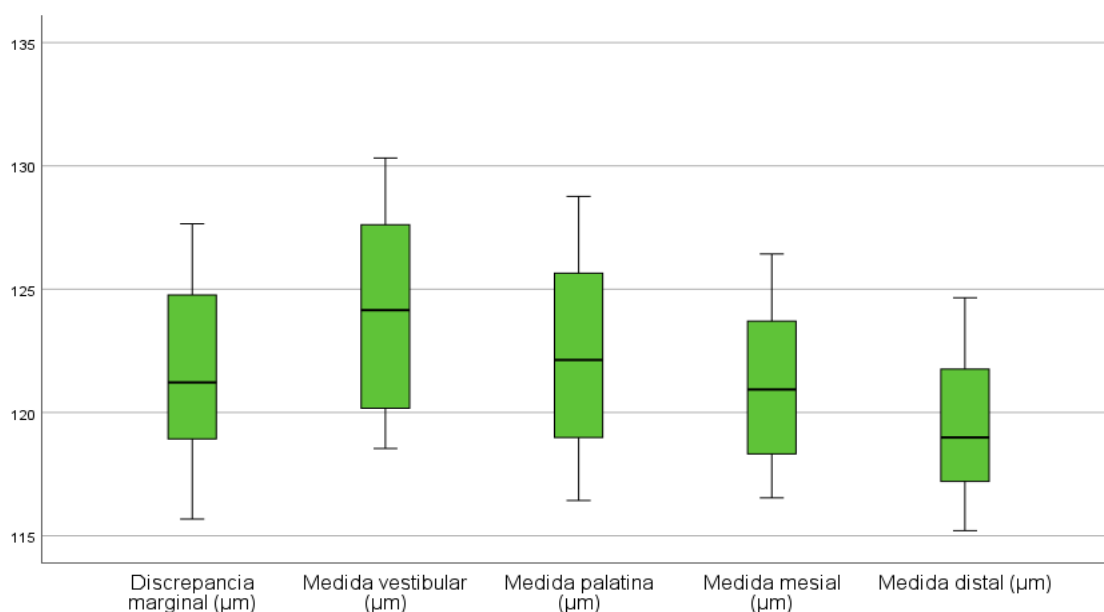
**Tabla 3.** Precisión de la adaptación marginal en restauraciones dentales mediante tratamiento convencional – Estudio In Vitro, Lima 2024.

Dimensión ( $\mu\text{m}$ )	N	Media	DE
Discrepancia marginal	20	121.7	3.5
Medida vestibular	20	124.1	3.9
Medida palatina	20	122.4	3.8
Medida mesial	20	121.2	3.2
Medida distal	20	119.5	2.8

*Nota:* Elaboración propia

En la Tabla 3, se presentan los resultados de la precisión de la adaptación marginal en restauraciones dentales realizadas mediante el tratamiento convencional en un estudio in vitro en Lima, 2024. Se observa que la discrepancia marginal presenta una media de  $121.7 \pm 3.5 \mu\text{m}$ , lo que indica una mayor discrepancia en comparación con la tecnología CAD/CAM. Las mediciones en las diferentes dimensiones muestran variaciones similares, con la medida vestibular registrando la media más alta ( $124.1 \mu\text{m}$ ) y la medida distal la más baja ( $119.5 \mu\text{m}$ ). Las desviaciones estándar oscilan entre  $2.8$  y  $3.9 \mu\text{m}$ , lo que sugiere una mayor dispersión en la adaptación marginal en comparación con la técnica CAD/CAM.

**Figura 2.** Diagrama de caja y bigote de las dimensiones mediante tratamiento convencional – Estudio In Vitro, Lima 2024



*Nota:* Elaboración propia

En la Figura 2, el diagrama de caja y bigotes representa la distribución de los valores en cada dimensión, evidenciando una mayor dispersión en comparación con la tecnología CAD/CAM. Se observa que la medida vestibular presenta la mayor variabilidad, mientras que la medida distal muestra la menor. En general, los valores son más elevados que en la técnica CAD/CAM, lo que indica una menor precisión en la adaptación marginal con el tratamiento convencional.

**Tabla 4.** Adaptación marginal en restauraciones dentales mediante tratamiento convencional – Estudio In Vitro, Lima 2024.

Adaptación marginal	n	%
Si	8	40.00
No	12	60.00
Total	20	100.00

*Nota:* Elaboración propia

En la Tabla 4, se presenta la distribución de la adaptación marginal en restauraciones dentales realizadas mediante el tratamiento convencional en un estudio in vitro en Lima, 2024. Los resultados muestran que solo el 40% de las restauraciones fueron clasificadas como adaptadas, mientras que el 60% no lograron una adaptación marginal óptima.

#### 4.1.2 Prueba de hipótesis

##### Test de normalidad

##### Prueba de hipótesis

**Hi:** Las mediciones no presentan distribución normal.

**Ho:** Las mediciones presentan distribución normal.

**Nivel de significancia**

$$\alpha = 0.05$$

**Regla de decisión**

Si  $p \leq 0.05$ ; se rechaza  $H_0$ .

Si  $p > 0.05$ ; no se rechaza  $H_0$ .

**Tabla 5.** Shapiro – Wilk

Dimensión ( $\mu\text{m}$ )	Técnica	N	Shapiro-Wilk	
			W	p
Discrepancia marginal	CAD/CAM	20	0.945	0.303
	Convencional	20	0.968	0.706
Medida vestibular	CAD/CAM	20	0.904	0.049
	Convencional	20	0.938	0.219
Medida palatina	CAD/CAM	20	0.927	0.137
	Convencional	20	0.956	0.463
Medida mesial	CAD/CAM	20	0.962	0.584
	Convencional	20	0.948	0.332
Medida distal	CAD/CAM	20	0.938	0.216
	Convencional	20	0.963	0.599

*Nota:* Elaboración propia

En la Tabla 5, se presentan los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de las dimensiones medidas en ambas técnicas. Se observa que la mayoría de los valores de p son mayores a 0.05, indicando que los datos siguen una distribución normal. Por ende, se optó por un enfoque paramétrico y se utilizó la prueba T de Student con el fin de evaluar diferencias significativas entre las técnicas en estudio.

**Hipótesis general****Prueba de hipótesis**

**Hi:** Existen diferencias en la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en un estudio in vitro, en Lima, 2024.

**Ho:** No existen diferencias en la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en un estudio in vitro, en Lima, 2024.

### Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

### Regla de decisión

Si  $p \leq 0.05$ ; se rechaza  $H_0$ .

Si  $p > 0.05$ ; no se rechaza  $H_0$ .

**Tabla 6.** Comparación de la precisión de la adaptación marginal entre la tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en restauraciones dentales – Estudio In Vitro, Lima 2024.

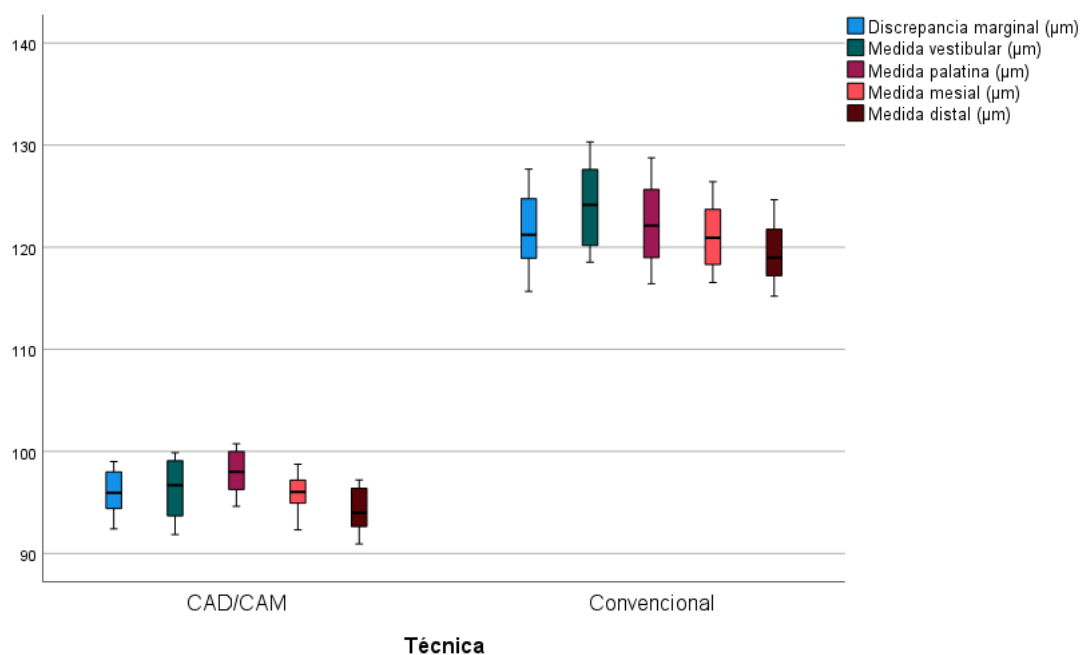
Dimensión ( $\mu\text{m}$ )	Grupo	N	Media	DE	t	gl	p																																												
Discrepancia marginal	CAD/CAM	20	96.1	2	-28.5	38	<.001																																												
	Convencional	20	122	3.5				Medida vestibular	CAD/CAM	20	96.3	2.8	-25.9	38	<.001	Convencional	20	124	3.9	Medida palatina	CAD/CAM	20	98.1	2	-25.5	38	<.001	Convencional	20	122	3.8	Medida mesial	CAD/CAM	20	96	1.8	-31.2	38	<.001	Convencional	20	121	3.2	Medida distal	CAD/CAM	20	94.3	2	-32.7	38	<.001
Medida vestibular	CAD/CAM	20	96.3	2.8	-25.9	38	<.001																																												
	Convencional	20	124	3.9				Medida palatina	CAD/CAM	20	98.1	2	-25.5	38	<.001	Convencional	20	122	3.8	Medida mesial	CAD/CAM	20	96	1.8	-31.2	38	<.001	Convencional	20	121	3.2	Medida distal	CAD/CAM	20	94.3	2	-32.7	38	<.001	Convencional	20	119	2.8								
Medida palatina	CAD/CAM	20	98.1	2	-25.5	38	<.001																																												
	Convencional	20	122	3.8				Medida mesial	CAD/CAM	20	96	1.8	-31.2	38	<.001	Convencional	20	121	3.2	Medida distal	CAD/CAM	20	94.3	2	-32.7	38	<.001	Convencional	20	119	2.8																				
Medida mesial	CAD/CAM	20	96	1.8	-31.2	38	<.001																																												
	Convencional	20	121	3.2				Medida distal	CAD/CAM	20	94.3	2	-32.7	38	<.001	Convencional	20	119	2.8																																
Medida distal	CAD/CAM	20	94.3	2	-32.7	38	<.001																																												
	Convencional	20	119	2.8																																															

*Nota.*  $H_a \mu_{\text{CAD/CAM}} \neq \mu_{\text{Convencional}}$

La prueba de Levene significativa ( $p < 0.05$ ) sugiere que las varianzas no son iguales

En la Tabla 6, se comparan las diferencias en la precisión de la adaptación marginal entre la tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en restauraciones dentales, en un estudio in vitro en Lima, 2024. Los resultados muestran diferencias significativas en todas las dimensiones evaluadas ( $p < 0.001$ ), con valores medios consistentemente más bajos para la tecnología CAD/CAM en comparación con el método convencional. Asimismo, en la Figura 3, el diagrama de caja y bigote visualiza esta diferencia, mostrando que la técnica CAD/CAM presenta valores de discrepancia marginal más uniformes y ajustados, mientras que el tratamiento convencional exhibe una mayor dispersión y valores más elevados en todas las dimensiones analizadas. Se concluye el rechazo de la hipótesis nula ( $H_0$ ), confirmando que existen diferencias significativas en la precisión de la adaptación marginal entre CAD/CAM y el tratamiento convencional, siendo CAD/CAM la técnica con mejor precisión y menor discrepancia marginal.

**Figura 3.** Diagrama de caja y bigote entre la tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en restauraciones dentales – Estudio In Vitro, Lima 2024.



*Nota:* Elaboración propia

### 4.1.3 Discusión de resultados

En este estudio *in vitro*, se tuvo como propósito fue identificar diferencias en la precisión del ajuste marginal para las restauraciones dentales producidas con tecnología CAD/CAM y tratamiento tradicional. Estos hallazgos mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas y concluyeron que la tecnología CAD/CAM proporciona una mejor adaptación marginal para la restauración que el tratamiento convencional. Estos, son consistentes con varios estudios anteriores realizados a nivel nacional e internacional que han mostrado una mejor adaptación marginal con CAD/CAM.

En relación con el primer objetivo específico, sin embargo, los resultados indicaron que la discrepancia marginal promedio en las restauraciones CAD/CAM fue de  $96.1 \pm 2.0 \mu\text{m}$ , con solo pequeñas diferencias en las diferentes dimensiones analizadas. La medición palatina fue la más alta ( $98.1 \pm 2.0 \mu\text{m}$ ), y la menor discrepancia marginal se midió en la medición distal ( $94.3 \pm 2.0 \mu\text{m}$ ). Estos valores indican que el ajuste marginal de la tecnología CAD/CAM fue muy preciso y clínicamente aceptable.

Estos hallazgos concuerdan con los resultados obtenidos por Zegarra et al. (2020), quienes compararon el ajuste marginal de coronas hechas de porcelana vítrea utilizando diferentes métodos y demostraron que el sistema CAD/CAM produjo una discrepancia marginal menor ( $53 \mu\text{m}$ ) que la inyección de porcelana ( $85 \mu\text{m}$ ) y la condensación sobre un muñón refractario ( $113 \mu\text{m}$ ). De manera similar, López (2019) mostró que las cofias de zirconio obtenidas por CAD/CAM tenían una adaptación marginal mayor ( $211,88 \mu\text{m}$ ) que las cofias de metal convencionales ( $297,18 \mu\text{m}$ ).

Además, la precisión del ajuste marginal de las coronas de zirconio fabricadas por CAD/CAM basadas en escáneres intraorales fue investigada por Cueva (2022), quien observó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre el escáner intraoral Primescan, que tiene la mayor adaptación de ajuste marginal. De igual manera, León (2018) evaluó la adaptación marginal en coronas provisionales obtenidas por técnicas CAD/CAM y convencionales, y concluyó que la precisión del ajuste marginal era mayor en las restauraciones CAD/CAM.

Respecto al segundo objetivo específico, los resultados demostraron que el error marginal medio de las restauraciones aplicadas con la técnica convencional resultó ser de  $121.7 \pm 3.5 \mu\text{m}$ , con la mayor discrepancia en la medida bucal ( $124.1 \pm 3.9 \mu\text{m}$ ) y la menor discrepancia en las medidas distales ( $119.5 \pm 2.8 \mu\text{m}$ ). Además, el 40% de las restauraciones estaban bien adaptadas en los márgenes, en comparación con el 100% de las restauraciones CAD/CAM.

Estos resultados fueron consistentes con el estudio realizado por Sangama (2022), quien comparó el ajuste marginal de las cofias obtenidas por inmersión y de las cofias sin metal obtenidas con CAD/CAM, determinando que, mientras que solo el 79.2% de las cofias metálicas mostraron un ajuste adecuado, el 100% de las cofias obtenidas por CAD/CAM presentaron un ajuste óptimo. Del mismo modo, Neves et al. reportaron discrepancias marginales menores en coronas de disilicato de litio fabricadas mediante escaneo directo usando el proceso CAD/CAM en comparación con coronas fabricadas con técnicas convencionales, con diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.05$ ).

A nivel internacional, Parra et al. (2023) evaluaron las cofias metálicas de aleación Cr-Co producidas con procesamiento convencional, fresado CAD/CAM y sinterizado por láser respecto al ajuste marginal y encontraron que el grupo de cofias convencionales

presentó un espacio marginal significativamente mayor, con diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.0001$ ). De manera similar, Casanova et al. (2019) estudiaron el ajuste marginal y la resistencia a la tracción de sitios provisionales utilizando diferentes materiales y agentes de cementación, encontrando que la técnica clásica tenía mayores problemas de desajuste marginal que el CAD/CAM.

En cuanto a la precisión de la adaptación marginal en premolares, los resultados mostraron que, en todas las mediciones, la tecnología CAD/CAM tuvo valores significativamente más bajos de discrepancia marginal que el tratamiento convencional ( $p < 0.001$ ).

Para los primeros premolares, la discrepancia marginal de CAD/CAM fue de  $94.4 \pm 1.0 \mu\text{m}$  mientras que la convencional fue de  $120 \pm 3.94 \mu\text{m}$ . Para los segundos premolares, tales valores fueron  $97.8 \pm 1.03 \mu\text{m}$  y  $123 \pm 2.43 \mu\text{m}$  respectivamente.

Los hallazgos de este estudio estaban en concordancia con los de Sagayo (2021), quien encontró que no había diferencias significativas en la adaptación marginal de las estructuras de óxido de zirconio fabricadas por CAD/CAM producidas por diferentes sistemas, aunque ambos tipos de estructuras muestran una mejor adaptación marginal que las de técnicas convencionales. A nivel mundial, se puede mencionar el trabajo de Alarcón (2018), que evaluó la adaptación marginal de postes endodónticos de metal fabricados por el método CAD/CAM y el método convencional, y no encontró diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas, pero con el método CAD/CAM mostrando una ligera ventaja en precisión.

Por lo tanto, los hallazgos del estudio actual confirman la mayor precisión de la adaptación marginal de las restauraciones definitivas utilizando tecnología CAD/CAM en comparación con el tratamiento convencional. De hecho, CAD/CAM parece ofrecer

una alternativa prometedora para investigadores y clínicos que buscan mejorar la calidad de sus restauraciones dentales, como lo evidencian las menores discrepancias marginales que han sido reportadas. Estos resultados están en consonancia con muchos estudios previos a nivel nacional e internacional y confirmaron que el sistema CAD/CAM tiene un papel predominante general en la fabricación de restauraciones dentales precisas. No obstante, se debe tener en cuenta que varios factores, además del ajuste marginal, también pueden estar afectando los resultados, incluyendo el tipo de material, el diseño de preparación del diente y el protocolo de cementación.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- Se concluye que existe diferencia estadísticamente significativa en la precisión de la adaptación marginal entre las restauraciones con tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional ( $p < 0,001$ ), siendo la tecnología CAD/CAM quien proporciona una adaptación marginal más precisa.
- La tecnología CAD/CAM proporcionó una adaptación marginal dentro del rango clínicamente aceptable en el 100% de las restauraciones evaluadas. Las mediciones fueron uniformes en: bucal ( $96.3 \pm 2.8 \mu\text{m}$ ), palatina ( $98.1 \pm 2 \mu\text{m}$ ), mesial ( $96 \pm 1.8 \mu\text{m}$ ) y distal ( $94.3 \pm 2 \mu\text{m}$ ), lo que sugiere una alta precisión y baja dispersión.
- Para el tratamiento convencional, solo el 40% de las restauraciones presentaron una adaptación marginal aceptable. Las discrepancias marginales fueron mayores en todas las dimensiones: bucal ( $124.1 \pm 3.9 \mu\text{m}$ ), palatina ( $122.4 \pm 3.8 \mu\text{m}$ ), mesial ( $121.2 \pm 3.2 \mu\text{m}$ ) y distal ( $119.5 \pm 2.8 \mu\text{m}$ ), lo que es consistente con una menor precisión y mayor dispersión en comparación con las mediciones de la técnica digital.

### 5.2 Recomendaciones

- Se sugiere implementar el uso de tecnología CAD/CAM tanto en el entorno clínico como en los laboratorios dentales para mejorar significativamente la calidad de la adaptación marginal de las

restauraciones y para optimizar el tiempo clínico, limitar el riesgo de filtración marginal y el fallo restaurativo.

- Se recomienda fortalecer el uso de la tecnología CAD/CAM en la formación académica de estudiantes de odontología, además de investigar nuevos materiales y sistemas de escaneo que podrían aumentar el nivel de precisión marginal.
- Se sugiere que se necesitan protocolos más precisos y estandarizados para la elaboración de restauraciones convencionales. Además, se requiere una capacitación continua al personal odontólogo, para disminuir los errores cometidos en la impresión, el modelado y la colocación final del cementado.

## REFERENCIAS

1. Jimenez M, Sandoval F, Rodriguez E. Comparación de la precisión marginal de cofias de zirconia entre los sistemas CAD/CAM Cerec InLab (Sirona®), CAD/CAM Zirkonzahn (Zirkonzahn®) y sistema pantográfico Zirkograph 025 ECO (Zirkonzahn®). *Rev Odontológica Mex.* 2015;19(4):240–5.
2. Urdaneta M, Yanez L, Torres B, Vega A, Urdaneta O. Incrustaciones de porcelana por el método CAD/CAM. *Cienc odontológica.* 2012;9(3):123–30.
3. Escalona L, Ocampo A, Guillermo J. Comparación de la adaptación marginal de cofias en Disilicato de Litio inyectado, utilizando 3 sistemas de sellado: dos ceras para patrones y patrones elaborados mediante técnica CAD/CAM. *Rev Odontos.* 2015;45(7):7–16.
4. García A, Olivera M. Materiales zirconiosos relacionados con la precisión marginal usando el sistema CAD/CAM en la Universidad Peruana Los Andes – Huancayo 2017. *Universidad peruana de los andes;* 2018.
5. Muacevic A, Adler J. Evidencia contemporánea de CAD-CAM en odontología: una revisión sistemática. *Cureus.* 2022;14(11).
6. Davidowitz G, Kotick P. The use of CAD/CAM in dentistry. *Dent Clin North Am.* 2011;55:559--570.
7. McLaren E. CAD/CAM dental technology. *Compend Contin Educ Dent.* 211AD;32(73):78–80.
8. Ritter A. Talking with patients. Chairside CAD/CAM in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15:127.
9. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J. A review of dental CAD/CAM: current status and

- future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J.* 2009;28:44–56.
10. Moreno M, Vence M, Vivas M, Torres E. Comparación de la adaptación marginal de cofias coladas en metal base utilizando técnicas de sellado marginal manual y asistida por computador. *Rev Odontos.* 2012;40:22–34.
  11. Abad J, Castro O, Vargas S, Torres E. Comparación de la adaptación marginal de cofias elaboradas en cuatro tipos de máquinas de colado. *Rev Odontos.* 2014;43:6–15.
  12. Sangama T. Adaptación marginal en cofias metálicas con la técnica de inmersión y cofias libre de metal con la técnica CAD/CAM en el Sector Anterior in Vitro - Lima 2021. Universidad Privada Norbert Wiener; 2022.
  13. Neves DF. Adaptación marginal de coronas de disilicato de litio obtenidas mediante técnicas de escaneo (CAD/CAM): análisis in vitro con microscopía confocal. *Odontol Sanmarquina.* 2021;24(2):117–23.
  14. Sagayo P. Adaptación marginal de cofias de óxido de zirconio para prótesis fija preparadas mediante dos procedimientos por computador CAD/CAM en protésicos dentales. Universidad Roosevelt; 2021.
  15. Zegarra CB, Meza G. Comparación in vitro de la adaptación marginal de coronas unitarias de porcelana vitrocerámica elaboradas con tres sistemas de procesad. Universidad peruana de ciencias aplicadas; 2020.
  16. López A. Comparación de la adaptación marginal de cofias metálicas de ni - cro coladas y de cofias de zirconia elaboradas mediante Sistema CAD-CAM. Universidad católica los Angeles de Chimbote; 2019.
  17. Parra C, Alarcón L, Carrera B. Adaptación marginal e interna de cofias fabricadas

- por métodos convencionales, CAD/CAM de fresado y sinterizado por láser. *Rev ADM Órgano Of la Asoc Dent Mex.* 2023;80(4).
18. Cueva M. Evaluación de la adaptación marginal de coronas fabricadas mediante tecnología CAD/CAM usando 3 diferentes escáners intraorales. Universidad Autónoma de Nuevo León; 2022.
  19. Casanova P, Alarcón M. Adaptación marginal y resistencia a la tracción de coronas provisionales cementadas con dos biomateriales. *Odontol (Habana).* 2019;21(2):19–38.
  20. Alarcón M. Grado de adaptación marginal de endopostes metálicos confeccionados con técnica de impresión con sistema CAD CAM y técnica convencional. Universidad Central del Ecuador; 2018.
  21. León R. Adaptación marginal de coronas provisionales fabricadas con técnica convencional, técnica indirecta modificada y en Cad/Cam con monometacrilato y dimetacrilato. Universidad Central del Ecuador; 2018.
  22. Park JB, Kim YK. *Metallic Biomaterials.* 1st ed. CRC Press; 2007.
  23. Vaicelyte A, Janssen C, Borgne M Le, Grosgeat B. Cobalt–chromium dental alloys: Metal exposures, toxicological risks, CMR classification, and EU regulatory framework. *Crystals.* 2020;10(12):1–16.
  24. Bandyopadhyay A, Traxel KD, Avila JD, Mitra I, Bose S. 1.3.3C - CoCr Alloys. In: Wagner WR, Sakiyama-Elbert SE, Zhang G, Yaszemski MJ, editors. *Biomaterials Science (Fourth Edition).* Fourth Edition. Academic Press; 2020. p. 257–69.
  25. Fratila A, Jimenez-Marcos C, Mirza-Rosca JC, Saceleanu A. Mechanical

- properties and biocompatibility of various cobalt chromium dental alloys. *Mater Chem Phys.* 2023;304:127867.
26. Powers JM, Wataha JC. *Dental Materials: Foundations and Applications*, 11th Edition. 11th ed. 2016.
  27. Lu C, Zheng Y, Zhong Q. Corrosion of dental alloys in artificial saliva with *Streptococcus mutans*. *PLoS One.* 2017;12(3):1–12.
  28. Lucchetti MC, Fratto G, Valeriani F, De Vittori E, Giampaoli S, Papetti P, et al. Cobalt-chromium alloys in dentistry: An evaluation of metal ion release. *J Prosthet Dent.* 2015 Oct;114(4):602–8.
  29. Vittayakorn W, Poolphol P, Aimprakod K, Maluangnont T. Processing Development and Properties of Cobalt-Chromium Alloys Fabricated by Traditional Method. *Mater Today Proc.* 2021;43:2629–34.
  30. Mani G. Chapter 1b Metallic Biomaterials: Cobalt-Chromium Alloys BT - *Handbook of Biomaterial Properties*. In: Murphy W, Black J, Hastings G, editors. New York, NY: Springer New York; 2016. p. 159–66.
  31. Al Jabbari YS. Physico-mechanical properties and prosthodontic applications of Co-Cr dental alloys: a review of the literature. *J Adv Prosthodont.* 2014 Apr;6(2):138–45.
  32. Revilla-León M, Gómez-Polo M, Park SH, Barmak AB, Özcan M. Adhesion of veneering porcelain to cobalt-chromium dental alloys processed with casting, milling, and additive manufacturing methods: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2022 Oct;128(4):575–88.
  33. Lemos CAA, Verri FR, Gomes JM de L, de Souza Batista VE, Cruz RS, Oliveira

- HFF e., et al. Ceramic versus metal-ceramic implant-supported prostheses: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2019;121(6):879-886.e4.
34. Zivic F, Affatato S, Trajanovic M, Schnabelrauch M, Grujovic N, Leong Choy K, editors. *Biomaterials in Clinical Practice-Advances in Clinical Research and Medical Devices.* Springer; 2018.
35. Oteiza-Galdón B, Martínez-González A, Escuder ÁV. Analysis of fit on implants of chrome cobalt versus titanium frameworks made by cad / cam milling. *J Clin Exp Dent.* 2020;12(10):e951–7.
36. Fu W, Liu S, Jiao J, Xie Z, Huang X, Lu Y, et al. Wear Resistance and Biocompatibility of Co-Cr Dental Alloys Fabricated with CAST and SLM Techniques. *Materials (Basel).* 2022;15(9):1–15.
37. Kassapidou M, Stenport VF, Johansson CB, Syverud M, Hammarström Johansson P, Börjesson J, et al. Cobalt chromium alloys in fixed prosthodontics: Investigations of mechanical properties and microstructure. *J Prosthet Dent.* 2023 Aug;130(2):255.e1-255.e10.
38. Halgravez-Perea, L. A.;1 Palomares-Gorham, P. I.;2 Euan-Salazar, R.;1 Cruz-Palma, G.;2 \* Quiroga-García, M. A.;2 Galindo-Lartigue, C.;2 Martínez-González GI. Evaluación de la adaptación marginal en restauraciones indirectas de resina utilizando diferentes protocolos de adhesión. 2021;(818):7–17.
39. Acevedo O. Análisis del sellado marginal y resistencia a la fractura de núcleos cerámicos de óxido de circonio en puentes posteriores. Univ Complut Madrid. 2011;
40. Coto M, Mata L, Rodriguez C. Análisis del nivel de éxito que se logra en el

- tratamiento del ajuste marginal de coronas temporales con acrílico convencional NEW STETIC® en comparación con el bys-acrílico structur Premium de Voco® en premolares inferiores. Rev electrónica la Fac Odontol. 2011;
41. Romeo R. Estudio comparativo de ajustes en prótesis fija cerámica entre sistemas CAD-CAM e inyectado. Univ Complut Madrid. 2010;Facultad d.
  42. Vallejo M. Anticonceptivos inyectables combinados. Rev Ginecológica México. 2020;88(1).
  43. Cano Andrade PI. Protocolo para el diagnóstico de oclusión patológica en la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia. 2015;134.
  44. Alvarez C. Fundamentos, técnica y clínica en rehabilitación bucal. Ed Hacheace. 1999;1(26).
  45. Maroto G. Estudio de la desadaptación marginal de retenedores para prótesis fija en metales no nobles y seminobles, mediante análisis computarizado de imagen y pruebas traccionales. Univ Granada. 1987;
  46. Suarez G. Evaluación del sellado marginal de coronas de titanio colado y mecanizado con dos líneas de determinación. Univ Complut Madrid. 2004;
  47. Spitznagel FA, Boldt J, Gierthmuehlen PC. CAD/CAM Ceramic Restorative Materials for Natural Teeth. J Dent Res. 2018;97(10):1082–91.
  48. Zaruba M, Mehl A. Chairside systems: a current review. Int J Comput Dent. 2017;20(2):123–49.
  49. Rekow D. Computer-aided design and manufacturing in dentistry: a review of the state of the ar. J Prosthet Dent. 1987;58(6):512–6.

50. Goodacre C, Naylor W, Daher T, Marchach C. CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. *J Prosthet Dent.* 2012;107:34–46.
51. Mörmann W. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc.* 2006;137:7–13.
52. Srinivasan M, Cantin Y, Mehl A. CAD/CAM milled removable complete dentures: an in vitro evaluation of trueness. *Clin Oral Investig.* 2017;21:2007–19.
53. Nikon. Enteromicroscopios. 2009. MICROSCOPY.
54. Hernández R, Mendoza C. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. *Rev Univ Digit Ciencias Soc.* 2019 Jan 31;10(18):92–5.
55. Sánchez F. Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos. *Rev Digit Investig en Docencia Univ.* 2019;13(1):101–22.
56. Firdaus F, Zufadilla Z, Caniago F. Reaserch methodology: types in the new perspective. *Manazhim* [Internet]. 2021;3(1):1–16. Available from: <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/manazhim/article/view/903>
57. Forriol F. Métodos de investigación clínicos en cirugía ortopédica y traumatología. In: *Traumatología y ortopedia: Generalidades.* Elsevier Health Science; 2019. p. 40.
58. Etikan I, Babatope O. A Basic Approach in Sampling Methodology and Sample Size Calculation. *MedLife Clin* [Internet]. 2019;1(2):50–4. Available from: <https://www.medtextpublications.com/open-access/a-basic-approach-in-sampling-methodology-and-sample-size-calculation-249.pdf>

59. Serra X, López M, Targarona E. *Cómo y porqué investigar en cirugía*. Madrid: Asociación Española de Cirujanos; 2022. 347 p.
60. Hernández-Sampieri R, Mendoza C. *Metodología de la investigación: Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta*. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México; 2018.
61. Yadav S, Singh S, Gupta R. Sampling Methods. In: *Biomedical Statistics: A beginner's guide*. Springer; 2019. p. 71–83.
62. Gonzáles E. Uso y cálculo del coeficiente de correlación interclase. *Viref Rev Educ Física*. 2023;12(2):133–45.

**ANEXOS**

### Anexo 1: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general:</b> ¿En qué medida se da la diferencia en la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en un estudio in vitro, en Lima, 2024?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿En qué medida se presenta la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/ CAM en un estudio in vitro, en Lima, 2024?</li> <li>- ¿En qué medida se presenta la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tratamiento convencional en un estudio in vitro, en Lima, 2024?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar en qué medida se da la diferencia en la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en un estudio in vitro, en Lima, 2024.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar en qué medida se presenta la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/ CAM en un estudio in vitro, en Lima, 2024.</li> <li>- Identificar en qué medida se presenta la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tratamiento convencional en un estudio in vitro, en Lima, 2024.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>Existen diferencias en la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en un estudio in vitro, en Lima, 2024.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> <b>He<sup>1</sup>:</b> Existen diferencias en la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en un estudio in vitro, en Lima, 2024, en premolares.</p> <p><b>Ho<sup>1</sup>:</b> Existen diferencias en la precisión de la adaptación marginal en la restauración dental mediante el uso de tecnología CAD/CAM y el tratamiento convencional en un estudio in vitro, en Lima, 2024, en premolares.</p>	<p><b>Adaptación marginal</b></p> <p>Dimensiones:</p> <p>D1: Adaptado D2: No adaptado</p> <p><b>Técnica aplicada</b> Dimensiones:</p> <p>D1: CAD/CAM D2: Convencional</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Método:</b> Hipotético-Deductivo</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Diseño:</b> Comparativo, Experimental, Transversal</p> <p><b>Población y muestra</b></p> <p><b>Población:</b> Restauraciones dentales de premolares disponibles en un laboratorio en Lima en el año 2024.</p> <p><b>Muestra:</b> 40 premolares en total, divididas en dos grupos de 20 piezas cada uno, uno para el grupo de tecnología CAD/CAM y otro para el grupo de tratamiento convencional.</p>

**Anexo 2: Instrumento de recolección de datos**

**Ficha de recolección de datos para determinar la técnica utilizada y la adaptación marginal**

**N° DE FICHA:** \_\_\_\_\_

- Marcar y completar en cada casilla, según corresponda:

<b>Técnica utilizada:</b>	<b>CAD/CAM ( )</b>	<b>Convencional ( )</b>
<b>Discrepancia marginal (µm):</b>		
<b>Adaptación marginal:</b>	<b>Sí ( )</b>	<b>No ( )</b>
<b>Pieza dental:</b>	<b>1er premolar ( )</b>	<b>2do premolar ( )</b>
<b>Medida vestibular (µm):</b>		
<b>Medida palatina (µm):</b>		
<b>Medida mesial (µm):</b>		
<b>Medida distal (µm):</b>		

### Anexo 3: Validez del instrumento



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

1.1 Apellidos y Nombres del Experto: *ENCISO LACUNZA JORGE ANTONIO*

1.2 Cargo e Institución donde labora: *DOCENTE A TIEMPO PARCIAL - ESCUELA PROFESIONAL ODONTOLÓGICA*

1.3 nombre del instrumento motivo de evaluación: *Ficha de recolección de datos para determinar la técnica utilizada y la adaptación marginal.*

1.5 Título de la Investigación: *"PRECISIÓN DE LA ADAPTACIÓN MARGINAL EN LA RESTAURACIÓN DENTAL MEDIANTE USO DE TECNOLOGÍA CAD-CAM VS TRATAMIENTO CONVENCIONAL - ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024"*

**II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN**

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	May buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				/	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en términos observables.				/	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				/	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.				/	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.				/	
7. CONSISTENCIA	Adecuado a los objetivos de la investigación y metodología.				/	
8. COHERENCIA	Entre las intenciones, indicadores y las dimensiones.				/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio.				/	
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				/	
<b>CUNTO TOTAL DE MARCAS</b> (Indica el conteo en cada una de las categorías de la escala)						
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1x A) + (2x B) + (3x C) + (4x D) + (5x E)}{50} =$$

**III. CALIFICACIÓN GLOBAL** (Coloque el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un apla en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	[0,00 - 0,60]
Obtuso	(0,60 - 0,70]
Aprobado	(0,70 - 1,00]

**IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

Lima, *23* de *Mayo* del 2024.

*[Firma]*

Dr. Enciso Lacunza Jorge Antonio  
CIRUJANO DENTISTA  
C.O.P. 27801

8

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del Experto:

1.2 Cargo e Institución donde labora:

1.3 nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos para determinar la técnica utilizada y la adaptación marginal.

1.5 Título de la Investigación: "PRECISIÓN DE LA ADAPTACIÓN MARGINAL EN LA RESTAURACIÓN DENTAL MEDIANTE USO DE TECNOLOGÍA CAD-CAM VS TRATAMIENTO CONVENCIONAL - ESTUDIO IN VITRO EN LINA, 2024".

*Dr. Janet Marteni Uange Arias  
Consulta particular / Sisal Surquillo y Clínica Odontológica  
cuartada San Marcos*

### II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Bajo 2	Regular 3	Buena 4	Mayor 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				/	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				/	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				/	
5. SUFICIENCIA	Cubre los aspectos de cantidad y calidad en su tema.				/	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.				/	
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.				/	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio.				/	
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				/	
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)					/	
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1x1) + (2x2) + (3x3) + (4x4) + (5x5)}{50} =$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL. (Unifique el coeficiente de validez obtenido en el ítem anterior y marque con un signo en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	[0,00 - 0,40]
Observado	[0,40 - 0,70]
Aprobado	[0,70 - 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 25 de Junio del 2024.

*[Firma]*  
Esc. M. S. N. U. Norbert Wiener  
FACULTAD DE ODONTOLÓGICA  
C.O.P. 20551-Rural 2015

Firma y sello

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: *Dra. Jacqueline Cepeda Poma*  
 1.2 Cargo e Institución donde labora: *Univ. Norbert Wiener*  
 1.3 nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos para determinar la técnica utilizada y la adaptación marginal.  
 1.5 Título de la Investigación: "PRECISIÓN DE LA ADAPTACIÓN MARGINAL EN LA RESTAURACIÓN DENTAL MEDIANTE USO DE TECNOLOGÍA CAD/CAM VS TRATAMIENTO CONVENCIONAL - ESTUDIO *IN VITRO* EN LIMA, 2024".

### II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	May buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				<input checked="" type="checkbox"/>	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductos observables.				<input checked="" type="checkbox"/>	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al estado de la ciencia y tecnología.				<input checked="" type="checkbox"/>	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				<input checked="" type="checkbox"/>	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.				<input checked="" type="checkbox"/>	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognoscitivas.				<input checked="" type="checkbox"/>	
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.				<input checked="" type="checkbox"/>	
8. COHERENCIA	Entre los ítems, indicadores y las dimensiones.				<input checked="" type="checkbox"/>	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio.				<input checked="" type="checkbox"/>	
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				<input checked="" type="checkbox"/>	
CONTEO TOTAL DE MARCAS (Indique el conteo en cada una de las categorías de la escala)						
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1x1) + (2x2) + (3x3) + (4x4) + (5x5)}{50} =$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	[0,00 – 0,60]
Observado	[0,60 – 0,70]
Aprobado	[0,70 – 1,00]

### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 24 de enero del 2024.

*JCP*  
Firma y sello

8

*Dra. Jacqueline Cepeda Poma*  
INVESTIGADORA  
COP 400285

#### Anexo 4: Confiabilidad del instrumento

**Tabla 7.** Valores del coeficiente de correlación interclase y su interpretación

Coeficiente de correlación interclase	Interpretación
1,00 o mayor	Acuerdo perfecto
0,81 - 0,99	Casi perfecto
0,61 - 0,80	Sustancial
0,41 - 0,60	Moderado
0,21 - 0,40	Ligero
0,01 - 0,20	Casi insignificante
0,00 - o menor	Acuerdo nulo

Propuesto por Gonzáles (62)

**Tabla 8.** Coeficiente de correlación interclase

	Correlación intraclase <sup>b</sup>	Intervalo de confianza al 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig
Medidas promedio	<b>,999<sup>c</sup></b>	0.998	0.999	1059.209	39	156	<b>0.000</b>

*Modelo de dos factores de efectos mixtos donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.*


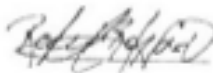

*a. El estimador es el mismo, esté presente o no el efecto de interacción.*

*b. Coeficientes de correlaciones entre clases del tipo C que utilizan una definición de coherencia. La varianza de medida intermedia se excluye de la varianza del denominador.*


*c. Esta estimación se calcula suponiendo que el efecto de interacción está ausente, porque de lo contrario no se puede estimar.*

En la Tabla 8, se muestra el resultado del coeficiente de correlación interclase, obteniendo un valor de 0.999 con un intervalo de confianza del 95% entre 0.998 y 0.999. La prueba F es significativa ( $p = 0.000$ ), lo que confirma una alta confiabilidad del instrumento, con una excelente consistencia en las mediciones realizadas.

**Anexo 5: Aprobación del Comité de Ética**

	<b>COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN</b>
Universidad Norbert Wiener	
<b><u>CONSTANCIA DE EXONERACIÓN DE REVISIÓN</u></b>	
Lima, 06 de mayo de 2024	
Investigador(a) <b>Jhony Smith Lazo Rojas</b> Exp. N°: 0320-2024	
De mi consideración:	
Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética para la investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener (CIEI-UPNW) acuerda la Exoneración de revisión del siguiente protocolo de estudio:	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Protocolo titulado: "PRECISIÓN DE LA ADAPTACIÓN MARGINAL EN LA RESTAURACIÓN DENTAL MEDIANTE USO DE TECNOLOGÍA CAD/CAM VS TRATAMIENTO CONVENCIONAL - ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024" Versión 01 con fecha 27/04/2024.</li></ul>	
El cual tiene como investigador principal al Sr(a) Jhony Smith Lazo Rojas.	
Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.	
Atentamente,	
	
	
<b>Raul Antonio Rojas Ortega</b> <b>Presidente del CIEI-UPNW</b>	
Avenida Arcosúipa 440 Universidad Privada Norbert Wiener Teléfono: 706-5555 anexo 3286-3287 Cel. 981000638 Correo: <a href="mailto:comite.etica@nwienner.edu.pe">comite.etica@nwienner.edu.pe</a>	

**Anexo 6: Informe del asesor**

 Universidad Norbert Wiener	<b>INFORME DEL ASESOR</b>		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-014	VERSIÓN: 02 REVISIÓN: 02	FECHA: 13/05/2020

Lima, 01 de abril del 2025

Dra. Esp. Brenda Vergara Pinto

Directora de la EAP de Odontología Universidad Privada Norbert Wiener  
Presente.-

De mi especial consideración:

Es grato expresarle un cordial saludo y como asesora de tesis titulada: **“PRECISIÓN DE LA ADAPTACIÓN MARGINAL EN LA RESTAURACIÓN DENTAL MEDIANTE USO DE TECNOLOGÍA CAD/CAM VS TRATAMIENTO CONVENCIONAL - ESTUDIO IN VITRO EN LIMA, 2024”**, desarrollado por el egresado Jhony Smith Lazo Rojas, para la obtención del Título Profesional de Cirujano dentista; ha sido concluida satisfactoriamente.

Al respecto informo que se lograron los siguientes objetivos:

- Se Colabora en el desarrollo de los valores necesarios para obrar con rectitud en su Tesis
- Cuenta con información fidedigna sobre el desarrollo de su Tesis.
- Se observa el progreso de la Bachiller e interviniendo en los aspectos de origen académico, personal y social, evitando el agravamiento de los problemas.
- Se trabaja conjuntamente con la Bachiller para el logro de la Tesis.

Atentamente,



Firma de la asesora

Mg. Esp. CD. Sara Angélica Morante Maturana

## Anexo 7: Reporte de turnitin

Reporte de similitud	
NOMBRE DEL TRABAJO <b>Tesis</b>	AUTOR <b>Jhony Lazo</b>
RECuento DE PALABRAS <b>11948 Words</b>	RECuento DE CARACTERES <b>67703 Characters</b>
RECuento DE PÁGINAS <b>54 Pages</b>	TAMAÑO DEL ARCHIVO <b>191.0KB</b>
FECHA DE ENTREGA <b>Jun 2, 2025 11:48 PM GMT-5</b>	FECHA DEL INFORME <b>Jun 2, 2025 11:49 PM GMT-5</b>
<p>● <b>11% de similitud general</b></p> <p>El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9% Base de datos de Internet</li> <li>• Base de datos de Crossref</li> <li>• 5% Base de datos de trabajos entregados</li> <li>• 1% Base de datos de publicaciones</li> <li>• Base de datos de contenido publicado de Crossref</li> </ul> <p>● <b>Excluir del Reporte de Similitud</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material citado</li> <li>• Coincidencia baja (menos de 10 palabras)</li> </ul>	
Resumen	

## Anexo 8: Evidencia fotografica



**Figura 4.** Estereomicroscopio EUROMEX EDUBLUE ED. 1405-S

### SISTEMA CONVENCIONAL



1. OBTENCIÓN DE  
MODELOS



2. ESPACIADOR



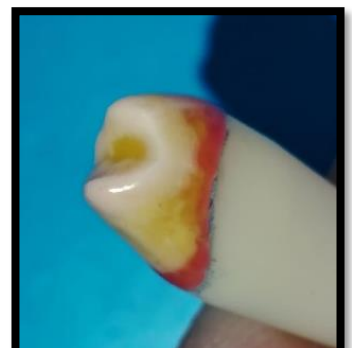
3. DELIMITADO



4. USO DE  
AISLANTE



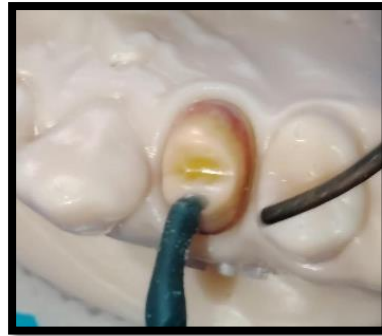
5. COFIA POR  
INMERSIÓN



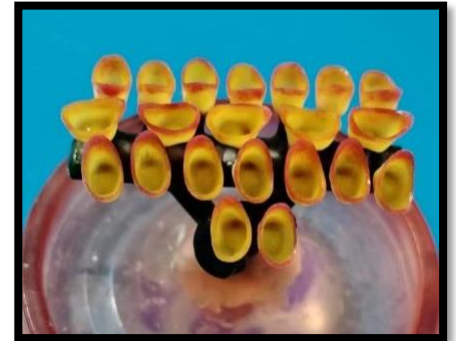
6. COMPENSACIÓN DE  
COFIA



7. COFIAS ELABORADAS



8. COLOCACIÓN DE BEBEDEROS



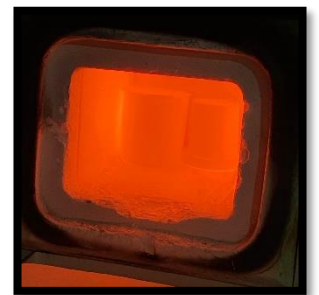
9. BEBEDEROS POSICIONADOS



10. REVESTIDO DE COFIAS



11. CILINDRO



12. ELIMINACIÓN DE CERA



13. COLADO POR INDUCCIÓN



14. METAL DE COBALTO



15. FUNDICIÓN DE METAL



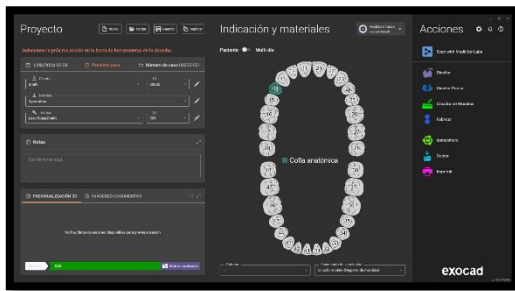
16. COLADO DE CILINDRO



17. PROCESO DE ARENADO



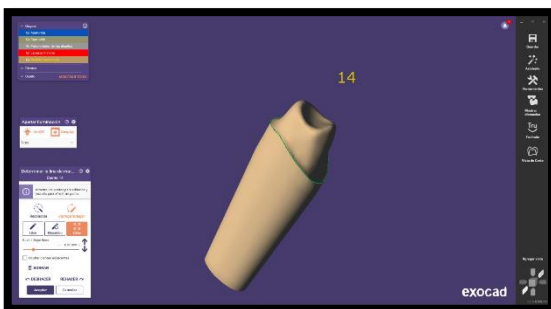
## SISTEMA CAD CAM



1. ORDEN DE TRABAJO



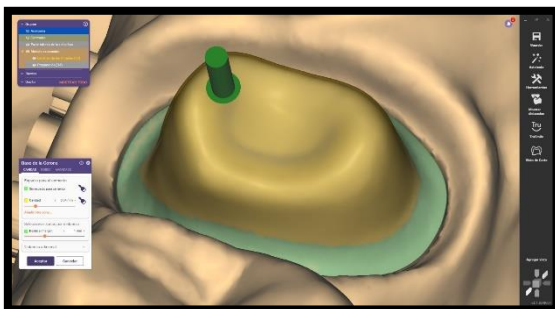
2. CONFIGURACIÓN DE



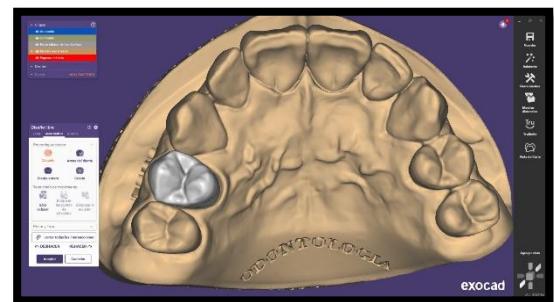
3. DETERMINACION DE LINEA DE



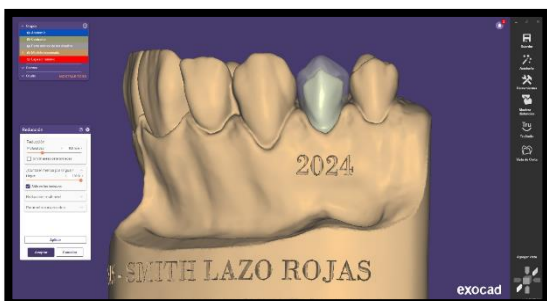
4. EJE DE INSERCIÓN



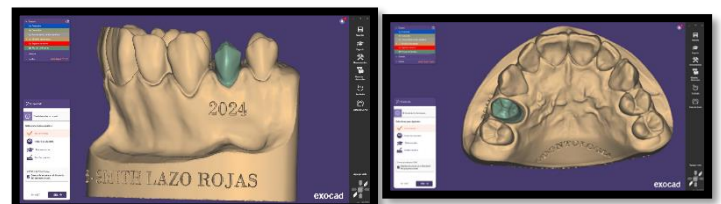
5. BASES DE LA CORONA



6. ENCERADO DE LA PIEZA 1.4



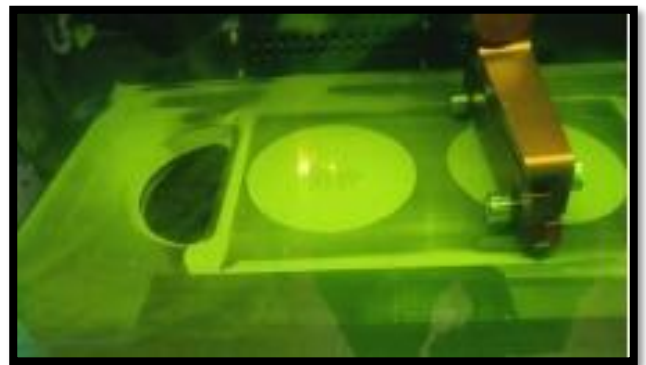
7. REDUCCION DEL ENCERADO



8. DISEÑO FINALIZADO



9. POSICIONAMIENTO AL SISTEMA CAMBRIDGE



10. PROCESO DE IMPRESIÓN 3D POR FUSION LASER



11: RETIRO DEL POLVO DE LA PLATAFORMA DE IMPRESION



12. PROCESOS FINALIZADO

## ● 11% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>repositorio.uwiener.edu.pe</b> Internet	2%
2	<b>SASTRA University on 2024-02-22</b> Submitted works	<1%
3	<b>dspace.uce.edu.ec</b> Internet	<1%
4	<b>upc.aws.openrepository.com</b> Internet	<1%
5	<b>researchgate.net</b> Internet	<1%
6	<b>pesquisa.teste.bvsalud.org</b> Internet	<1%
7	<b>repositorio.uladech.edu.pe</b> Internet	<1%
8	<b>Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote on 2017-07-19</b> Submitted works	<1%