



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA ACADÉMICO DE ODONTOLOGÍA

Tesis

Análisis comparativo dimensional de arcos 0.019 " x 0.025 " super elásticos
comercializados por tres marcas diferentes, Lima – 2026

Para optar el Título Profesional de
Cirujano Dentista

Presentado por:

Autor: León Huamanchao, David Alberto

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5785-1949>

Asesora: Mg. Aguirre Morales, Anita Kori

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5597-5727>

Lima – Perú

2026

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

Yo, David Alberto León Huamanchao, 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 **“ANÁLISIS COMPARATIVO DIMENSIONAL DE ARCOS 0.019 " x 0.025 " SUPER ELÁSTICOS COMERCIALIZADOS POR TRES MARCAS DIFERENTES, LIMA - 2026”**, Asesorado por la docente Ds. Esp. Aguirre Morales, Anita Kori, con DNI: 09383550 y código ORCID 0000-0001-5597-5727, tiene un índice de similitud de 06 (SEIS) % con código ID: **oid: 14912603899398** 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
 David Alberto León Huamanchao
 DNI N° 72182091



Firma
 Nombres y apellidos de la Asesora
 Ds. Esp. Aguirre Morales, Anita Kori
 DNI: 09383550

Lima, 11 de julio del 2026

MIEMBROS DEL JURADO

Presidenta: Dra. Cabero Manchego, Rosa Milagros

Secretario: Mg. Falcon Seminario, Norma Patricia

Vocal: Mg. Benavides Garay, Ana Rosa

Dedicatoria

Dedico la presente tesis a Dios, por brindarme salud, fortaleza y perseverancia para alcanzar esta importante meta profesional.

A mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificio a lo largo de mi formación académica, siendo siempre mi mayor fuente de motivación.

A mi familia, por su confianza, comprensión y aliento en cada etapa de este camino.

Y a todas aquellas personas que contribuyeron de una u otra manera a mi crecimiento personal y profesional, acompañándome en la culminación de esta investigación.

Agradecimiento

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Norbert Wiener por la sólida formación académica y las herramientas brindadas, que hicieron posible mi crecimiento profesional y la culminación de esta etapa.

Índice

Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Resumen	x
Abstract	xi
Introducción	xii
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problema específicos	3
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	4
1.4.1 Teórica	4
1.4.2 Metodológica	5
1.4.3 Práctica	5
1.4.4 Social	6
1.5 Limitaciones de la investigación	7
1.5.1 Temporal	7
1.5.2 Espacial	7
1.5.3 Recursos	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes de la investigación	9
2.2 Bases teóricas	13
2.2.1 Historia de los aparatos ortodónticos	13
2.2.2 Arcos de níquel-titanio	16
2.2.3 Arcos super elásticos (Ni-Ti)	18
2.3 Formulación de hipótesis	25
2.3.1 Hipótesis general	25
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	26

3.1	Método de la investigación	26
3.2	Enfoque de la investigación	26
3.3	Tipo de investigación	26
3.4	Diseño de la investigación	27
3.5	Población, muestra y muestreo	27
3.5.1	Población	27
3.5.2	Muestra	28
3.5.3	Muestreo	29
3.6	Variables y operacionalización	30
3.6.1	Definición operacional	31
3.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
3.7.1	Técnica	31
3.7.2	Descripción de instrumentos	32
3.7.3	Validación	37
3.7.4	Confiabilidad	38
3.8	Procesamiento y análisis de datos	39
3.9	Aspectos éticos	40
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....		41
4.1	Resultados	41
4.2	Discusión de resultados	45
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		51
5.1	Conclusiones	51
5.2	Recomendaciones	51
REFERENCIAS		53
ANEXOS		60
Anexo 1. Matriz de consistencia		61
Anexo 2. Ficha de recolección de datos		62
Anexo 3. Validación de instrumento		64

Índice de tablas

Tabla 1. Dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por la marca A	41
Tabla 2. Dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por la marca B.....	41
Tabla 3. Dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por la marca C.....	42
Tabla 4. Prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de las medidas.	43
Tabla 5. Comparación de las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos según marca comercial.....	44

Índice de figuras

Figura 1. Estadígrafos de las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por la marca A.....	41
Figura 2. Estadígrafos de las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por la marca B	42
Figura 3. Estadígrafos de las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por la marca C	43

Resumen

El estudio tuvo como objetivo general comparar las dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por tres marcas en Lima durante el año 2026. La investigación se desarrolló con enfoque cuantitativo, método hipotético-deductivo, tipo aplicado y diseño no experimental, transversal, in vitro y comparativo. La población accesible estuvo conformada por 18 arcos superelásticos de níquel-titanio 0.019" × 0.025" de las marcas A, B y C, disponibles en distribuidores autorizados de Lima. La muestra estuvo integrada por 18 arcos, distribuidos en tres grupos de 6 especímenes por marca, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Las dimensiones reales fueron medidas en pulgadas y registradas en una ficha de recolección de datos; posteriormente, se analizaron mediante estadística descriptiva e inferencial. Los resultados mostraron que la marca A presentó una altura promedio de 0.01871" y una profundidad de 0.02461"; la marca B obtuvo 0.01838" y 0.02419", respectivamente; mientras que la marca C registró 0.01899" de altura y 0.02503" de profundidad. La prueba de Shapiro-Wilk evidenció normalidad en todos los grupos, por lo que se aplicó ANOVA de un factor. Se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre marcas tanto en altura, $F(2,15)=166.124$; $p<.001$, como en profundidad, $F(2,15)=263.144$; $p<.001$. Se concluyó que la marca C presentó mayor precisión dimensional, seguida de la marca A, mientras que la marca B mostró mayor discrepancia frente al calibre nominal declarado. Estos hallazgos aportaron evidencia útil para seleccionar arcos con mayor predictibilidad clínica y segura localmente aplicada.

Palabras clave: Ortodoncia; Aparatos Ortodóncicos Fijos; Materiales Dentales.

Abstract

The study aimed to compare the real dimensions of 0.019" × 0.025" superelastic archwires marketed by three brands in Lima during 2026. The research followed a quantitative approach, a hypothetico-deductive method, an applied type, and a non-experimental, cross-sectional, in vitro, comparative design. The accessible population consisted of 30 nickel-titanium superelastic archwires sized 0.019" × 0.025" from brands A, B, and C, available from authorized distributors in Lima. The sample included 18 archwires, distributed into three groups of 6 specimens per brand, selected through non-probability convenience sampling. The real dimensions were measured in inches and recorded on a data collection form; afterward, the information was analyzed using descriptive and inferential statistics. The results showed that brand A had a mean height of 0.01871" and a mean depth of 0.02461"; brand B obtained 0.01838" and 0.02419", respectively; while brand C recorded a height of 0.01899" and a depth of 0.02503". The Shapiro-Wilk test showed normal distribution in all groups; therefore, one-way ANOVA was applied. Statistically significant differences were found among brands in both real height, $F(2,15)=166.124$; $p<.001$, and real depth, $F(2,15)=263.144$; $p<.001$. It was concluded that brand C showed the highest dimensional accuracy, followed by brand A, whereas brand B presented the greatest discrepancy from the declared nominal caliber. These findings provided useful evidence for selecting archwires with greater clinical predictability in orthodontic practice.

Keywords: Orthodontics; Orthodontic Appliances, Fixed; Dental Materials.

Introducción

La ortodoncia moderna requiere materiales cada vez más precisos, ya que pequeñas variaciones en sus dimensiones pueden influir en la calidad del tratamiento y en la expresión biomecánica de los movimientos dentarios. Dentro de estos materiales, los arcos superelásticos de níquel-titanio cumplen un papel importante por su capacidad de recuperación, flexibilidad y aplicación de fuerzas ligeras y continuas. Sin embargo, aunque los fabricantes declaran dimensiones específicas, no siempre existe certeza de que las medidas reales coincidan exactamente con el calibre nominal indicado en el empaque. En este contexto, el análisis dimensional de los arcos 0.019" $\times$ 0.025" superelásticos resulta relevante, especialmente porque este calibre suele emplearse en etapas donde se busca mayor control tridimensional y mejor expresión del torque. Una diferencia mínima en altura o profundidad puede modificar el ajuste entre el arco y el bracket, generando mayor juego mecánico y reduciendo la predictibilidad clínica. Por ello, la presente investigación comparó las dimensiones reales de arcos superelásticos comercializados por tres marcas en Lima durante el año 2026, con la finalidad de aportar información útil para la selección de materiales ortodónticos.

La tesis se organizó en cinco capítulos. En el Capítulo I, El Problema, se desarrolló la realidad problemática, formulación del problema, objetivos, justificación y limitaciones. En el Capítulo II, Marco teórico, se presentaron los antecedentes y bases conceptuales. En el Capítulo III, Metodología, se describió el método, diseño, población, muestra, técnica e instrumento. En el Capítulo IV, Presentación y discusión de los resultados, se analizaron los hallazgos obtenidos. Finalmente, en el Capítulo V, Conclusiones y recomendaciones, se expusieron los principales aportes derivados del estudio.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La ortodoncia constituye la disciplina estomatológica enfocada al desplazamiento de las unidades dentarias para corregir anomalías oclusales, donde el propósito del tratamiento ortodóncico es alcanzar una oclusión estética, funcional y estable, manteniendo un equilibrio facial ideal (1).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), las alteraciones en la alineación dental representan el tercer problema de salud oral más frecuente, siendo superadas únicamente por la caries dental y las enfermedades periodontales. En la región de Latinoamérica, se ha registrado que más del 85% de la población presenta algún grado de maloclusión (2). Además según el reporte Global Burden of Disease (GBD), aproximadamente 3.5 mil millones de individuos sufren de estas condiciones dentales, donde el tratamiento implica el uso de dispositivos o materiales dentales diseñados para resistir las condiciones desafiantes del ambiente bucal (3).

Durante la última década, la tecnología de los materiales dentales ha mostrado una evolución significativa, especialmente en el campo de la ortodoncia. Los materiales utilizados han experimentado mejoras significativas, lo cual es evidente en los alambres de ortodoncia. Estos alambres desempeñan un papel crucial al aplicar fuerzas biomecánicas a través de los brackets para mover los dientes. Con el progreso en la tecnología de fabricación y el desarrollo de nuevas técnicas ortodónticas, se ha buscado constantemente mejorar la calidad de las aleaciones utilizadas (4).

Los tratamientos ortodónticos se dividen en tres fases principales: alineación/nivelación, corrección de la relación molar y cierre de espacios, y finalmente,

acabado y retención (5). En la etapa inicial, se utilizan arcos de níquel-titanio (NiTi) para corregir la rotación, inclinación, nivelación y torsión dental (6). Estas aleaciones son ideales para la primera fase del tratamiento debido a su baja relación carga-deflexión, lo que permite un control efectivo de la fuerza aplicada. Sin embargo, en las etapas posteriores del tratamiento ortodóntico, las aleaciones de NiTi no son las preferidas debido a su limitada capacidad de deformación (7).

El nitinol, inicialmente descubierto como una aleación martensítica estabilizada sin super elasticidad, ha evolucionado en arcos de níquel-titanio (NiTi) con propiedades de memoria de forma y super elasticidad (8). Esta super elasticidad permite mantener una fuerza casi constante a pesar de la deformación, gracias a la transformación martensita-austenita inducida por tensión; y facilita un movimiento dental fisiológico y mayor comodidad para el paciente, por lo que se utilizan en la fase inicial de alineamiento y nivelación del tratamiento ortodóntico (9).

Estos arcos de NiTi son importantes como se mencionó por su super elasticidad, memoria de forma y capacidad de generar fuerzas ligeras y continuas, facilitando movimientos dentales efectivos sin dañar el periodonto (10).

Durante la fase intermedia del tratamiento, donde se busca la correcta relación molar y el cierre de espacios, se emplean resortes helicoidales abiertos y bucles de cierre fabricados con aleaciones de NiTi, junto con arcos de este mismo material. Sin embargo, en la etapa final de acabado y retención, se prefieren los arcos de acero debido a su mayor estabilidad dimensional y resistencia a la deformación, lo que permite mantener la posición correcta de los dientes de manera más precisa y estable (11).

Es crucial destacar que las discrepancias en las dimensiones del arco ortodóntico y en el espacio del bracket pueden ocasionar fallos inesperados en los mecanismos que

antes eran eficaces, lo cual extiende la duración del tratamiento y requiere la aplicación de técnicas específicas para abordar estas disparidades (12).

Debido a los factores mencionados previamente y a la falta de investigaciones recientes a nivel nacional e internacional, es que se propone en este estudio el determinar la diferencia de las dimensiones de los arcos 0.019" x 0.025" super elásticos por tres marcas diferentes.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Existen diferencias en las dimensiones reales de los arcos 0.019" $\times$ 0.025" superelásticos comercializados por tres marcas en Lima durante el año 2026?

1.2.2 Problema específicos

¿Cuáles son las dimensiones reales de los arcos 0.019" $\times$ 0.025" superelásticos comercializados por la marca A en Lima durante el año 2026?

¿Cuáles son las dimensiones reales de los arcos 0.019" $\times$ 0.025" superelásticos comercializados por la marca B en Lima durante el año 2026?

¿Cuáles son las dimensiones reales de los arcos 0.019" $\times$ 0.025" superelásticos comercializados por la marca C en Lima durante el año 2026?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Comparar las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por tres marcas en Lima durante el año 2026.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por la marca A en Lima durante el año 2026.

Determinar las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por la marca B en Lima durante el año 2026.

Determinar las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por la marca C en Lima durante el año 2026.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Teórica

La investigación se justifica en lo teórico porque permite ampliar el conocimiento sobre las dimensiones reales de los arcos superelásticos de $0.019'' \times 0.025''$. Estos materiales cumplen un papel importante en el control de los movimientos dentarios durante el tratamiento ortodóntico. La precisión dimensional es relevante aquí, porque las diferencias entre las medidas nominales que declaran los fabricantes y las medidas reales pueden cambiar la adaptación al sistema de brackets —y con ello, la expresión biomecánica esperada.

El estudio, en ese sentido, aporta evidencia sobre las variaciones dimensionales encontradas en arcos de tres marcas distintas. Los resultados muestran que productos con el mismo calibre nominal no necesariamente tienen dimensiones uniformes. Así, la investigación deja información que podrá servir de referencia para futuros estudios sobre la calidad, precisión y comportamiento de los materiales usados en ortodoncia.

1.4.2 Metodológica

En lo metodológico, la investigación se justifica porque aplicó un procedimiento estandarizado para medir y comparar las dimensiones reales de los arcos superelásticos de 0.019" × 0.025" de tres marcas comerciales. Las mediciones se hicieron en condiciones controladas de laboratorio, con un microscopio estereoscópico y programas de procesamiento digital de imágenes. Esto permitió obtener datos objetivos y comparables.

También se usó una ficha de recolección de datos validada previamente por especialistas, donde se registraron de forma ordenada las medidas de altura y profundidad de cada arco. El análisis estadístico permitió ver las diferencias entre las marcas evaluadas y qué tan cerca estaban de las dimensiones nominales declaradas. Por eso, el procedimiento usado funciona como referencia metodológica para futuras investigaciones que evalúen la precisión y consistencia dimensional de materiales ortodónticos en el mercado nacional.

1.4.3 Práctica

Desde lo práctico, la investigación se justifica porque da información útil sobre las dimensiones reales de los arcos superelásticos de tres marcas. En la práctica ortodóntica, elegir los materiales no depende solo del costo o la disponibilidad. También

depende de su precisión dimensional, ya que esto puede afectar el ajuste entre el arco y la ranura del bracket.

Los resultados permiten identificar qué marca se acerca más a las dimensiones nominales de $0.019'' \times 0.025''$, y cuál muestra mayor discrepancia. Esta información puede ayudar a que los profesionales elijan los arcos ortodónticos con más fundamento, sobre todo en las etapas del tratamiento donde se necesita mayor control tridimensional.

Aun así, los hallazgos se limitan a la evaluación dimensional de los productos analizados. La selección clínica de una marca, entonces, también debe tener en cuenta otras características: la elasticidad, la fricción, la calidad superficial y el comportamiento mecánico del material.

1.4.4 Social

Desde lo social, la investigación se justifica porque aporta información sobre la calidad de los materiales usados en los tratamientos ortodónticos. El acceso a estos tratamientos ha crecido, y por eso es importante que los profesionales cuenten con evidencia sobre si las dimensiones reales de los arcos comercializados se acercan a lo que declaran los fabricantes.

Identificar estas diferencias puede favorecer una práctica profesional más informada y cuidadosa al elegir los materiales. De forma indirecta, esto podría ayudar a mejorar la predictibilidad de los procedimientos ortodónticos y la calidad de la atención a los pacientes. Sin embargo, como el estudio no evaluó resultados clínicos en personas, sus aportes sociales se interpretan a partir de la utilidad potencial de los hallazgos para la práctica ortodóntica.

1.5 Limitaciones de la investigación

1.5.1 Temporal

La investigación se desarrolló durante abril de 2026. En ese periodo se hizo la adquisición y selección de los arcos ortodónticos, las mediciones de laboratorio, el registro de los datos y el procesamiento estadístico de los resultados. Como el estudio se realizó en un periodo específico, los hallazgos corresponden a los productos y lotes disponibles en ese momento de la recolección de datos.

1.5.2 Espacial

La investigación se realizó en Lima, Perú. Los arcos superelásticos de 0.019” × 0.025” de las marcas comerciales A, B y C se adquirieron en distribuidores autorizados del mercado local.

Las mediciones y los análisis técnicos se hicieron en el High Technology Laboratory Certificate, centro especializado en calibraciones y ensayos de materiales, con RUC N.º 20565244877. El laboratorio contaba con los equipos y las condiciones técnicas necesarias para las mediciones dimensionales de las muestras evaluadas. Por eso, los resultados se limitan a las unidades analizadas en ese laboratorio y no necesariamente representan todos los arcos que comercializa cada fabricante en otros establecimientos o regiones del país.

1.5.3 Recursos

La investigación se financió con recursos propios del investigador. Esto limitó la posibilidad de comprar más arcos, incluir más marcas comerciales o evaluar más lotes por fabricante.

El estudio se centró en arcos superelásticos de $0.019'' \times 0.025''$ de tres marcas comerciales. Por ello, los resultados se limitan a las muestras analizadas y no pueden generalizarse a todos los productos ortodónticos del mercado. Además, solo se evaluaron las dimensiones de altura y profundidad, sin incluir otras propiedades como resistencia, fricción, composición, rugosidad superficial o comportamiento clínico.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Jaramillo et al. (13) en 2024, en Bogotá, Colombia, realizaron un estudio con el objetivo de “Comparar las propiedades físicas y mecánicas de cinco aleaciones diferentes de arcos níquel-titanio calibre 0.014”. La investigación fue in vitro, cuantitativa y comparativa, con muestreo no probabilístico por conveniencia; evaluó 40 arcos, 8 por marca, mediante pruebas de tensión y flexión en una máquina Shimadzu AG-IS5KN, con análisis en SPSS V26 y Real Statistics. Los resultados mostraron diferencias significativas en resistencia tensil, resistencia a la flexión y módulo elástico; Meite Dental presentó la mayor resistencia tensil con 1.312,13 MPa, mientras que MEM Dental obtuvo el menor valor con 1.110,98 MPa. Se concluyó que las aleaciones de Nitinol presentan variabilidad física y mecánica entre marcas, lo que debe considerarse al seleccionar arcos ortodónticos según las necesidades clínicas del tratamiento.

Sugiyama et al. (14) en 2024, en Japón, desarrollaron un estudio con el objetivo de “Medir las dimensiones de altura y ancho de arcos rectangulares preformados de níquel-titanio en posiciones correspondientes a incisivo central, canino y primer molar, y compararlas con las dimensiones indicadas”. La investigación fue cuantitativa, in vitro, comparativa y transversal; evaluó 60 tipos de arcos mandibulares NiTi 0.019” × 0.025” provenientes de 14 fabricantes, mediante micrómetro, prueba t para una muestra, ANOVA de una vía y post hoc de Bonferroni. Los resultados mostraron que las dimensiones medidas fueron generalmente menores que las indicadas, excepto la altura en el punto del incisivo central; además, la altura fue significativamente mayor en el incisivo central que en el primer molar y el extremo terminal, mientras que el ancho no presentó diferencias significativas entre puntos. Se concluyó que los arcos NiTi

preformados presentaron discrepancias dimensionales respecto a lo declarado por los fabricantes, con variaciones entre productos, fabricantes y zonas de medición del arco.

Ortiz (12) en 2023, en Querétaro, México, desarrolló una tesis con el objetivo de “Determinar qué casa comercial tiene los parámetros dimensionales reales más cercanos a los nominales del arco de acero 0.019×0.025 ”. La investigación fue experimental in vitro y comparativa; evaluó 120 arcos de acero inoxidable $0.019'' \times 0.025''$ de cuatro casas comerciales, 30 por marca y de tres lotes distintos, mediante microscopio estereoscópico, ZEISS ZEN microscopy e ImageJ. Los resultados mostraron diferencias significativas entre marcas para altura y profundidad (ANOVA, $p < 0.0001$), siendo Ah Kim Pech la marca más cercana a los valores nominales. Se concluyó que la mayoría de arcos presentó reducción dimensional, excepto Borgatta, que mostró sobredimensión en profundidad.

Amador-Carranza y Gutiérrez-Rojó (15) en 2022, en Tepic, Nayarit, México, desarrollaron un estudio con el objetivo de “Comparar el tamaño transversal de los arcos 0.016×0.022 , 0.017×0.025 y 0.019×0.025 de NiTi de tres marcas”. La investigación fue cuantitativa, in vitro, descriptiva-comparativa y transversal; evaluó 180 arcos de NiTi, 90 superiores y 90 inferiores, considerando 10 arcos superiores y 10 inferiores por cada calibre y marca: American Orthodontics, OrthoPremium y Denxy. Las mediciones transversales se realizaron sobre una hoja milimétrica, registrándose los datos en Excel y analizándose con estadística descriptiva y ANOVA en SPSS 19. Los resultados evidenciaron que los arcos Denxy presentaron menores cambios dimensionales en comparación con las otras marcas. Se concluyó que existen variaciones transversales entre marcas, por lo que no se recomendó combinar alambres de diferentes fabricantes durante el tratamiento ortodóntico.

Pious et al. (16) en 2021, en Navi Mumbai, India, realizaron un estudio con el objetivo de “Comparar y evaluar la precisión dimensional y los atributos de deflexión de carga de arcos ortodónticos superelásticos de cuatro fabricantes populares”. La investigación fue cuantitativa, experimental in vitro y comparativa; evaluó 40 arcos maxilares superelásticos $0.016'' \times 0.022''$, 10 por marca, mediante micrómetro digital, máquina universal de ensayos, ANOVA de una vía y prueba post hoc. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre grupos en altura y ancho ($p < 0.01$), observándose que la mayoría de arcos estuvo subdimensionada y pocos sobredimensionados. Se concluyó que la precisión de fabricación no debe asumirse como garantizada, ya que las variaciones dimensionales pueden afectar el acople arco–bracket y la eficiencia del tratamiento.

Tepedino et al. (17) en 2020, en L'Aquila, Italia, realizaron un estudio con el objetivo de “Evaluar el impacto de la altura del slot, la altura y ancho del arco, y el radio del bisel del borde sobre el juego torsional en tres sistemas bracket–arco”. La investigación fue cuantitativa, experimental in vitro y comparativa; evaluó 90 brackets MBT $0.022'' \times 0.028''$ y 60 arcos rectangulares de acero inoxidable $0.019'' \times 0.025''$ y $0.021'' \times 0.025''$ de tres fabricantes, mediante proyector de perfiles, SEM, ImageJ, ANOVA y pruebas post hoc. Los resultados mostraron slots generalmente sobredimensionados y arcos usualmente subdimensionados, con diferencias significativas entre fabricantes; el juego torsional con arcos $0.019'' \times 0.025''$ varió aproximadamente entre 11° y 16° . Se concluyó que las discrepancias entre medidas nominales y reales son frecuentes y pueden limitar la expresión del torque clínico.

Esquivel-Loaiza et al. (18) en 2020, en Tepic, Nayarit, México, realizaron un estudio con el objetivo de “Determinar si existen diferencias en el tamaño de los arcos de NiTi en los calibres 0.012, 0.014 y 0.016 de tres marcas comerciales”. La

investigación fue descriptiva, observacional y transversal; evaluó 180 arcos de NiTi, 90 superiores y 90 inferiores, de las marcas American Orthodontics, TD Orthodontics y OrthoPremium, mediante mediciones en hoja milimetrada, Excel, ANOVA y post hoc en SPSS 18. Los resultados mostraron diferencias significativas entre marcas en todas las medidas superiores e inferiores evaluadas ($p < 0.01$), además de contracciones dimensionales en TD Orthodontics y OrthoPremium. Se concluyó que los arcos de NiTi presentan variaciones según la marca, por lo que no se recomendó combinar arcos de diferentes fabricantes en un mismo tratamiento.

Kolge et al. (19) en 2020, en Navi Mumbai, India, realizaron un estudio con el objetivo de “Evaluar y comparar la precisión dimensional, características superficiales y atributos de deflexión de carga de alambres de acero inoxidable $0.019'' \times 0.025''$ de seis casas comerciales”. La investigación fue experimental in vitro, comparativa y transversal; evaluó 60 arcos de acero inoxidable, 10 por cada marca, mediante micrómetro digital, perfilometría, SEM, máquina universal de ensayos, ANOVA y post hoc de Tukey. Los resultados mostraron que la precisión dimensional no varió significativamente; sin embargo, Rabbit Force presentó mayor precisión en ancho, American Orthodontics en longitud y Modern Orthodontics mostró menor desempeño dimensional. Se concluyó que ninguna marca fue superior en todos los parámetros evaluados, por lo que la selección clínica debe considerar precisión dimensional, fricción, superficie y propiedades mecánicas.

En el ámbito nacional se tiene a Arce (20) en 2022, en Lima, quien desarrolló una investigación con el objetivo de “Determinar la diferencia de las dimensiones de la luz de tubos de $.022'' \times .028''$ de seis marcas de arco recto de ortodoncia comercializadas en Perú en el año 2021”. La investigación fue cuantitativa, aplicada, no experimental, observacional, transversal y comparativa; trabajó con una muestra no probabilística por

conveniencia de 60 tubos superiores, 10 por cada marca, evaluados en un laboratorio HTL mediante una ficha de recolección validada por tres expertos. Los resultados mostraron que las dimensiones de entrada en altura y profundidad estuvieron sobredimensionadas respecto al valor nominal; en la salida, la altura también fue mayor en casi todas las marcas, excepto C.C.O., mientras que Andrews 2 presentó subdimensionamiento en algunas mediciones. Asimismo, se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre las marcas al comparar entrada y salida según altura y profundidad. Se concluyó que las marcas comercializadas en Perú no presentaron uniformidad dimensional, lo que puede influir en el ajuste clínico entre el tubo y el arco ortodóntico.

2.2 Bases teóricas

Los elementos clave para obtener resultados exitosos en el tratamiento ortodóntico incluyen un diagnóstico meticuloso, la cooperación del paciente, una planificación precisa del tratamiento y la aplicación constante de principios biomecánicos adecuados (21).

2.2.1 Historia de los aparatos ortodónticos

Celsus fue el primero en documentar un método para corregir la malposición dental mediante la aplicación diaria de presión manual sobre los dientes apiñados. Pierre Fauchard, en 1728, avanzó esta técnica al proponer que, cuando la presión manual no fuera suficiente para enderezar los dientes desalineados, los odontólogos deberían utilizar alambres o hilos encerados. Fauchard describió detalladamente cómo estos alambres podían ser enrollados alrededor de los dientes varias veces para alinearlos, independientemente de si estaban inclinados hacia el interior o hacia el exterior (22).

En 1882, John J. R. Patrick delineó un enfoque terapéutico que empleaba un arco de alineación semicircular. Al utilizar brackets meticulosamente ajustados como referencias, logró una gestión más exacta de las fuerzas aplicadas en contraste con enfoques previos (23).

En 1925, Edward Angle innovó con el dispositivo de pin y tubo, presentando el sistema de ortodoncia "edgewise" y sugiriendo la implementación de un slot de 0.022 x 0.028 pulgadas. Esta configuración mejoraba el manejo preciso de la posición de la corona dental y la raíz mediante el uso de arcos metálicos disponibles en aquel periodo (24).

Hasta los años 1930, los únicos materiales utilizados para los alambres ortodónticos eran de oro. En 1929, se comenzó a utilizar acero inoxidable austenítico como alternativa, fundamentada en sus propiedades de tracción superiores, un módulo elástico de mayor jerarquía, óptima respuesta ante procesos corrosivos y un valor económico más competitivo (25).

Los pioneros en el campo de la ortodoncia han progresado hasta lo que hoy se conoce como aparatos edgewise preajustados. Durante el periodo decimonónico, autores como Angle, Farrar y Kingsley fueron pioneros al prescribir el empleo de arcos conformados por diversas mezclas metálicas que integraban plata, acero y platino. El progresivo avance técnico de estas herramientas ortodónticas condujo al desarrollo de dos dimensiones de ranura de brackets (0.022 y 0.018 pulgadas), que los profesionales pueden seleccionar según las necesidades específicas para corregir la maloclusión de los pacientes en la actualidad (4).

Los arcos circulares se utilizaban para alinear y nivelar los dientes, corregir rotaciones y disminuir la resistencia, mientras que el torque se controlaba mediante

arcos rectangulares, generalmente de 0.0215 pulgadas en un slot de 0.025 pulgadas fabricado con aleaciones de oro (4).

Entre 1940 y 1945, Charles Tweed perfeccionó la técnica edgewise y divergió de la política de prohibición de extracciones de Angle, introduciendo el concepto de anclaje y enfocándose en el tratamiento basado en el triángulo de diagnóstico. Regularmente optaba por la extracción de premolares y comenzó a enseñar cursos a partir de 1947, los cuales eventualmente se denominaron cursos Tweed en 1980 (26).

En 1962, Robert Ricketts creó la técnica bioprogressiva, que fusionó aspectos de la técnica edgewise con el método de arco recto, aplicando fuerzas suaves debido a la alta incidencia de reabsorción de las raíces (12).

Por los años 1972, el autor Andrews realizó el análisis de una muestra que superó los 150 moldes diagnósticos de individuos sin intervenciones ortodónticas previas para las evaluaciones de oclusiones que consideraba excelentes. Mediante meticulosas mediciones, determinó el ángulo de inclinación, el torque promedio y el desplazamiento de cada diente con respecto a un arco de alambre y un plano labial. Estas mediciones se convirtieron en los objetivos para la posición de cada diente, sobre los cuales se diseñaron brackets personalizados. Al situar cada aditamento de manera exacta en el centro del eje clínico facial, se consolidó el sistema de arco recto, fundamentado en los seis preceptos oclusales básicos: el vínculo molar, la inclinación mesiodistal, el torque vestibulolingual, la carencia de giroversiones y de espacios interproximales, y una curva de Spee moderada (12).

Con la implementación de la técnica de arco recto, se introdujeron ajustes en la configuración de los brackets y un enfoque diagnóstico que priorizaba ciertos aspectos sobre otros (27).

Ronal Roth formuló la filosofía Roth como una adaptación de la técnica de arco recto de Andrews, introduciendo el requisito diagnóstico de utilizar un articulador ajustable para montar modelos (12).

2.2.2 Arcos de níquel-titanio

La evolución de los arcos ortodónticos ha estado marcada por la búsqueda de materiales que ofrezcan mayor eficiencia biomecánica, biocompatibilidad y control en el movimiento dentario. Inicialmente, se utilizaron arcos de oro platinado, que ofrecían excelente maleabilidad y resistencia a la corrosión, aunque resultaban costosos para su aplicación clínica (27). Más adelante, el acero inoxidable se convirtió en el material más popular por su accesibilidad, rigidez y buena respuesta en tratamientos prolongados (28).

Con el avance en la ciencia de los biomateriales, se incorporaron otras aleaciones como el cromo-cobalto, el beta-titanio (TMA) y finalmente el níquel-titanio (NiTi), también conocido como *Nitinol*, que revolucionó el tratamiento ortodóncico gracias a sus propiedades de superelasticidad y memoria de forma (29,30).

a. Superelasticidad y memoria de forma

- **Memoria de forma:** Es la capacidad de un material para recuperar su forma original tras sufrir una deformación, activada generalmente por cambios de temperatura (31). En ortodoncia, esta propiedad permite que el arco vuelva a su forma inicial una vez colocado, favoreciendo movimientos dentales más eficientes y controlados.
- **Superelasticidad:** Se refiere a la habilidad del material para mantener una fuerza casi constante, incluso durante deformaciones significativas. Esto se debe al

fenómeno de transformación reversible entre las fases cristalinas martensítica y austenítica inducidas por tensión (32). Esta propiedad permite aplicar fuerzas ligeras y sostenidas que respetan el entorno biológico periodontal del paciente.

b. Historia del NiTi en ortodoncia

La aleación **NiTi** fue descubierta en los años 60 por William Buehler en el Naval Ordnance Laboratory de Estados Unidos (33). Originalmente desarrollada para usos aeroespaciales, fue introducida en el campo ortodóncico por el Dr. George Andreasen en 1971, quien reconoció su potencial clínico debido a las fuerzas ligeras y constantes que podía generar (34).

Desde entonces, han surgido variantes como los NiTi **termoactivados**, **NiTi con cobre** y **NiTi superelásticos**, cada uno diseñado para adaptarse a diferentes fases del tratamiento ortodóncico y necesidades biomecánicas específicas (35,36).

Otros aparatos ortodónticos relacionados

Además de los arcos, el sistema ortodóntico se compone de diversos dispositivos complementarios, como:

- **Tubos molares:** Colocados en los molares para permitir la inserción y guía de los arcos.
- **Arcos de canto:** Usados para controlar la angulación, el torque y la rotación dentaria en técnicas específicas.
- **Brackets preajustados:** Que trabajan en conjunto con los arcos NiTi para lograr una alineación más eficiente y menos dependiente de dobleces mecánicos (37).

2.2.3 Arcos super elásticos (Ni-Ti)

En la fabricación de arcos y el desarrollo de nuevas técnicas ortodóncicas, ha habido una búsqueda continua de aleaciones de mayor calidad (28). Hasta la década de 1930, los únicos alambres disponibles eran de oro y aleaciones de metales preciosos. Posteriormente, los alambres de acero inoxidable austenítico, cromo-cobalto y titanio ganaron popularidad y se utilizaron ampliamente (29). La aleación de nitinol fue descubierta por William F. Buehler, un investigador metalúrgico del Laboratorio Naval, en 1960, y fue introducida en la ortodoncia por el Dr. George Andreason, marcando un cambio revolucionario (30). Inicialmente, el nitinol descubierto era una aleación martensítica estabilizada que carecía de superelasticidad. Los arcos de níquel-titanio (NiTi) han evolucionado desde entonces, incorporando memoria de forma y propiedades super elásticas (31).

La super elasticidad es un fenómeno donde la tensión permanece casi constante a pesar de los cambios en la deformación dentro de un rango específico, logrado mediante la transformación martensita-austenita inducida por la tensión. Esto permite aplicar una fuerza constante durante un amplio rango de desplazamiento, lo que aumenta la probabilidad de generar movimientos dentales fisiológicos y proporciona mayor comodidad al paciente (32,33).

a. Composición y proceso de fabricación

El níquel y el titanio se emplean frecuentemente en la producción de aleaciones de níquel-titanio mediante técnicas como la fusión al vacío por inducción, la fusión por haz de electrones, la fusión por arco de plasma y la fusión al vacío por arco. Para obtener una homogeneidad óptima en la aleación de níquel y titanio, es común llevar a cabo

múltiples refundiciones. Una vez que se alcanza la homogeneidad deseada, la aleación se convierte en polvo (4).

Este polvo se utiliza en el proceso de prensado isostático en caliente para la producción de alambres. La presente invención describe una aleación superelástica que consta de níquel, titanio y paladio, con una composición atómica de 34 a 49% de níquel, 48 a 52% de titanio y 3 a 14% de paladio. Además, una parte del níquel y/o titanio puede ser reemplazada por uno o más elementos de un grupo que incluye cromo, hierro, cobalto, vanadio, manganeso, boro, cobre, aluminio, niobio, tungsteno y circonio, siempre y cuando estos elementos sustitutos no superen el 2% del total en porcentaje atómico (34).

Posteriormente, la aleación se somete a un proceso de forja en caliente y a un tratamiento térmico final. Los alambres alcanzan su forma definitiva mediante procesos de estirado o laminado (4).

b. Tipos de arcos super elásticos

Arcos Chinos de NiTi: desarrollados en 1978 por el Dr. Hua Cheng Tien y su equipo en China, los arcos de NiTi son conocidos por su super elasticidad y memoria de forma. A la temperatura de la boca, estos alambres, en fase martensítica, no dependen de la memoria de forma en aplicaciones clínicas. Su alta elasticidad y baja rigidez los hacen ideales para la alineación inicial de dientes, siendo un 73% menos rígidos que los alambres de acero inoxidable y un 36% menos rígidos que el nitinol convencional. Además, pueden desviarse considerablemente sin deformación permanente, lo que los hace aptos para movimientos dentales importantes (4,35).

Arcos Japoneses de NiTi: En 1978, la empresa japonesa Furukawa Electric Co. Ltd. desarrolló una nueva clase de aleación de NiTi, descrita por Miura et al en 1986.

Estas aleaciones de NiTi austeníticas muestran super elasticidad a través de la transformación martensítica inducida por estrés (SIM). En el ámbito clínico, proporcionan fuerzas ligeras y constantes para el movimiento fisiológico de los dientes, mejorando la comodidad del paciente. Esta aleación de NiTi japonesa se comercializa con el nombre de Sentalloy (4).

Arcos NeoSentalloy: Estos nuevos alambres rectangulares de NiTi super elástico pueden usarse con fuerzas muy ligeras en las etapas iniciales del tratamiento. Las pruebas de flexión y torsión muestran que mantienen una fuerza constante, independientemente de la desviación. Sus principales ventajas son un control tridimensional eficaz de los dientes y mayor flexibilidad en el arco, reduciendo la incomodidad para el paciente en comparación con los alambres NiTi convencionales (4).

- Arcos de Cobre NiTi: En 1994, Rohit Sachdeva y Suchio Miyasaki desarrollaron el cobre NiTi, una nueva generación de alambres super elásticos y con memoria de forma. Estos alambres reducen la histéresis y aplican un 20% menos de fuerza de carga en comparación con los alambres de níquel-titanio convencionales, facilitando su inserción en los brackets y reduciendo la incomodidad del paciente. Gracias a la incorporación de cobre, estos alambres mantienen su eficacia a medida que los dientes se acercan a sus posiciones finales. Disponibles en cuatro temperaturas de transformación, permiten aplicar distintos niveles de fuerza para diversas necesidades clínicas (4):
- Tipo I (15°C): Rara vez utilizado en contextos clínicos porque produce fuerzas muy fuertes y tiene pocas aplicaciones.

- Tipo II (27°C): Genera fuerzas más altas que los tipos III y IV, adecuado para pacientes con un umbral de dolor medio a alto, salud periodontal normal, y que necesitan un movimiento dental rápido con fuerza constante.
- Tipo III (35°C): Emite fuerzas moderadas, ideal para pacientes con umbral de dolor bajo a normal y periodonto de normal a ligeramente comprometido, aplicando fuerzas más suaves.
- Tipo IV (40°C): Actúa solo cuando la temperatura bucal excede los 40°C, produciendo fuerzas intermitentes. Indicado para pacientes con alta sensibilidad al dolor, periodonto comprometido, o cuando se requiere un movimiento dental muy lento, como en casos de visitas infrecuentes al ortodoncista o baja cooperación del paciente.

Arcos Supercables: Descubiertos por Hanson en 1993, los arcos super cables consisten en un diseño coaxial de siete hilos de NiTi super elástico, que proporciona mayor flexibilidad y reduce la fuerza aplicada por el alambre. Estos cables son efectivos para alinear dientes muy apretados con facilidad. Sus beneficios incluyen un control de anclaje superior, menos molestias para el paciente y una menor necesidad de múltiples cables durante el tratamiento. Sin embargo, presentan desventajas como la propensión de los extremos a deshilacharse, romperse y desintegrarse en áreas de extracción, así como la dificultad para incorporar curvas, escalones o espirales en los cables (4).

Arcos Biotwist NiTi: son de forma rectangular y tamaño 0,021" x 0,025", están contruidos con múltiples hilos de alambres de titanio super elásticos. Ofrecen baja fuerza y rigidez, además de una flexibilidad sobresaliente. La forma rectangular asegura un buen ajuste en la ranura del soporte. Estos alambres están diseñados para ser utilizados en las primeras fases del tratamiento ortodóntico, específicamente durante la nivelación y alineación, y son efectivos para controlar el esfuerzo de torsión (4,36).

Arcos BioForce: Los arcos BioForce, introducidos por GAC International en Nueva York, son conocidos por ser estéticos y pertenecer a la primera y única familia de arcos que se consideran biológicamente adecuados. Estos arcos termodinámicos de níquel-titanio pueden ajustar la fuerza a lo largo de su longitud mediante variaciones en las temperaturas de transición. El tratamiento térmico variable del alambre permite que un solo tamaño de arco tenga tres niveles distintos de fuerza: ligera en la sección anterior, media en la zona de los premolares y más intensa en la región de los molares (4).

BioForce con Arcos Ionguard: Para disminuir la fricción, GAC International desarrolló un alambre de NiTi sometido a un proceso de implantación de iones, preservando sus únicas propiedades super elásticas. Utilizando iones de alta energía a baja temperatura, se altera la estructura y la composición química de la superficie del alambre. La implantación de iones no crea una capa superficial que modifique las dimensiones o características del arco, pero mejora la resistencia al desgaste, la dureza superficial, la protección contra agentes químicos y, más crucialmente, reduce la fricción. Los arcos BioForce con Ionguard demostraron una superficie más suave y generaron menos fricción en comparación con el NiTi sin tratar (4).

Arcos Superelásticos Multifuerzas SmartArch®: es una innovadora serie de cables de cobre NiTi desarrollados con tecnología láser para ofrecer múltiples niveles de fuerza. Fabricados por Allesee Orthodontic Appliances en Wisconsin, EE.UU., estos cables están diseñados para minimizar el malestar del paciente al aplicar una tensión óptima en el ligamento periodontal. Disponibles en formatos redondos y rectangulares, permiten un movimiento dental rápido y preciso, adaptándose a las necesidades individuales de cada diente mediante una carga fisiológica ideal basada en el valor de tensión de compresión del ligamento periodontal (4).

Arcos Ortocosméticos de Elastinol: Producidos por Masel Orthodontics, los arcos ortocosméticos de Elastinol son alambres super elásticos de NiTi de alto desempeño recubiertos con epoxi estético. Estos arcos se integran perfectamente con brackets cerámicos o de plástico, manteniendo su color original sin mancharse ni decolorarse, y resistiendo el agrietamiento y desconchones (37).

Arcos Marsenol: Marsenol es un tipo de alambre de NiTi fabricado por Glenroe Technologies en Florida, Estados Unidos, que tiene el color de los dientes naturales. Estos alambres están cubiertos con una capa elastomérica de politetrafluoroetileno (PTFE). A pesar de estar recubiertos, mantienen todas las características funcionales de un alambre de NiTi super elástico sin recubrimiento. El PTFE se adhiere al alambre y conserva su flexibilidad, proporcionando una fuerza constante durante períodos prolongados de activación y mostrando resistencia a fracturas (38).

Arcos Tonificados con Dientes de Nitano: Fabricados por Ortho Organizers, estos alambres de NiTi super elásticos tienen un revestimiento plástico especial diseñado para adaptarse al color natural de los dientes, así como a brackets cerámicos, plásticos y compuestos. Este revestimiento reduce la fricción y se integra sin problemas con la dentición natural. Aunque conservan su color original, los cables recubiertos de blanco pueden deteriorarse debido a las fuerzas de masticación y a la actividad enzimática en la boca. Están disponibles en varios tamaños redondos (0.014", 0.016", 0.018") y rectangulares (0.016" x 0.022") (37).

Nitinol Total Control: Una Nueva Aleación para Ortodoncia

Nitinol Total Control (NTC) es una nueva aleación de níquel-titanio diseñada para la ortodoncia, caracterizada por su pseudo super elasticidad. Permite realizar dobleces específicos de primer, segundo y tercer orden sin perder sus propiedades super elásticas

esenciales. NTC combina las ventajas del NiTi super elástico al proporcionar fuerzas suaves y continuas dentro del rango deseado, junto con la flexibilidad necesaria para adaptarse a variaciones en la forma del arco dental. Esto no solo reduce la necesidad de mantener un amplio inventario de arcos, sino que también minimiza las molestias para el paciente al aplicar fuerzas más suaves. Además, requiere menos cambios de arco durante el tratamiento, permitiendo a los ortodoncistas atender a más pacientes de manera efectiva y eficiente. NTC exhibe baja rigidez y sus propiedades son consistentes independientemente de la temperatura ambiental (4).

c. Eficiencia de Alineación de Arcos Super elásticos

Los arcos hechos de acero inoxidable multifilar, Nitinol térmico y super elástico son utilizados para corregir la posición de los dientes. Los arcos super elásticos muestran una capacidad excepcional de recuperación elástica, junto con baja rigidez y alta capacidad de recuperación, características también observadas en los alambres multitrenzados de acero inoxidable. La velocidad de carga y deflexión de los arcos super elásticos es menor que la de los arcos de NiTi convencionales y de los alambres multifilares de acero inoxidable (4).

d. Comparación de Propiedades Mecánicas

Estudios han evidenciado que el NiTi super elástico supera al acero inoxidable multitrenzado y al NiTi convencional. Aunque los cables multifilares, ya sean trenzados, torcidos o coaxiales, muestran propiedades similares y tienen un gran potencial para ser utilizados en las etapas iniciales del tratamiento ortodóncico, su bajo límite elástico los hace propensos a la deformación plástica provocada por fuerzas externas como la masticación. En cambio, el NiTi super elástico proporciona una fuerza constante en cualquier rango de desviación, lo que lo hace más compatible biológicamente (4).

e. Eficiencia Comparativa en la Alineación Dental

Varios estudios han examinado la eficacia de la alineación dental entre los arcos de NiTi super elásticos y los alambres multifilares de acero inoxidable. Algunos estudios no encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tiempo necesario para lograr la alineación dental entre estos materiales. Sin embargo, otros estudios señalaron diferencias significativas en el tiempo de alineación, mostrando una ventaja en términos de tiempo para los arcos de NiTi super elástico sobre los de acero inoxidable multifilar. Un estudio específico demostró que los arcos de NiTi super elástico coaxial lograron una mayor alineación que los de NiTi super elástico monocatenario (4).

2.3 Formulación de hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

Ho: No existen diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por tres marcas en Lima durante el año 2026.

Ha: Existen diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por tres marcas en Lima durante el año 2026.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Método de la investigación

El estudio se desarrolló bajo el método hipotético-deductivo, debido a que se planteó una hipótesis sobre la posible existencia de diferencias en las dimensiones reales de los arcos 0.019" $\times$ 0.025" superelásticos entre las marcas comerciales evaluadas. Esta hipótesis fue contrastada a partir de mediciones realizadas en laboratorio y mediante el análisis estadístico inferencial correspondiente (39).

3.2 Enfoque de la investigación

La investigación presentó un enfoque cuantitativo, ya que se basó en la medición objetiva de variables numéricas y en el análisis estadístico de los datos obtenido (40). En este caso, las dimensiones reales de los arcos superelásticos fueron registradas en pulgadas y analizadas mediante medidas de tendencia central, dispersión y pruebas inferenciales, con el propósito de comparar el comportamiento dimensional entre las marcas comerciales evaluadas (41).

3.3 Tipo de investigación

El estudio fue de tipo aplicado, porque buscó aportar evidencia útil para una problemática concreta del ámbito ortodóntico: la precisión dimensional de los arcos superelásticos comercializados en el mercado local (42). Los resultados obtenidos permitieron valorar si las dimensiones reales de los arcos coincidían o se aproximaban a las medidas nominales declaradas, lo cual puede contribuir a una mejor selección clínica de materiales ortodónticos.

3.4 Diseño de la investigación

No experimental: El diseño fue no experimental, transversal, in vitro y comparativo. Fue no experimental porque no se manipularon deliberadamente las variables de estudio ni se modificaron las características físicas de los arcos evaluados; las mediciones se realizaron tal como los productos fueron comercializados (43).

Transversal: debido a que la recolección de datos se efectuó en un único momento, sin seguimiento posterior ni evaluación longitudinal. Esto permitió analizar las dimensiones reales de los arcos durante un periodo específico de estudio (44).

In vitro: ya que las mediciones se realizaron en un entorno de laboratorio, sin intervención en pacientes ni participación de organismos vivos. Esta condición permitió trabajar bajo parámetros controlados y con instrumentos de medición orientados a obtener resultados objetivos y reproducibles (45).

Comparativo: porque se contrastaron las dimensiones reales de los arcos 0.019” × 0.025” superelásticos entre tres marcas comerciales. Para ello, se emplearon procedimientos estadísticos que permitieron determinar si existían diferencias significativas entre los grupos evaluados (44).

3.5 Población, muestra y muestreo

3.5.1 Población

Conceptualmente, la población constituye el universo total de unidades sobre las cuales se proyecta la aplicación de los resultados generados por el proceso investigativo. En términos operativos, este grupo llega a estar integrado por aquellos elementos con

rasgos similares vinculados de manera directa con las variables de análisis, permitiendo realizar la inferencia de los hallazgos hacia dicha colectividad (46).

La población accesible estuvo conformada por 18 arcos super elásticos 0.019” x 0.025” de las marcas A, B y C disponibles en distribuidores autorizados de Lima durante el periodo de recolección de datos en el año 2026.

Criterios de inclusión

- Arcos super elásticos de níquel-titanio con dimensiones nominales de 0.019” x 0.025” pulgadas.
- Arcos pertenecientes a las marcas comerciales A, B y C.
- Arcos que se encuentren en su empaque original, íntegro y sin signos de manipulación.
- Arcos pertenecientes a lotes comerciales vigentes durante el año 2026.

Criterios de exclusión

- Arcos con dimensiones distintas a 0.019” x 0.025” pulgadas.
- Arcos de marcas comerciales diferentes a A, B y C.
- Arcos con empaques abiertos, deteriorados o sin identificación de lote.
- Arcos con evidencia de deformación visible o alteración física.

3.5.2 Muestra

Este término hace referencia a un subconjunto representativo extraído de la población, cuya finalidad es reflejar con exactitud las propiedades de este último. Por consiguiente, las unidades seleccionadas mediante un proceso aleatorio deben reunir los atributos intrínsecos que caracterizan a la totalidad del grupo poblacional (46).

En este sentido la muestra fue de 18 arcos super elásticos de 0.019" x 0.025", distribuidos en tres grupos correspondientes a las marcas comerciales A, B y C. Se seleccionarán 06 especímenes por cada marca, considerando tres lotes diferentes por grupo, con el fin de garantizar variabilidad comercial y control de calidad en las mediciones.

3.5.3 Muestreo

El muestreo es el procedimiento mediante el cual se selecciona un subconjunto de unidades a partir de una población determinada, con la finalidad de que represente sus características esenciales y permita obtener resultados válidos para el análisis del fenómeno estudiado. A través del muestreo se define la forma en que se eligen los elementos que conformarán la muestra, garantizando coherencia metodológica con el diseño de investigación (39).

En el presente estudio se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, el cual consiste en seleccionar las unidades de análisis según su disponibilidad y accesibilidad durante el periodo de recolección de datos, sin que medie un proceso de selección aleatoria. Este tipo de muestreo resulta pertinente en investigaciones in vitro de materiales comerciales, donde las unidades son adquiridas directamente del mercado.

El tamaño muestral se determinó conforme al estándar ANSI/ADA N°100 Orthodontic Brackets and Tubes:2020, el cual establece un mínimo de seis especímenes por grupo para la evaluación dimensional de productos ortodónticos. En consecuencia, se seleccionaron 6 arcos por cada marca comercial (A, B y C), conformando un total de 18 especímenes para el análisis comparativo (47).

3.6 Variables y operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
Dimensiones de los arcos super elásticos de 0.019" x 0.025"	Es la medida lineal de los arcos de 0.019" x 0.025" (12).	Medida lineal de los arcos observada con el microscopio estereoscópico y procesada digitalmente por el programa Image J.	Medida lineal de la altura real del arco 0.019" x 0.025" Medida lineal de la profundidad real del arco 0.019" x 0.025"	Microscopio estereoscópico	Razón	Milésimas de pulgada
Marcas comerciales de los arcos super elásticos	Marcas de los arcos más utilizadas en el mercado nacional y en la especialidad de ortodoncia (12).	Es la entidad identificable que produce y comercializa arcos de níquel-titanio con especificaciones dimensionales específicas (0.019" x 0.025" pulgadas) destinados para su uso en ortodoncia.	Marca A Marca B Marca C	Marca registrada de fábrica	Nominal	Marca A (1) Marca B (2) Marca C (3)

3.6.1 Definición operacional

- **Dimensiones de los arcos super elásticos de 0.019” x 0.025”:** Es la medida lineal de los arcos de 0.019” x 0.025” (12).
- **Marcas comerciales de los arcos super elásticos:** Marcas de los arcos más utilizadas en el mercado nacional y en la especialidad de ortodoncia (12).

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1 Técnica

La técnica utilizada fue la observación in vitro, debido a que la información se obtuvo mediante la evaluación directa de arcos ortodónticos superelásticos en condiciones controladas de laboratorio. Esta técnica resultó pertinente porque permitió registrar medidas objetivas de cada unidad de análisis sin intervenir sobre pacientes ni modificar las características propias del material evaluado (48).

Las mediciones se realizaron sobre arcos superelásticos de níquel-titanio de dimensión nominal $0.019'' \times 0.025''$, correspondientes a tres marcas comerciales disponibles en Lima. Cada arco fue observado y medido a partir de imágenes obtenidas con microscopio estereoscópico, con el propósito de identificar sus dimensiones reales de altura y profundidad y compararlas posteriormente entre marcas y frente a sus valores nominales.

3.7.2 Descripción de instrumentos

El instrumento utilizado fue una ficha de recolección de datos elaborada por el investigador y adaptada metodológicamente a partir de estudios previos sobre medición dimensional de arcos ortodónticos, principalmente el estudio de Ortiz (12), por su cercanía con la evaluación de arcos $0.019'' \times 0.025''$ de diferentes casas comerciales. Asimismo, se tomaron como referencia los criterios de registro empleados por Pious et al. (16) y Kolge et al. (19), quienes evaluaron la precisión dimensional de arcos ortodónticos comerciales y su relación con las especificaciones nominales declaradas por los fabricantes.

Con la finalidad de organizar de manera clara y verificable los datos fueron obtenidos durante la observación in vitro. En ella se consignaron el código de identificación del arco, la marca comercial, el número de lote, las medidas nominales, las medidas reales de altura y profundidad, el promedio de las mediciones, la discrepancia dimensional respecto al valor nominal y las observaciones técnicas identificadas durante el proceso de medición.

La ficha se estructuró en apartados:

- El primer apartado permitió identificar la unidad de análisis mediante un código asignado a cada arco, la marca comercial y el lote de fabricación.
- El segundo apartado registró las dimensiones nominales declaradas por el fabricante, considerando $0.019''$ para la altura y $0.025''$ para la profundidad.
- El tercer apartado permitió anotar las mediciones reales obtenidas en laboratorio, incluyendo mediciones repetidas cuando correspondió.

El cuarto apartado permitió calcular la discrepancia entre la medida real promedio y la medida nominal, además de registrar observaciones relacionadas con el estado del arco, la nitidez de la imagen o cualquier condición relevante durante la medición.

Para la obtención de las medidas se empleó un microscopio estereoscópico conectado a una computadora portátil, el software ZEISS ZEN microscopy para la captura de imágenes y el programa ImageJ para el análisis digital de las microfotografías. La calibración de las imágenes se realizó con una referencia micrométrica, lo que permitió establecer una escala de medición antes de analizar cada arco. De esta manera, las dimensiones reales fueron registradas con mayor precisión y se redujo el riesgo de error durante la lectura de las medidas.

Procedimiento

El procedimiento se desarrolló en fases ordenadas, con la finalidad de garantizar un adecuado control de las unidades de análisis, la captura de imágenes y la medición digital de las dimensiones reales de los arcos superelásticos evaluados.

Fase 1. Selección y adquisición del material

Se adquirieron 18 arcos superelásticos de níquel-titanio con dimensión nominal de $0.019'' \times 0.025''$, distribuidos en tres grupos correspondientes a las marcas comerciales A, B y C. Se consideraron seis arcos por cada marca. En la medida de lo posible, las unidades fueron seleccionadas de diferentes lotes comerciales, verificándose que los empaques se encontraran sellados, íntegros, sin signos de manipulación y con identificación visible del fabricante y del lote. Posteriormente, los arcos fueron almacenados en un contenedor seguro, evitando deformaciones, contaminación o contacto con agentes externos que pudieran alterar sus condiciones físicas antes de la medición.

Fase 2. Codificación de las unidades de análisis

Antes de iniciar la captura de imágenes, cada arco fue codificado para mantener el orden del registro y evitar confusiones durante el procesamiento de los datos. Los arcos de la marca A fueron identificados como A1 a A6, los de la marca B como B1 a B6 y los de la marca C como C1 a C6. Además, se registró el número de lote correspondiente cuando este estuvo disponible. Esta codificación se mantuvo durante todo el procedimiento, desde la toma de microfotografías hasta la elaboración de la base de datos y el análisis estadístico.

Fase 3. Preparación del área de trabajo y manejo del material

El área de trabajo fue acondicionada antes de la medición, procurando mantener condiciones adecuadas de limpieza, iluminación y estabilidad del equipo óptico. Los arcos fueron manipulados con barreras de protección, como guantes y material de apoyo, con el propósito de evitar contaminación, contacto directo con la superficie metálica o deformación accidental. Antes de la captura de imágenes, cada unidad fue revisada visualmente para descartar alteraciones físicas, curvaturas anómalas, empaques deteriorados o signos de manipulación previa.

Fase 4. Prueba de microfotografías

Antes de realizar las capturas definitivas, se efectuaron microfotografías de prueba con un arco seleccionado al azar. Esta fase permitió verificar que las imágenes obtenidas fueran claras, enfocadas y útiles para identificar con precisión los límites estructurales del arco. Se probaron distintos parámetros del microscopio estereoscópico, considerando aumento, distancia de trabajo, iluminación, enfoque y orientación de la muestra. Se descartaron aquellas imágenes en las que los bordes del arco se observaron difusos, redondeados o poco definidos, debido a que podían afectar la medición digital.

Una vez identificados los parámetros más adecuados, estos fueron mantenidos para todas las capturas posteriores.

Fase 5. Calibración del sistema de medición

Antes de medir las dimensiones de los arcos, se capturó una microfotografía de una referencia micrométrica o calibrador de alta precisión, utilizando los mismos parámetros ópticos definidos para las muestras. Esta imagen sirvió como referencia para calibrar el software ImageJ y establecer una escala de medición confiable. Para reducir errores, se utilizó una referencia expresada en pulgadas o con equivalencia directa a dicha unidad, evitando conversiones innecesarias. La calibración se realizó trazando líneas sobre distancias conocidas y registrando la equivalencia entre píxeles y la unidad real de medición. Luego, se configuró la escala en ImageJ y se verificó que las mediciones expresaran los resultados en pulgadas.

Fase 6. Captura de microfotografías de los arcos

Una vez calibrado el sistema, se procedió a la captura de microfotografías de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos de las marcas A, B y C. Cada arco fue colocado bajo el microscopio estereoscópico, manteniendo la misma orientación, enfoque, iluminación y aumento previamente establecidos. Las imágenes fueron obtenidas mediante el software ZEISS ZEN microscopy. Para cada unidad, se capturaron imágenes que permitieran identificar la sección transversal necesaria para medir la altura y la profundidad del arco. Cada archivo fue guardado con el código del arco, la marca, el lote y la vista correspondiente, con el fin de facilitar su reconocimiento durante la medición digital.

Fase 7. Medición digital de las dimensiones reales

Las microfotografías fueron abiertas en ImageJ con la escala previamente calibrada. En cada imagen se trazaron líneas de medición sobre los límites visibles del arco. La altura real correspondió al lado nominal de 0.019”, mientras que la profundidad real correspondió al lado nominal de 0.025”. Las mediciones se realizaron procurando ubicar la línea desde un borde externo hasta el borde opuesto, en la zona más definida de la imagen. Cuando se realizaron mediciones repetidas en una misma dimensión, se calculó el promedio para obtener un valor representativo de cada arco. Los resultados fueron registrados en la ficha de recolección de datos.

Fase 8. Registro de discrepancias dimensionales

Una vez obtenidas las medidas reales de altura y profundidad, se calculó la diferencia entre la medida observada y la medida nominal declarada por el fabricante. Para la altura se tomó como referencia 0.019”, mientras que para la profundidad se consideró 0.025”. Este procedimiento permitió identificar si cada arco se encontraba por debajo, por encima o cercano a la dimensión nominal. Asimismo, facilitó la comparación descriptiva entre marcas y la posterior interpretación clínica de las discrepancias encontradas.

Fase 9. Organización de la base de datos

Los datos registrados en la ficha fueron trasladados a una hoja de cálculo, manteniendo la codificación de cada unidad. La base de datos incluyó el código del arco, marca comercial, lote, medida nominal de altura, medida nominal de profundidad, altura real, profundidad real, promedio de mediciones y discrepancia dimensional. Posteriormente, la información fue revisada para detectar posibles errores de digitación o registros incompletos antes de ser exportada al programa estadístico.

3.7.3 Validación

La validación del instrumento se realizó mediante juicio de expertos, procedimiento que permitió valorar si la ficha de recolección de datos era pertinente, clara y coherente con los objetivos de la investigación. Este tipo de validación fue adecuado porque el instrumento no correspondió a una escala psicométrica ni a un cuestionario de percepción, sino a una ficha técnica destinada al registro de mediciones objetivas de laboratorio. Por ello, la revisión se centró en comprobar que los campos incluidos permitieran recoger la información necesaria sobre marca comercial, lote, medidas nominales, medidas reales, promedios y discrepancias dimensionales de los arcos evaluados (49).

Desde el punto de vista metodológico, el juicio de expertos consistió en someter el instrumento a la revisión de profesionales con experiencia en el área, quienes evaluaron criterios como claridad, objetividad, actualidad, organización, suficiencia, intencionalidad, consistencia, coherencia, metodología y pertinencia. Para la calificación se utilizó una escala de cinco niveles: deficiente, baja, regular, buena y muy buena. El instrumento fue considerado aprobado cuando el coeficiente de validez alcanzó un valor superior a 0.70, criterio que indicó una valoración favorable para su aplicación en el estudio (49).

La ficha adaptada fue revisada por tres especialistas vinculados al área odontológica y ortodóncica. Participaron profesionales con formación y experiencia en ortodoncia y ortopedia maxilar, así como en docencia universitaria y posgrado.

Los resultados de la validación fueron los siguientes:

Experto	Especialidad/área de revisión	Coefficiente de validez	Calificación
E1	Especialista/docente en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar	0.78	Aprobado
E2	Docente de segunda especialidad en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar	0.74	Aprobado
E3	Docente de posgrado y especialista en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar	1.00	Aprobado
Promedio general	—	0.84	Aprobado

En conjunto, los tres expertos otorgaron una valoración favorable al instrumento, con un promedio general de 0.84. Este resultado se ubicó dentro del rango de aprobación establecido, por lo que la ficha de recolección de datos fue considerada aplicable para el registro de las mediciones dimensionales de los arcos superelásticos 0.019” × 0.025” (Anexo 3).

3.7.4 Confiabilidad

La confiabilidad del proceso de recolección de datos se garantizó mediante la calibración y verificación de los equipos de medición, así como por la estandarización del procedimiento aplicado durante el análisis dimensional. La unidad de análisis estuvo constituida por arcos ortodónticos comerciales y las mediciones dependieron principalmente de la precisión instrumental y del control técnico del procedimiento.

Asimismo, para el presente informe la confiabilidad se orientó principalmente al control metrológico de los instrumentos y al uso de un protocolo uniforme de medición. Esta decisión fue coherente con la naturaleza del estudio, debido a que las dimensiones de altura y profundidad fueron obtenidas mediante equipos de laboratorio y procesamiento digital de imágenes, no mediante apreciación clínica subjetiva.

Antes del registro definitivo de los datos, se verificó que el microscopio estereoscópico, la referencia micrométrica o calibrador utilizado y el sistema de análisis digital se encontraran en condiciones adecuadas de uso. La calibración de la escala en

el software ImageJ se realizó a partir de una referencia conocida, lo que permitió transformar las mediciones de las imágenes en valores reales expresados en pulgadas. Este paso fue fundamental para reducir errores de medición y asegurar que las dimensiones registradas correspondieran a los valores reales de cada arco evaluado.

Durante el procedimiento, todos los arcos fueron manipulados bajo las mismas condiciones, se conservaron en su empaque original hasta el momento de la medición y fueron identificados según marca, código y lote. Las imágenes fueron capturadas con parámetros estandarizados y las mediciones se registraron en la ficha previamente validada. De esta manera, la confiabilidad del estudio se apoyó en tres aspectos centrales: uso de equipos calibrados, aplicación de un protocolo único de medición y registro ordenado de los datos en una ficha validada por especialistas.

Por estas razones, la confiabilidad del instrumento y del procedimiento no se sustentó en una prueba estadística de consistencia interna, sino en la precisión del equipo, la calibración de la escala de medición y la repetibilidad técnica del procedimiento de laboratorio, el cual resultó más pertinente para una investigación in vitro de materiales ortodónticos, donde el propósito fue obtener medidas dimensionales objetivas y comparables entre marcas comerciales.

3.8 Procesamiento y análisis de datos

Una vez obtenidos los resultados, estos fueron registrados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2019. Posteriormente, los datos fueron procesados en IBM SPSS Statistics versión 29. Para las variables numéricas se calcularon la media, desviación estándar, mínimo y máximo. La normalidad se evaluó mediante Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas mediante Levene. Al cumplirse los supuestos, se aplicó

ANOVA de un factor y la prueba post hoc de Tukey. Se consideró un nivel de significancia de 0.05.

3.9 Aspectos éticos

La investigación fue presentada ante el Comité de Ética de la Universidad Norbert Wiener y obtuvo la constancia de exoneración correspondiente, debido a que se trató de un estudio in vitro realizado con materiales ortodónticos, sin participación de seres humanos, animales ni uso de información personal. Por esta razón, no fue necesaria la aplicación de consentimiento informado.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados

A. Análisis descriptivo

Tabla 1. Dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por la marca A

Dimensión real	n	Media	DE	Mínimo	Máximo
Altura real	6	0.01871	0.00058	0.01863	0.01879
Profundidad real	6	0.02461	0.00057	0.02453	0.02469

Nota. Las medidas se expresan en pulgadas. DE = desviación estándar.

En la marca A, la altura real promedio fue de 0.01871", valor ligeramente menor a la medida nominal de 0.019". Asimismo, la profundidad real promedio fue de 0.02461", también por debajo del valor nominal de 0.025". Estos resultados indican que, en esta marca, las dimensiones reales se aproximaron a las medidas declaradas, aunque con una ligera reducción dimensional.

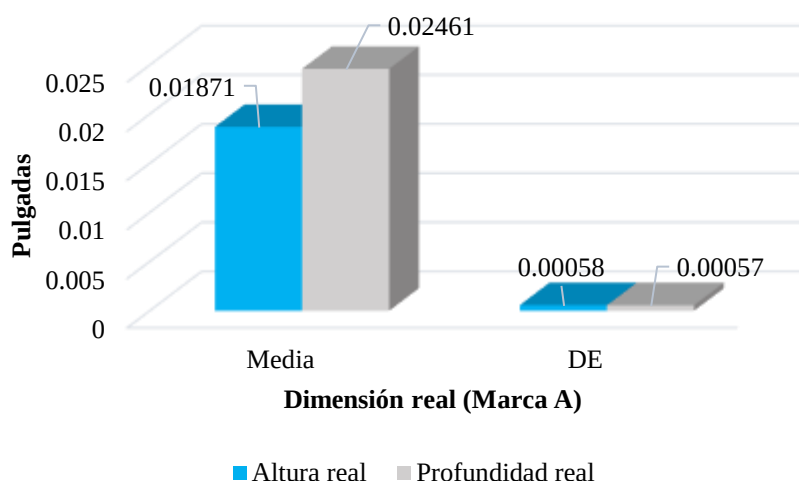


Figura 1. Estadígrafos de las dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por la marca A

Tabla 2. Dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por la marca B

Dimensión real	n	Media	DE	Mínimo	Máximo
Altura real	6	0.01838	0.00076	0.01829	0.01849
Profundidad real	6	0.02419	0.00078	0.02409	0.02429

Nota. Las medidas se expresan en pulgadas. DE = desviación estándar.

En la marca B, la altura real promedio fue de 0.01838", mientras que la profundidad real promedio fue de 0.02419". Ambos valores se encontraron por debajo de las medidas nominales correspondientes. En comparación descriptiva, esta marca mostró las dimensiones reales más reducidas, lo que indica una mayor discrepancia dimensional frente al calibre comercial declarado.

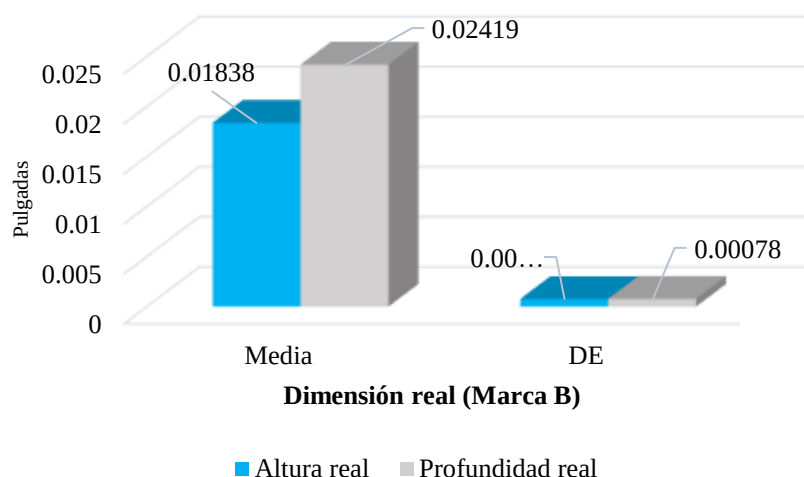


Figura 2. Estadígrafos de las dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por la marca B

Tabla 3. Dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por la marca C

Dimensión real	n	Media	DE	Mínimo	Máximo
Altura real	6	0.01899	0.00035	0.01895	0.01905
Profundidad real	6	0.02503	0.00052	0.02497	0.02511

Nota. Las medidas se expresan en pulgadas. DE = desviación estándar.

En la marca C, la altura real promedio fue de 0.01899", valor prácticamente cercano a la medida nominal de 0.019". La profundidad real promedio fue de 0.02503", ligeramente superior al valor nominal de 0.025". Estos resultados muestran que la marca C presentó las dimensiones reales más próximas a las medidas declaradas por el fabricante.

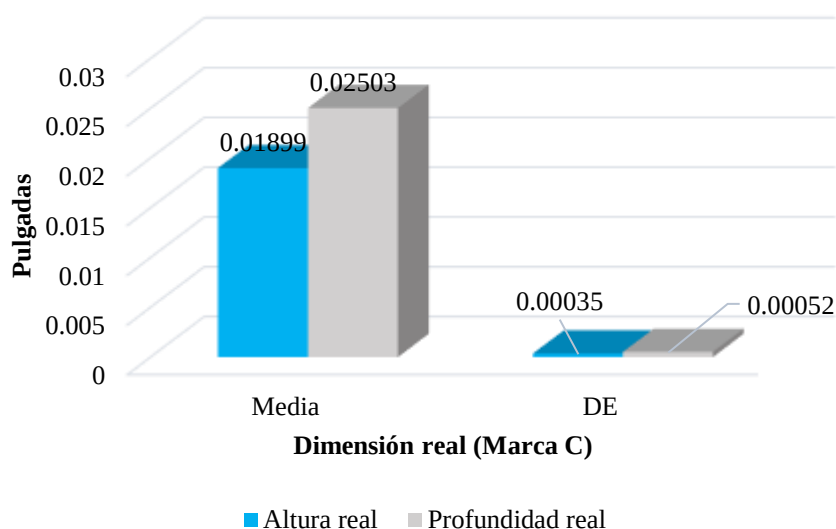


Figura 3. Estadígrafos de las dimensiones reales de los arcos 0.019” × 0.025” superelásticos comercializados por la marca C

B. Análisis inferencial

Prueba de normalidad

Planteo de hipótesis

Ho: Las medidas si presentan normalidad.

Ha: Las medidas no presentan normalidad.

Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

Regla de decisión

- Si $p \leq 0.05$, se rechaza Ho.
- Si $p > 0.05$, no se rechaza Ho.

Tabla 4. Prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de las medidas.

Marca comercial	Variable	Shapiro-Wilk	gl	p
Marca A	Altura promedio	0.989	6	0.987
	Profundidad promedio	0.989	6	0.987
Marca B	Altura promedio	0.964	6	0.847
	Profundidad promedio	0.947	6	0.715
Marca C	Altura promedio	0.974	6	0.918

Profundidad promedio	0.960	6	0.817
----------------------	-------	---	-------

Nota. gl = grados de libertad. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido al tamaño muestral menor a 50 casos por grupo. Un valor de $p > 0.05$ indicó distribución aproximadamente normal.

La prueba de Shapiro-Wilk mostró valores de significancia superiores a 0.05 en todas las dimensiones evaluadas según marca comercial. Por ello, no se rechazó el supuesto de normalidad para la altura promedio ni para la profundidad promedio en las marcas A, B y C. En consecuencia, fue pertinente continuar con pruebas paramétricas para la comparación entre marcas. Para este caso se utilizó ANOVA.

Hipótesis general

Planteo de hipótesis

Ho: No existen diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por tres marcas en Lima durante el año 2026.

Ha: Existen diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por tres marcas en Lima durante el año 2026.

Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

Regla de decisión

Si $p \leq 0.05$, se rechaza Ho.

Si $p > 0.05$, no se rechaza Ho.

Tabla 5. Comparación de las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos según marca comercial.

Dimensión evaluada	Marca A M $\pm$ DE	Marca B M $\pm$ DE	Marca C M $\pm$ DE	Levene p	F(2,15)	p	η^2	Post hoc Tukey
--------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-------------	---------	---	----------	-------------------

Altura real	0.01871 ± 0.00006	0.01838 ± 0.00008	0.01900 ± 0.00004	0.199	166.124	< .001	0.96	B < A < C
Profundidad real	0.02461 ± 0.00006	0.02419 ± 0.00008	0.02503 ± 0.00005	0.573	263.144	< .001	0.97	B < A < C

Nota. M = media; DE = desviación estándar; η^2 = esta cuadrado. Las medidas están expresadas en pulgadas. Se aplicó ANOVA de un factor debido a que se cumplió el supuesto de normalidad y homogeneidad de varianzas. El post hoc de Tukey mostró diferencias estadísticamente significativas entre todas las marcas evaluadas, con $p < .001$.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos según marca comercial, tanto en la altura real, $F(2,15) = 166.124$, $p < .001$, como en la profundidad real, $F(2,15) = 263.144$, $p < .001$. En ambas dimensiones, la marca C presentó los valores promedio más altos y más cercanos a la medida nominal, seguida de la marca A; mientras que la marca B presentó los valores promedio más bajos. Además, los tamaños de efecto fueron altos para altura real ($\eta^2 = .957$) y profundidad real ($\eta^2 = .972$), lo que indica que la marca comercial explicó una proporción importante de la variabilidad dimensional observada.

4.2 Discusión de resultados

El estudio evidenció diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por tres marcas en Lima durante el año 2026. La altura real presentó diferencias entre marcas, $F(2,15) = 166.124$; $p < .001$, al igual que la profundidad real, $F(2,15) = 263.144$; $p < .001$. Además, el análisis post hoc de Tukey mostró que la marca B presentó los valores más bajos, la marca A valores intermedios y la marca C las medidas más cercanas al calibre nominal. Este resultado permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar que la marca comercial influyó en la variabilidad dimensional observada. Este hallazgo fue coherente con Ortiz (12), quien evaluó arcos $0.019'' \times 0.025''$ de acero inoxidable de diferentes casas comerciales y encontró diferencias significativas entre marcas tanto en altura como en profundidad, con $p < 0.0001$. Aunque el material evaluado fue distinto, el

antecedente resultó muy pertinente porque trabajó el mismo calibre y también comparó las dimensiones reales frente a las nominales. En ambos estudios se observó que no todas las marcas mantuvieron la misma aproximación al valor declarado, lo que demuestra que el calibre comercial no siempre garantiza uniformidad dimensional. De manera más directa, Sugiyama et al. (14) también reportaron discrepancias dimensionales en arcos rectangulares preformados de NiTi $0.019'' \times 0.025''$ de diferentes fabricantes. En dicho estudio, las dimensiones medidas fueron generalmente menores que las indicadas, aunque variaron según la zona del arco y el fabricante. Esta evidencia respaldó los resultados de la presente investigación, ya que ambos estudios trabajaron con arcos NiTi rectangulares del mismo calibre y mostraron que la precisión dimensional dependió de la marca o producto evaluado. Asimismo, Pious et al. (16) encontraron diferencias altamente significativas entre marcas de arcos superelásticos, con $p < 0.01$ para altura y ancho, observando que la mayoría de los arcos estuvo subdimensionada y pocos sobredimensionados. Este antecedente fue útil porque, aunque evaluó un calibre menor, coincidió con el presente estudio en el tipo de material superelástico y en la comparación entre fabricantes. Por tanto, los resultados sugirieron que la variabilidad dimensional no fue exclusiva de un calibre determinado, sino una condición posible en arcos superelásticos de distintas casas comerciales. Desde una mirada clínica, Tepedino et al. (17) ayudaron a interpretar la importancia de estas diferencias, pues señalaron que los arcos subdimensionados pueden incrementar el juego torsional y limitar la expresión del torque. En su estudio, el juego torsional con arcos $0.019'' \times 0.025''$ varió aproximadamente entre 11° y 16° . En ese sentido, las diferencias observadas en la presente investigación no solo tuvieron valor estadístico, sino también posible impacto biomecánico, especialmente para la marca B, que presentó las dimensiones más reducidas. En el contexto nacional, Arce (20) también evidenció

falta de uniformidad dimensional entre marcas comercializadas en Perú, aunque su estudio se centró en tubos ortodónticos y no en arcos. Este antecedente permitió reforzar que la variabilidad dimensional de los productos ortodónticos no es ajena al mercado peruano. Por ello, el presente estudio aportó evidencia local específica sobre arcos superelásticos $0.019'' \times 0.025''$, mostrando que la elección de la marca podría tener relevancia clínica cuando se busca precisión en el acople arco–bracket.

Respecto al primer objetivo específico, se determinó que la marca A presentó una altura real promedio de $0.01871''$ y una profundidad real promedio de $0.02461''$. Ambos valores fueron ligeramente menores que las dimensiones nominales de $0.019'' \times 0.025''$. Sin embargo, esta reducción no fue tan marcada como la observada en la marca B, por lo que la marca A mostró un comportamiento intermedio dentro de las tres marcas evaluadas. Este resultado guardó relación con Ortiz (12), quien reportó que la mayoría de arcos $0.019'' \times 0.025''$ de acero inoxidable presentó reducción dimensional respecto al valor nominal. En su investigación, Oralium registró $0.0183''$ en altura y $0.0242''$ en profundidad, mientras que Ah Kim Pech fue más cercana al valor declarado, con $0.0188''$ y $0.0250''$. Al compararlo con la presente tesis, la marca A se ubicó en una posición intermedia: no fue la más precisa, pero tampoco mostró la mayor discrepancia dimensional. También fue coherente con Sugiyama et al. (14), quienes encontraron que las dimensiones de los arcos NiTi $0.019'' \times 0.025''$ fueron, en general, menores que las indicadas por los fabricantes. Esta coincidencia permitió interpretar que la ligera reducción observada en la marca A podría corresponder a variaciones propias del proceso de fabricación. Aunque la diferencia fue pequeña, no debería ser ignorada, porque en ortodoncia pequeñas variaciones pueden modificar el ajuste entre arco y slot. En esa misma línea, Pious et al. (16) señalaron que la precisión dimensional de los arcos superelásticos varió entre marcas y que varias presentaron medidas menores a las

ideales. Este antecedente fue pertinente porque también trabajó con arcos superelásticos. Así, la marca A podría considerarse dimensionalmente aceptable frente al calibre declarado, pero con una ligera tendencia al subdimensionamiento que debería ser considerada durante la selección clínica del arco.

La implicancia de este resultado fue que la marca A podría ofrecer una aproximación razonable al calibre nominal, aunque no tan precisa como la marca C. En fases de tratamiento donde se requiera mayor control tridimensional, esta ligera reducción podría generar cierto grado de holgura, sobre todo si se combina con brackets cuyos slots estén sobredimensionados, situación descrita también por Tepedino et al. (17).

En relación con el segundo objetivo específico, la marca B presentó una altura real promedio de 0.01838" y una profundidad real promedio de 0.02419". Estos valores fueron los más bajos entre las tres marcas evaluadas y estuvieron por debajo de las dimensiones nominales. Por tanto, la marca B evidenció la mayor discrepancia dimensional frente al calibre comercial declarado. Este resultado fue muy similar a lo informado por Ortiz (12), quien encontró que Oralium presentó una altura promedio de 0.0183" y una profundidad de 0.0242". Estos valores se aproximaron bastante a los hallados en la marca B, lo que permitió establecer una comparación directa. En ambos casos, las dimensiones reales fueron menores que las nominales, lo cual refuerza que algunos arcos rectangulares pueden comercializarse con medidas reales inferiores al calibre declarado. Asimismo, Pious et al. (16) reportaron que la mayoría de arcos superelásticos evaluados estuvo subdimensionada y que existieron diferencias altamente significativas entre fabricantes. Esta evidencia fue especialmente útil para discutir la marca B, ya que sus valores representaron el patrón más claro de reducción dimensional dentro del presente estudio. Por ello, la marca B podría considerarse la menos precisa

dimensionalmente entre las tres marcas analizadas. Desde el punto de vista biomecánico, Tepedino et al. (17) permitieron explicar la posible implicancia clínica de este hallazgo. Los autores señalaron que las discrepancias entre las medidas reales y nominales del arco pueden aumentar el juego torsional y limitar la expresión del torque. En este sentido, la menor altura y profundidad observadas en la marca B podrían generar mayor holgura dentro del slot del bracket, reduciendo la eficiencia de la transmisión de la información incorporada en la aparatología.

La implicancia clínica de este objetivo fue relevante, ya que la marca B podría requerir mayor cautela al ser utilizada en fases donde se espera mayor control de torque o finalización. Si bien el estudio no evaluó directamente el comportamiento en boca, sus dimensiones más reducidas sugirieron que podría existir menor contacto con las paredes del slot. Por ello, su uso debería ser valorado considerando el tipo de bracket, la etapa del tratamiento y el nivel de precisión biomecánica requerido.

Respecto al tercer objetivo específico, la marca C presentó una altura real promedio de 0.01899" y una profundidad real promedio de 0.02503". Estos valores fueron los más cercanos a las medidas nominales de 0.019" $\times$ 0.025". Incluso, la profundidad fue ligeramente superior al valor declarado; sin embargo, la diferencia fue mínima. Por ello, la marca C mostró el mejor comportamiento dimensional entre las tres marcas evaluadas. Este hallazgo fue comparable con Ortiz (12), quien reportó que Ah Kim Pech fue la casa comercial con dimensiones reales más próximas a las nominales, con 0.0188" en altura y 0.0250" en profundidad. De manera semejante, la marca C del presente estudio fue la que más se aproximó al calibre comercial declarado. Esta coincidencia permitió sostener que, aunque muchas marcas pueden presentar discrepancias, algunas logran una mayor estabilidad dimensional en sus productos. También se relacionó con Sugiyama et al. (14), quienes demostraron que los arcos NiTi

0.019" $\times$ 0.025" presentaron variaciones según fabricante y zona de medición. Aunque en ese antecedente las medidas fueron generalmente menores que las declaradas, se evidenció que el comportamiento no fue uniforme entre productos. En el presente estudio ocurrió algo similar: las marcas A y B estuvieron por debajo del valor nominal, mientras que la marca C se aproximó más al estándar esperado. Por otro lado, Tepedino et al. (17) indicaron que, aunque los arcos suelen estar subdimensionados, también pueden existir casos de ligera sobredimensión. Esto permitió interpretar la profundidad de la marca C, que fue de 0.02503". Más que representar una desviación clínicamente preocupante, este resultado sugirió una alta proximidad al valor nominal, lo que podría favorecer un mejor acople arco-bracket. Asimismo, Jaramillo et al. (13) encontraron variabilidad significativa en las propiedades físicas y mecánicas de cinco aleaciones de Nitinol, lo que refuerza que los arcos de NiTi o Nitinol pueden comportarse de manera distinta según la marca. Aunque ese estudio no evaluó dimensiones reales 0.019" $\times$ 0.025", sí aportó una idea importante para la discusión: los productos de diferentes fabricantes no deben considerarse equivalentes solo por pertenecer al mismo tipo de aleación. Desde la perspectiva clínica, la marca C podría ofrecer mayor predictibilidad dimensional, especialmente en etapas donde se requiere mejor control del torque y de los movimientos de tercer orden. Sin embargo, como indicaron Kolge et al. (19), la selección clínica de un arco no debería basarse únicamente en su precisión dimensional, sino también en otras propiedades como fricción, superficie, resistencia y comportamiento mecánico.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Primera. Existieron diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones reales de los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos comercializados por tres marcas en Lima durante el año 2026. La marca C presentó las medidas más cercanas al valor nominal, seguida de la marca A, mientras que la marca B mostró la mayor discrepancia dimensional.

Segunda. Los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos de la marca A presentaron una altura real promedio de $0.01871''$ y una profundidad real promedio de $0.02461''$. Ambas dimensiones fueron ligeramente menores a las medidas nominales, por lo que esta marca mostró una reducción dimensional leve.

Tercera. Los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos de la marca B presentaron una altura real promedio de $0.01838''$ y una profundidad real promedio de $0.02419''$. Estos valores fueron los más bajos entre las marcas evaluadas, evidenciando la mayor discrepancia frente al calibre comercial declarado.

Cuarta. Los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos de la marca C presentaron una altura real promedio de $0.01899''$ y una profundidad real promedio de $0.02503''$. Estos valores fueron los más próximos a las dimensiones nominales, por lo que esta marca mostró la mejor precisión dimensional.

5.2 Recomendaciones

Se aconseja que los ortodoncistas no asuman que todos los arcos $0.019'' \times 0.025''$ superelásticos presentan la misma precisión dimensional, aun cuando compartan el

mismo calibre comercial. En la práctica clínica, sería conveniente considerar la marca del arco, la etapa del tratamiento y el grado de control biomecánico requerido, especialmente en fases donde se busca mayor expresión del torque.

Se recomienda que la marca A sea utilizada con criterio clínico, considerando que presentó medidas cercanas al valor nominal, pero con una ligera reducción dimensional. En casos donde se requiera mayor control tridimensional, el odontólogo especialista debería valorar su interacción con el tipo de bracket empleado y no depender únicamente de la medida indicada por el fabricante.

Se sugiere tener mayor cautela con el uso de la marca B en etapas de finalización o control de torque, debido a que presentó las dimensiones reales más reducidas. Desde la perspectiva clínica, esta diferencia podría aumentar el juego arco–bracket y disminuir la expresión biomecánica esperada, por lo que sería recomendable complementarla con una evaluación cuidadosa del sistema de brackets utilizado.

Considerar la marca C como una alternativa con mejor aproximación dimensional al calibre nominal $0.019'' \times 0.025''$, especialmente en situaciones clínicas donde se busque mayor precisión en el acople arco–bracket. No obstante, su elección debería complementarse con la valoración de otras propiedades del arco, como elasticidad, fricción, superficie y comportamiento mecánico.

REFERENCIAS

1. Proffit WR, Fields H, Msd DMS, Larson B, Sarver DM. Contemporary Orthodontics. 6th editio. Elsevier India; 2019. 735 p.
2. Kiep P, Duerksen G, Cantero L, López A, Núñez Mendieta H, Ortiz R, et al. Grado de maloclusiones según el índice de estética dental en pacientes que acudieron a la Universidad del Pacífico. Rev Científica Cienc Salud. 31 de mayo de 2021;3(1):56-62. doi:10.53732/rccsalud/03.01.2021.56
3. Maroof M, Sujithra R, Tewari RP. Superelastic and shape memory equi-atomic nickel-titanium (Ni-Ti) alloy in dentistry: A systematic review. Mater Today Commun. diciembre de 2022;33:104352. doi:10.1016/j.mtcomm.2022.104352
4. Pious N, Krishnan R, Patni V, Mhatre A. Review of Superelastic Archwires in Orthodontics. Trends Biomater Artif Organs. 2021;35(1):91-4.
5. Sifakakis I, Bourauel C. Nickel titanium products in daily orthodontic practice. En: Orthodontic Applications of Biomaterials. Elsevier; 2017. p. 107-27. doi:10.1016/B978-0-08-100383-1.00006-0
6. Pandis N, Bourauel C. Nickel-Titanium (NiTi) Arch Wires: The Clinical Significance of Super Elasticity. Semin Orthod. diciembre de 2010;16(4):249-57. doi:10.1053/j.sodo.2010.06.003
7. Chang H, Tseng Y. A novel β -titanium alloy orthodontic wire. Kaohsiung J Med Sci. 13 de abril de 2018;34(4):202-6. doi:10.1016/j.kjms.2018.01.010
8. Sepulveda A. El nitinol: Un material inteligente. 12 de mayo de 2013.
9. Modi N, Gupta R, Borah M. Newer orthodontic archwires- a review. Int J Appl Dent Sci. 1 de octubre de 2020;6(4):90-4. doi:10.22271/oral.2020.v6.i4b.1052

10. Serrano G, Sáez G, Álvarez C, Kuruki H. Estudio comparativo de resistencia a la fatiga de arcos de níquel-titanio de tres marcas. *Rev Mex Ortod.* octubre de 2014;2(4):253-6. doi:10.1016/S2395-9215(16)30042-3
11. Carvajal A, Portillo R, López D, Quirós J. Cierre de espacios en tratamientos ortodónticos con fricción: Revisión Bibliográfica. *Rev Latinoam Ortod Odontopediatría.* 2020.
12. Ortiz R. Comparación dimensional de acos 0.019 x 0.025 de acero inoxidable de diferentes casas comerciales. Universidad Autónoma de Querétaro; 2023.
13. Jaramillo D, Medina LX, Pacheco DI, Velandia LA, Ardila G. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de cinco tipos aleaciones diferentes de Nitinol. *J Odont Col* [Internet]. 2024;17(33):8-19. Disponible en: <https://revistas.unicoc.edu.co/index.php/joc/article/view/450>
14. Sugiyama Y, Tochigi K, Tachi A, Arai K. The dimensions of preformed nickel-titanium archwires measured at the bracket positions corresponding to the central incisor, canine, and first molar. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* [Internet]. 2024;166(3):235-43. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0889540624002014>
15. Amador-Carranza N, Gutiérrez-Rojo J. Comparación del tamaño transversal de los arcos 0.016 x 0.022, 0.017 x 0.025 y 0.019 x 0.025 de NiTi de tres marcas. *Rev Esp Ortod* [Internet]. 2022;52(1):1-3. Disponible en: <https://openurl.ebsco.com/contentitem/gcd:160162481?sid=ebsco:plink:scholar&id=ebsco:gcd:160162481&crl=c>
16. Pious N, Ingole S, Krishnan R, Mhatre A. Comparative Evaluation of Dimensional Accuracy and Load Deflection Attributes of Orthodontic Superelastic

Archwires From Four Popular Manufacturers. Trends Biomater Artif Organs. 10 de octubre de 2021;35(4):387-91.

17. Tepedino M, Paiella G, Iancu M, Monaco A, Gatto R, Chimenti C. Dimensional variability of orthodontic slots and archwires: an analysis of torque expression and clinical implications. Prog Orthod. 14 de diciembre de 2020;21(1):32. doi:10.1186/s40510-020-00333-5

18. Esquivel X, Gutiérrez J, Guerrero M. Comparación del tamaño transversal de los arcos 0.012, 0.014 y 0.016 de NiTi de tres marcas. Odontoestomatología. 6 de junio de 2020;22(35):12-9. doi:10.22592/ode2020n35a3

19. Kolge N, Patni V, Karandikar G, Ravindranath V, Daga P, Madhaswar A. Comparative Evaluation of Dimensional Accuracy, Surface Characteristics, and Load Deflection Attributes of 0.019" × 0.025" Stainless Steel Wires Sourced from Six Different Commercial Houses: An In Vitro Study. J Indian Orthod Soc. 25 de octubre de 2020;54(4):311-20. doi:10.1177/0301574220939382

20. Arce JP. Análisis comparativo dimensional de la luz de tubos de .022" x .028" de seis marcas de arco recto de ortodoncia comercializadas en Perú en el año 202 [Tesis para optar el Título de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar] [Internet]. [Lima]: Universidad Norbert Wiener; 2022. Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/entities/publication/2b6315c3-7bdb-4130-876f-e33c7485ee22>

21. Joch A, Pichelmayer M, Weiland F. Bracket slot and archwire dimensions: manufacturing precision and third order clearance. J Orthod. 16 de diciembre de 2010;37(4):241-9. doi:10.1179/14653121043182

22. Philippe J. Pierre Fauchard the “inventor” of orthodontics. *J Dentofac Anom Orthod.* 1 de marzo de 2011;14(1):104. doi:10.1051/odfen/20111103
23. Wahl N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 1: Antiquity to the mid-19th century. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* febrero de 2005;127(2):255-9. doi:10.1016/j.ajodo.2004.11.013 PubMed PMID: 15750547.
24. Vieira EP, Watanabe BSD, Pontes LF, Mattos JNF, Maia LC, Normando D. The effect of bracket slot size on the effectiveness of orthodontic treatment: A systematic review. *Angle Orthod.* enero de 2018;88(1):100-6. doi:10.2319/031217-185.1 PubMed PMID: 28949767.
25. Sharmila R. Wires in Orthodontics - A Short Review. *Pharm Sci Res.* 2016;8(8):895-7.
26. Vaden JL. Charles H. Tweed, 1895-1970. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* mayo de 2015;147(5 Suppl):S171-9. doi:10.1016/j.ajodo.2015.02.004 PubMed PMID: 25925642.
27. Moesi B, Dyer F, Benson PE. Roth versus MBT: does bracket prescription have an effect on the subjective outcome of pre-adjusted edgewise treatment? *Eur J Orthod.* abril de 2013;35(2):236-43. doi:10.1093/ejo/cjr126 PubMed PMID: 22051535.
28. Quintão CCA, Brunharo IHVP. Fios ortodônticos: conhecer para otimizar a aplicação clínica. *Rev Dent Press Ortod E Ortop Facial.* diciembre de 2009;14(6):144-57. doi:10.1590/S1415-54192009000600017
29. Kusy RP. Orthodontic biomaterials: from the past to the present. *Angle Orthod.* diciembre de 2002;72(6):501-12. doi:10.1043/0003-3219(2002)072<0501:OBFTPT>2.0.CO;2 PubMed PMID: 12518941.

30. Kapila S, Sachdeva R. Mechanical properties and clinical applications of orthodontic wires. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* agosto de 1989;96(2):100-9. doi:10.1016/0889-5406(89)90251-5 PubMed PMID: 2667330.
31. Waters NE. Superelastic nickel-titanium wires. *Br J Orthod.* noviembre de 1992;19(4):319-22. doi:10.1179/bjo.19.4.319 PubMed PMID: 1463708.
32. Miura F, Mogi M, Ohura Y, Hamanaka H. The super-elastic property of the Japanese NiTi alloy wire for use in orthodontics. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* julio de 1986;90(1):1-10. doi:10.1016/0889-5406(86)90021-1 PubMed PMID: 3460342.
33. Kusy RP. A review of contemporary archwires: their properties and characteristics. *Angle Orthod.* 1997;67(3):197-207. doi:10.1043/0003-3219(1997)067<0197:AROCAT>2.3.CO;2 PubMed PMID: 9188964.
34. Alim MdA, Ng CW, Razali MF. Evolution of Archwires in Orthodontics: A Short Review. *En.* 2022. p. 487-94. doi:10.1007/978-981-19-2890-1_46
35. Chen R, Zhi YF, Arvystas MG. Advanced Chinese NiTi alloy wire and clinical observations. *Angle Orthod.* 1992;62(1):59-66. doi:10.1043/0003-3219(1992)062<0059:ACNAWA>2.0.CO;2 PubMed PMID: 1445516.
36. Malik N, Dubey R, Kallury A, Chauksye A, Shrivastav T, Kapse BR. A Review of Orthodontic Archwires. *J Orofac Res.* 1970;5(1):6-11.
37. Singh D. Esthetic Archwires in Orthodontics- A Review. *J Oral Hyg Health.* 2016;04(01). doi:10.4172/2332-0702.1000194

38. Nathani R, Daigavane P, Shrivastav S, Kamble R, Gupta D. Esthetic arch wires – A Review. *Int J Adv Res.* 2015;3(Dec):743-51.
39. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. 6.^a ed. McGraw-Hill Education; 2014.
40. Ñaupas H, Valdivia M, Palacios J, Romero H. El Método científico. Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. 2019. 562 p.
41. Kay C, Seladi-Schulman J. Healthline. 2019. In Vivo vs. In Vitro: What Does It All Mean?
42. Dagnino J. Tipos de estudios. *Rev Chil Anest.* 2014;43(2):104-8.
43. Shukla S. Concept of Population and Sample. In *How to Write a Research Paper?* 2020.
44. Majid U. Research Fundamentals: Study Design, Population, and Sample Size. *Undergrad Res Nat Clin Sci Technol URNCST J.* 10 de enero de 2018;2(1):1-7. doi:10.26685/urncst.16
45. Fleming J, Zegwaard K. Methodologies, methods and ethical considerations for conducting research in work-integrated learning. *Int J Work-Integr Learn.* 2018;19(3):205-13.
46. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Selección de la muestra. En: Interamerica editores, editor. Metodología de la investigación. 6ta ed. Mc Graw Hill Education; 2014. p. 171.
47. Arce J. Análisis comparativo dimensional de la luz de tubos de .022” x .028” de seis marcas de arco recto de ortodoncia comercializadas en Perú en el año 2021. Universidad Norbert Wiener; 84d. C.

48. Arias J, Holgado J, Tafur T, Vasquez M. Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis [Internet]. Primera edición digital. Puno, Perú: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C.; 2022. 164 p. Disponible en: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.016>
49. Maldonado-Suárez N, Santoyo-Telles F. Validez de contenido por juicio de expertos: Integración cuantitativa y cualitativa en la construcción de instrumentos de medición. *Rev Innovació Recer En Educ.* 2024;17(2):1-19. doi:10.1344/reire.46238

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables y dimensiones	Diseño metodológico
Problema general: ¿Existen diferencias en las dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por tres marcas en Lima durante el año 2026?	Objetivo general: Comparar las dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por tres marcas en Lima durante el año 2026.	Hipótesis general (Ha): Existen diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por tres marcas en Lima durante el año 2026. Hipótesis nula (Ho): No existen diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por tres marcas en Lima durante el año 2026.	Variable independiente: Marca comercial de los arcos superelásticos. Dimensión: Marca A, Marca B y Marca C. Variable dependiente: Dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos. Dimensiones: altura real y profundidad real.	Método: hipotético-deductivo. Enfoque: cuantitativo. Tipo: aplicado. Diseño: no experimental, transversal, in vitro y comparativo. Población: 18 arcos superelásticos de níquel-titanio 0.019" × 0.025" de las marcas A, B y C disponibles en distribuidores autorizados de Lima. Muestra: 18 arcos superelásticos, distribuidos en 6 arcos por cada marca comercial. Muestreo: no probabilístico por conveniencia. Técnica: observación in vitro. Instrumento: ficha de recolección de datos. Análisis: estadística descriptiva, Shapiro-Wilk, ANOVA de un factor y post hoc de Tukey.
Problema específico 1: ¿Cuáles son las dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por la marca A en Lima durante el año 2026?	Objetivo específico 1: Determinar las dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por la marca A en Lima durante el año 2026.			
Problema específico 2: ¿Cuáles son las dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por la marca B en Lima durante el año 2026?	Objetivo específico 2: Determinar las dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por la marca B en Lima durante el año 2026.			
Problema específico 3: ¿Cuáles son las dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por la marca C en Lima durante el año 2026?	Objetivo específico 3: Determinar las dimensiones reales de los arcos 0.019" × 0.025" superelásticos comercializados por la marca C en Lima durante el año 2026.			

Anexo 2. Ficha de recolección de datos

Medición dimensional de arcos superelásticos 0.019" × 0.025"

Instrucciones: La ficha fue diseñada para registrar las mediciones obtenidas durante el análisis in vitro de los arcos superelásticos. En cada fila se consignó el código del arco, la marca comercial, el lote, las medidas nominales, las dos mediciones reales realizadas para altura y profundidad, el promedio correspondiente, la discrepancia respecto al valor nominal y cualquier observación técnica relevante.

Criterios de cálculo:

Promedio de altura	$(\text{Altura real 1} + \text{Altura real 2}) / 2$
Promedio de profundidad	$(\text{Profundidad real 1} + \text{Profundidad real 2}) / 2$
Discrepancia dimensional	Promedio de medida real - medida nominal

Marca A

Código del arco	Marca	Lote	Altura nominal 0.019"	Altura real 1	Altura real 2	Promedio altura	Profundidad nominal 0.025"	Profundidad real 1	Profundidad real 2	Promedio profundidad	Discrepancia altura	Discrepancia profundidad	Observaciones
A1	A		0.019"				0.025"						
A2	A		0.019"				0.025"						
A3	A		0.019"				0.025"						
A4	A		0.019"				0.025"						
A5	A		0.019"				0.025"						
A6	A		0.019"				0.025"						

Marca B

Código del arco	Marca	Lote	Altura nominal 0.019"	Altura real 1	Altura real 2	Promedio altura	Profundidad nominal 0.025"	Profundidad real 1	Profundidad real 2	Promedio profundidad	Discrepancia altura	Discrepancia profundidad	Observaciones
B1	B		0.019"				0.025"						
B2	B		0.019"				0.025"						
B3	B		0.019"				0.025"						
B4	B		0.019"				0.025"						

B5	B		0.019"				0.025"						
B6	B		0.019"				0.025"						

Marca C

Código del arco	Marca	Lote	Altura nominal 0.019"	Altura real 1	Altura real 2	Promedio altura	Profundidad nominal 0.025"	Profundidad real 1	Profundidad real 2	Promedio profundidad	Discrepancia altura	Discrepancia profundidad	Observaciones
C1	C		0.019"				0.025"						
C2	C		0.019"				0.025"						
C3	C		0.019"				0.025"						
C4	C		0.019"				0.025"						
C5	C		0.019"				0.025"						
C6	C		0.019"				0.025"						

Nota: Las marcas fueron codificadas como A, B y C para conservar la identificación comercial bajo criterio metodológico. Las medidas podrán registrarse en pulgadas o en milímetros, siempre que se mantenga una misma unidad durante todo el procesamiento estadístico.

Anexo 3. Validación de instrumento

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO						
I. DATOS GENERALES 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: <u>Llanos Mantolivo, Karina Beatriz</u> 1.2 Cargo e Institución donde labora: <u>Docente de 2da Especialidad de Ortodoncia y Ortopedia</u> 1.3 nombre del instrumento motivo de evaluación: <u>Ficha de recolección de datos.</u> 1.4 Título de la Investigación: <u>ANÁLISIS COMPARATIVO DIMENSIONAL DE ARCOS 0.019 " x 0.025 " SUPER ELÁSTICOS COMERCIALIZADOS POR TRES MARCAS DIFERENTES, LIMA - 2026.</u>						
II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN						
	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología			X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognoscitivas.				X	
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio				X	
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación.				X	
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)		A	B	C	D	E
Coeficiente de Validez = $\frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = \frac{0 + 0 + 3 + 36}{50} = 0.78$						
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, <u>20</u> de <u>Abril</u> del 2026.						
Firma y Sello						

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: SEDANO BALBÍN GABRIELA
 1.2 Cargo e Institución donde labora: DOCENTE SEGUNDA ESPECIALIDAD ORTODONCIA Y ORTOPEDIA
 1.3 nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos.
 1.4 Título de la Investigación: ANÁLISIS COMPARATIVO DIMENSIONAL DE ARCOS 0.019 " x 0.025 " SUPER ELÁSTICOS COMERCIALIZADOS POR TRES MARCAS DIFERENTES, LIMA - 2026.

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 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	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.				✓	
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

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

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]

0.74

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 20 de 04 del 2026.

8

[Firma]
 Dra. Gabriela Sedano Balbín
 Exp. Ortodoncia y Ortopedia Maxilar
 COOP. 19020 RNE 61477
 Firma y Sello

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: *Vélez Taboada Luis Carlos*
 1.2 Cargo e Institución donde labora: *Docente Pasgrado U.N. Wiener*
 1.3 nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos.
 1.4 Título de la Investigación: ANÁLISIS COMPARATIVO DIMENSIONAL DE ARCOS 0.019 " x 0.025 " SUPER ELÁSTICOS COMERCIALIZADOS POR TRES MARCAS DIFERENTES, LIMA - 2026.

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

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

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

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, 20 de abril del 2026.

8

[Firma]

 Firma y Sello

Dr. Luis Carlos Vélez Taboada
 ESP. ORTODONCIA Y ORTOFEDIA MAXILAR
 C.O.P. 27895 RNE 2554

Anexo 4. Constancia de Exoneración del comité de ética



Universidad
Norbert Wiener

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA E INTEGRIDAD CIENTÍFICA

CONSTANCIA DE EXONERACIÓN DE REVISIÓN ÉTICA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Lima, 19 de mayo del 2026.

Autor o Autores:

DAVID ALBERTO LEÓN HUAMANCHA

Exp. N°: 1509-2026

De mi consideración:

Es grato dirigirme a Usted para informar que el Comité Institucional de Ética e Integridad Científica (CIEIC) de la Universidad Privada Norbert Wiener, tras la revisión del expediente presentado, **DETERMINA LA EXONERACIÓN DE REVISIÓN ÉTICA** del siguiente proyecto de investigación:

Título del proyecto: "ANÁLISIS COMPARATIVO DIMENSIONAL DE ARCOS 0.019 " x 0.025 " SUPER ELÁSTICOS COMERCIALIZADOS POR TRES MARCAS DIFERENTES, LIMA - 2026" Versión Nro. 1, aprobada por el asesor en fecha 12/05/ 2026.

La exoneración se otorga al verificarse que el proyecto, tal como fue presentado, no involucra la intervención directa con seres humanos, animales de experimentación, ni el uso de información sensible que requiera consentimiento informado u otras medidas éticas adicionales.

El autor o autores deberán considerar lo siguiente:

- La exoneración no constituye una aprobación ética completa, sino la determinación de que el proyecto no requiere revisión ética integral por parte del CIEIC.
- El proyecto deberá ejecutarse exclusivamente conforme a la versión presentada y evaluada. Cualquier modificación dejará sin efecto la exoneración otorgada.
- En caso de realizar ajustes o cambios al proyecto, el autor responsable deberá solicitar una nueva evaluación ética ante el CIEIC, la cual podrá corresponder a una aprobación de enmienda o a una revisión ética completa, según corresponda.
- La vigencia de la exoneración es de veinticuatro (24) meses contados desde la fecha de emisión de la presente constancia y no sustituye ni aplica a trámites administrativos ante otras áreas institucionales, como la Jefatura de Grados y Títulos.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,

Mg. Angelica Karina Minaya Galarreta
Presidente
Comité Institucional de Ética e Integridad Científica
Universidad Privada Norbert Wiener



· LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES.
· LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES.

CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Eusebio Teheran Robert Nick, identificado con D.N.I N° 44972122, en mi calidad de Gerente General de la empresa "HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.", con R.U.C. N° 20565244877, ubicado en el Jr. Nepentas Nro. 364 Urb. San Silvestre distrito de San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima. Otorgo la AUTORIZACIÓN al Sr. David Alberto León Huamanchao, identificado con D.N.I N° 72182091, de la Facultad de Ciencias de la Salud del Programa Académico de odontología de la Universidad Privada Norbert Wiener S.A, para que ejecute su investigación titulada "ANÁLISIS COMPARATIVO DIMENSIONAL DE ARCOS 0.019 " x 0.025 " SUPER ELÁSTICOS COMERCIALIZADOS POR TRES MARCAS DIFERENTES, LIMA - 2026", dentro de las instalaciones del laboratorio.

Asimismo, autorizo expresamente el uso de la información con fines académicos, contribuyendo con la comunidad educativa.

Finalmente, respecto al uso del nombre y/o cualquier distintivo de la empresa (HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.), se determina:

- () Mantener en RESERVA el nombre y/o información sensible y/o cualquier distintivo de la empresa (HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.).
- (x) Autorizo mencionar el nombre y/o información y/o cualquier distintivo de la de la empresa (HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.).

Lima, 19 de mayo del 2026

Ing. Robert Nick Eusebio Teheran

Jefe de Laboratorio



· LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES.
· LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES.

Anexo 5. Informe de tesis

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

Lima, 30 de mayo del 2026

Mg. Tessie Lorena Loli Tovar
Jefa de Grados y Títulos
Universidad Privada Norbert Wiener
Presente.-

De mi especial consideración:

Es grato expresarle un cordial saludo y como asesora de tesis titulada: **"ANÁLISIS COMPARATIVO DIMENSIONAL DE ARCOS 0.019 " x 0.025 " SUPER ELÁSTICOS COMERCIALIZADOS POR TRES MARCAS DIFERENTES, LIMA - 2026"** desarrollado por el egresado David Alberto León Huamanchao; para la obtención del Título Profesional de Cirujano dentista; ha sido concluida satisfactoriamente.

Al respecto informo que se lograron los siguientes objetivos:

- Orientar la investigación para lograr los objetivos de la misma.
- Revisar el informe final en sus resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones.
- Aprobar la tesis para su sustentación.

Atentamente,



Firma de la asesora
Ds. Esp. Aguirre Morales, Anita Kori

Anexo 6. Reporte de Turnitin

 Página 2 de 62 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega: tmcod::14912-603892398

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

5%	 Fuentes de Internet
1%	 Publicaciones
3%	 Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitan distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

 Página 2 de 62 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega: tmcod::14912-603892398

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 5% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 3% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

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

1	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	3%
2	Internet	ri-ng.uaq.mx	<1%
3	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2026-06-24	<1%
4	Internet	repositorio.autonoma.edu.pe	<1%
5	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2026-06-23	<1%
6	Internet	www.upo.es	<1%
7	Internet	idus.us.es	<1%
8	Internet	tesis.ipn.mx	<1%
9	Publicación	Roger Marcelo Freire Avilés, Bryan Orlando Vélez San Martín, Verónica Adriana Fr...	<1%
10	Trabajos entregados	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-23	<1%
11	Internet	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1%