



Universidad
Norbert Wiener

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA ACADÉMICO DE ODONTOLOGÍA

Tesis

Evaluación de la densidad ósea mandibular en pacientes adultos mediante
CBCT en la planificación de implantes en un centro de diagnóstico por
imágenes, Lima 2025

Para optar el Título Profesional de
Cirujano Dentista

Presentado por:

Autora: Chavez Romero, Gisella Guillermina

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7564-1877>

Asesor: Mg. Chero Guevara, Jorge Alfredo

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5919-7442>

Lima – Perú

2026

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 02/06/2026

Yo, **GISELLA GUILLERMINA CHAVEZ ROMERO** egresado de la Facultad de **Ciencias de la Salud** y Programa Académico de **Odontología** de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo de investigación “EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD ÓSEA MANDIBULAR EN PACIENTES ADULTOS MEDIANTE CBCT EN LA PLANIFICACIÓN DE IMPLANTES EN UN CENTRO DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES, LIMA 2025” Asesorado por el docente: Chero Guevara, Jorge Alfredo DNI 09132033 ORCID <https://orcid.org/0009-0003-5919-7442> tiene un índice de similitud de diez % con código 14912:580036769 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 de autor 1
Gisella Guillermína Chavez Romero
DNI: 44286667

.....
Firma de autor 2
Nombres y apellidos del Egresado

DNI:



.....
Firma
Asesor: Jorge Alfredo Chero Guevara
DNI: 09132033

Lima, 2 de Junio de 2026

MIEMBROS DEL JURADO

Presidente: Dr. Marroquin García, Lorenzo Enrique

Secretaria: Dra. Morante Maturana, Sara Angelica

Vocal: Dr. Remuzgo Huaman, Marlon

Dedicatoria

Dedico la presente tesis, a todas las personas que de manera directa o indirecta contribuyeron con su apoyo constante, motivación, orientación y acompañamiento incondicional durante todo este proceso para la culminación de este trabajo de investigación, el cual representa un importante logro personal y profesional.

Agradecimiento

Expreso mi sincero agradecimiento a mi asesor de tesis por su orientación del presente trabajo de investigación, a la Universidad Norbert Wiener por la sólida formación académica y a los maestros cirujanos dentistas de la escuela profesional de Odontología, quienes con sus conocimientos y experiencia contribuyeron de manera significativa en mi formación profesional.

ÍNDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
Introducción	xi
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.1.1 Problema general	3
1.1.2 Problemas específicos	3
1.2 Objetivos de la investigación	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación de la investigación	4
1.3.1 Teórica	4
1.3.2 Metodológica	5
1.3.3 Práctica	5
1.4 Limitaciones de la investigación	5
1.4.1 Temporal	5
1.4.2 Espacial	6
1.4.3 Población o unidad de análisis	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes de la investigación	7
2.1.1 Antecedentes internacionales	7
2.1.2 Antecedentes nacionales	9
2.2 Bases teóricas	12
2.2.1 Osteología	12
2.2.2 Anatomía ósea maxilomandibular	14
2.2.3 Edentulismo	15
2.2.4 Análisis mediante técnica tomográfica	15
2.2.5 Densidad ósea	18
2.3 Formulación de hipótesis	21

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	23
3.1 Método de la investigación	23
3.2 Enfoque de la investigación	23
3.3 Tipo de investigación	24
3.4 Diseño de la investigación	24
3.4.1. Corte	24
3.4.2. Nivel	24
3.5 Población, muestra y muestreo	25
3.5.1 Población.....	25
3.5.2 Muestra	26
3.5.3 Muestreo	27
3.6 Variables y operacionalización	28
3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.7.1 Técnica	29
3.7.2 Descripción de instrumentos.....	29
3.7.3 Validación	30
3.7.4 Confiabilidad.....	31
3.8 Procesamiento y análisis de datos	33
3.9 Aspectos éticos.....	34
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	35
4.1 Resultados	35
4.2 Discusión de resultados.....	40
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
5.1 Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.
5.2 Recomendaciones.....	45
REFERENCIAS	47
ANEXOS	57
Anexo 1. Matriz de consistencia	59
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos.....	61
Anexo 3. Expediente de validación	63
Anexo 4. Confiabilidad del instrumento	66
Anexo 5. Constancia de aprobación del comité de ética	67
Anexo 6. Informe de tesis.....	69
Anexo 7. Reporte de Turnitin.....	70
Anexo 8. Evidencia fotográfica	70

Índice de tablas

Tabla 1. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.	35
Tabla 2. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según sexo, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.	36
Tabla 3. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según zonas anatómicas, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.	38
Tabla 4. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según lateralidad mandibular, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.	39
Tabla 5. Valoración del coeficiente de correlación interclase	66
Tabla 6. Coeficiente de correlación intraclase (ICC) para la confiabilidad intraobservador de la ficha de recolección de datos	66

Índice de figuras

Figura 1. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.	35
Figura 2. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según sexo, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.	37
Figura 3. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según zonas anatómicas, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.	38
Figura 4. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según lateralidad mandibular, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.	39

Resumen

El estudio tuvo como objetivo general determinar la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), para la planificación de implantes dentales durante el año 2025. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con diseño observacional, transversal y retrospectivo, y nivel descriptivo-comparativo. La población estuvo conformada por 245 tomografías CBCT mandibulares de pacientes de ambos sexos, con edades entre 40 y 50 años, realizadas en un centro radiográfico dental de Lima, Perú. La muestra estuvo constituida por 150 tomografías, seleccionadas mediante muestreo probabilístico aleatorio simple. Los resultados evidenciaron que la densidad ósea mandibular se distribuyó predominantemente en los tipos D3 (57,3%) y D2 (42,7%), según la clasificación de Misch, sin registrarse densidades extremas. Asimismo, se observó que la mayor densidad ósea correspondió a las zonas corticales, especialmente la cortical lingual (media: 1051,22 UH) y vestibular (984,19 UH), mientras que el hueso trabecular presentó los valores más bajos (543,18 UH). Según el sexo, los valores promedio fueron ligeramente mayores en el sexo masculino, aunque sin diferencias marcadas. En cuanto a la lateralidad, el lado izquierdo mostró promedios superiores en las zonas del reborde alveolar y cortical vestibular, con diferencias descriptivas moderadas. Se concluyó que la densidad ósea mandibular en el sector molar edéntulo presentó características favorables para la planificación implantológica, destacándose la utilidad del CBCT como herramienta diagnóstica para una evaluación individualizada del sitio receptor del implante.

Palabras clave: Densidad ósea; Tomografía computarizada de haz cónico; Implantes dentales.

Abstract

The overall objective of the study was to determine mandibular bone density in partially edentulous adult patients at the molar level, evaluated using cone beam computed tomography (CBCT), for dental implant planning in 2025. The research was conducted using a quantitative approach, with an observational, cross-sectional, and retrospective design, and a descriptive-comparative level. The population consisted of 245 mandibular CBCT scans of patients of both sexes, aged between 40 and 50 years, performed at a dental radiography center in Lima, Peru. The sample consisted of 150 scans, selected by simple random probability sampling. The results showed that mandibular bone density was predominantly distributed in types D3 (57.3%) and D2 (42.7%), according to Misch's classification, with no extreme densities recorded. Likewise, it was observed that the highest bone density corresponded to the cortical areas, especially the lingual cortex (mean: 1051.22 HU) and vestibular cortex (984.19 HU), while the trabecular bone presented the lowest values (543.18 HU). Regarding laterality, the left side showed higher averages in the alveolar ridge and vestibular cortical areas, with moderate descriptive differences. It was concluded that mandibular bone density in the edentulous molar area presented favorable characteristics for implant planning, highlighting the usefulness of CBCT as a diagnostic tool for individualized evaluation of the implant site.

Keywords: Bone Density; Cone-Beam Computed Tomography; Dental Implants.

Introducción

La rehabilitación oral con implantes dentales se ha afianzado como una opción terapéutica confiable y efectiva para tratar el edentulismo parcial o total. Sin embargo, su éxito depende en gran medida de una evaluación preoperatoria minuciosa del sitio receptor. En particular, la densidad ósea mandibular juega un papel clave en la estabilidad primaria del implante y en la elección del protocolo quirúrgico ideal, sobre todo en la región posterior, donde las variaciones anatómicas y funcionales son comunes. Por eso, integrar métodos de imagen diagnóstica que ofrezcan una valoración objetiva de la calidad ósea se ha vuelto esencial en la implantología actual. La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) nos brinda imágenes tridimensionales precisas del hueso mandibular, permitiendo medir la densidad ósea en Unidades Hounsfield e interpretarla con clasificaciones consolidadas, como la de Misch. Esta herramienta no solo detecta diferencias en la densidad según zonas anatómicas, sexo y lateralidad, sino que también impulsa una planificación implantológica más personalizada y segura. Aun así, la variabilidad de los resultados en la literatura tanto internacional como nacional, subraya la importancia de generar datos adaptados a poblaciones específicas.

En este contexto, la presente tesis se organiza en cinco capítulos. El Capítulo I presenta el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación del estudio. El Capítulo II desarrolla el marco teórico y los antecedentes científicos clave. El Capítulo III detalla la metodología aplicada. El Capítulo IV expone y analiza los resultados obtenidos. Finalmente, el Capítulo V ofrece las conclusiones y recomendaciones surgidas de la investigación.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La densidad ósea constituye un parámetro crítico tanto en la salud general como en la salud bucal, desempeñando un papel determinante en el éxito de los tratamientos de rehabilitación oral mediante implantes dentales (1). A nivel mundial, la disminución de la densidad ósea y las alteraciones en la calidad del hueso representan un problema de salud pública que afecta a cientos de millones de personas, especialmente mujeres. La Fundación Internacional de Osteoporosis (IOF) estima que para el año 2025 se producirán aproximadamente 13,5 millones de fracturas por fragilidad cada año y que cerca de 500 millones de personas vivirán con osteoporosis (2). Este deterioro estructural óseo no solo compromete la movilidad y la calidad de vida, sino que también tiene implicancias directas en la viabilidad de tratamientos implantológicos, al reducir la capacidad del hueso para lograr una adecuada osteointegración (3).

Diversos estudios han demostrado que la densidad ósea mandibular es un factor decisivo en la estabilidad primaria de los implantes dentales. Turkyilmaz y McGlumphy reportaron que los implantes exitosos se asociaron a densidades promedio de 645 ± 240 UH, significativamente mayores que los fracasados (267 ± 47 UH; $p < 0,001$) (4). Investigaciones posteriores confirmaron que la calidad del hueso perimplantar influye directamente en la resistencia mecánica inicial y en la supervivencia del implante a largo plazo (5,6). En la misma línea, Thiebot et al. (7) observaron una tasa de fracaso del 3,11 % en 742 implantes, siendo la baja densidad ósea (tipos III y IV de Lekholm y Zarb) el principal factor presente en el 75 % de los casos.

Recientemente, investigaciones han profundizado en las variaciones anatómicas de la densidad mandibular en adultos. Musaina et al. (8) evaluaron 162 CBCT de pacientes de 20 a 60 años y demostraron una disminución progresiva de la densidad cortical con la edad, con diferencias significativas entre grupos etarios ($p < 0,05$). Asimismo, Poiană et al. (9) corroboraron que los índices mandibulares derivados de CBCT se correlacionan fuertemente con los valores de densidad ósea medidos por densitometría, validando su utilidad en la estimación de masa ósea en adultos. Por su parte, un estudio reciente realizado en Ahmed et al. en adultos con dentición completa reportó densidades mandibulares entre 1394 y 2099 UH, con valores superiores en regiones anteriores en comparación con las posteriores (10). Estos hallazgos confirman la necesidad de caracterizar las variaciones anatómicas de la densidad ósea en diferentes regiones mandibulares.

En el Perú, existe un déficit notorio de investigaciones centradas en la densidad ósea mandibular de adultos jóvenes y maduros (30 a 60 años), grupo etario que concentra la mayor demanda de tratamientos implantológicos debido a pérdidas dentarias prematuras por caries, enfermedad periodontal o traumatismos. La mayoría de los estudios nacionales se han enfocado en adultos mayores o en análisis ortodónticos, sin describir con detalle las diferencias anatómicas entre zonas mandibulares. Esta carencia de evidencia local limita la elaboración de protocolos quirúrgicos adaptados a las características óseas de nuestra población, lo que podría incrementar el riesgo de inestabilidad primaria o fracaso del implante. En este marco, surge la interrogante: ¿Cuál es la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), para la planificación de implantes dentales en 2025?

1.1.1 Problema general

¿Cuál es la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), para la planificación de implantes dentales en el año 2025?

1.1.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál es la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según sexo, evaluada mediante CBCT, para la planificación de implantes dentales en 2025?

2. ¿Cuál es la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares entre las distintas zonas anatómicas, evaluada mediante CBCT, para la planificación de implantes dentales en 2025?

3. ¿Cuál es la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares entre el lado derecho e izquierdo, evaluada mediante CBCT, para la planificación de implantes dentales en 2025?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Evaluar la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares, mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), para la planificación de implantes dentales en el año 2025.

1.2.2 Objetivos específicos

Analizar la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según sexo, evaluada mediante CBCT, para la planificación de implantes dentales en 2025.

Comparar la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares entre las distintas zonas anatómicas, evaluada mediante CBCT, para la planificación de implantes dentales en 2025.

Evaluar la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares entre el lado derecho e izquierdo, evaluada mediante CBCT, para la planificación de implantes dentales en 2025.

1.3 Justificación de la investigación

1.3.1 Teórica

La densidad ósea mandibular se reconoce como un factor clave en el éxito de los implantes dentales, ya que influye directamente en la estabilidad primaria y la osteointegración. En el contexto peruano, la mayoría de estudios previos se centraron en adultos mayores o en investigaciones ortodónticas, dejando un vacío en la población adulta. Esta brecha dificultaba protocolos quirúrgicos adaptados a sus características anatómicas. Con esta investigación, aportaron datos precisos mediante CBCT, fortaleciendo el marco teórico y sentando bases para futuras estudios en implantología dental.

1.3.2 Metodológica

La elección de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) resultó estratégica: ofreció imágenes tridimensionales de alta resolución con dosis reducida de radiación, permitiendo mediciones confiables en unidades Hounsfield. El análisis no se limitó a promedios globales; examinó la densidad ósea por zonas anatómicas, sexo y lado mandibular, con estadística comparativa para detectar patrones y variaciones. Este enfoque generó resultados más completos y un diseño replicable en otros contextos clínicos.

1.3.3 Práctica

En la práctica clínica, los hallazgos marcaron una diferencia real en la planificación implantológica. La información específica sobre la distribución de la densidad ósea mandibular en adultos permitió anticipar desafíos quirúrgicos, seleccionar sitios óptimos para implantes y planificar procedimientos complementarios para una mejor estabilidad primaria. En resumen, redujeron complicaciones, hicieron tratamientos más predecibles y mejoraron la calidad de vida de los pacientes.

1.4 Limitaciones de la investigación

1.4.1 Temporal

El equipo realizó el trabajo exclusivamente durante 2025. Por ello, los resultados reflejaron las condiciones de ese período, y cambios futuros en tecnología, hábitos poblacionales o tendencias epidemiológicas podrían afectar su aplicabilidad.

1.4.2 Espacial

La investigación se llevó a cabo en la Clínica Dental Sara Flores, lo que aseguró mediciones estandarizadas, pero limitó la representatividad de la diversidad ósea en otras regiones del país.

1.4.3 Población o unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo conformada por tomografías computarizadas de haz cónico mandibulares de pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares. Esta condición limitó el estudio a registros radiográficos con características específicas de edad, calidad diagnóstica y disponibilidad de zona edéntula posterior, por lo que no se incluyeron otros grupos etarios, sectores anatómicos ni pacientes con condiciones que alteraran la densidad ósea.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Cárdenas et al. (11), en 2025, realizaron un estudio en San Luis Potosí, México, con el objetivo de *“Comparar la densidad ósea cortical y medular a nivel del primer molar inferior mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), considerando diferencias entre sexos y clases esqueléticas”*. El estudio fue prospectivo e incluyó 120 CBCT de pacientes adultos distribuidos equitativamente por sexo y clases esqueléticas I, II y III. Se evaluaron la cortical vestibular, el hueso medular y la cortical lingual en unidades Hounsfield. Los resultados mostraron diferencias significativas entre regiones anatómicas ($p \leq 0,05$), con mayores valores en la cortical vestibular de varones clase III y diferencias entre mujeres de clases I y III ($p=0,006$). Concluyeron que la densidad ósea mandibular varía según la localización anatómica y el sexo, por lo que su evaluación favorece una planificación implantológica individualizada.

Hu et al. (12), en 2024, realizaron un estudio en Chapel Hill, Carolina del Norte, EE. UU., con el objetivo de *“Evaluar la precisión de un tomógrafo computarizado de haz cónico multisource (ms-CBCT) para medir la densidad mineral ósea (BMD) de mandíbula y maxila, comparándolo con CBCT convencionales y utilizando como referencia un tomógrafo médico multidetector (MDCT)”*. Fue un estudio experimental con fantasmas antropomórficos y de calibración. Los resultados evidenciaron que el ms-CBCT redujo la discrepancia frente al MDCT a 6 % y 10 %, mientras que en los CBCT convencionales fue de 18–27 %, mostrando además límites de concordancia más estrechos. Se concluyó que el ms-CBCT mejora la exactitud en la medición de la

densidad ósea sin incrementar la dosis de radiación, siendo útil para la planificación implantológica.

Bottega et al. (13), en 2023, desarrollaron un estudio en Cascavel, Paraná, Brasil, con el objetivo de *“Evaluar la densidad ósea mandibular alrededor de implantes oseointegrados mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), comparando los valores obtenidos en Unidades Hounsfield (UH) y píxeles trabeculares mediante el software BμA-DDX”*. La investigación fue de enfoque cuantitativo, observacional, retrospectivo y transversal, e incluyó 304 imágenes CBCT de pacientes totalmente edéntulos con implantes mandibulares. La densidad ósea periimplantaria fue evaluada en las superficies vestibular, lingual, mesial y distal de implantes ubicados en la región anterior de la mandíbula. Los resultados evidenciaron que el 50% de las áreas analizadas correspondieron a hueso tipo III. Concluyeron que las UH permitieron diferenciar adecuadamente los tipos de densidad ósea, mientras que el software BμA-DDX logró identificar las densidades extremas (tipos I y IV), pero presentó limitaciones para distinguir los tipos II y III, observándose además una relación inversa entre los píxeles trabeculares y las Unidades Hounsfield.

Ataman et al. (14), en 2023, desarrolló un estudio en Turquía, con el objetivo de *“Evaluar los espesores corticales y la densidad ósea de la cresta alveolar y los bordes del canal mandibular en sitios edéntulos posteriores”*. Se desarrolló una investigación cuantitativa, observacional, retrospectiva y transversal, analizando 642 tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) provenientes de cuatro centros. Se evaluaron los espesores corticales y la densidad ósea en las superficies bucal, lingual, apical y coronal del canal mandibular. Los resultados evidenciaron que las regiones de primeros premolares presentaron los mayores valores de densidad ósea, siendo el primer premolar

izquierdo ($692,25 \pm 238,25$ UH) y derecho ($604,43 \pm 240,92$ UH) las zonas más favorables para la colocación de implantes. Asimismo, se encontraron correlaciones positivas entre la densidad ósea de la cresta alveolar y la porción coronal del canal mandibular. Concluyeron que la evaluación de la corticación y densidad ósea mandibular proporciona información valiosa para optimizar la planificación de tratamientos implantológicos.

Morar et al. (15), en 2022, llevaron a cabo un estudio en Cluj-Napoca, Rumania, con el objetivo de *“Evaluar la densidad ósea en sitios edéntulos de maxila y mandíbula mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) expresada en unidades Hounsfield (UH), para optimizar la selección del implante y el protocolo de fresado”*. Se trató de un estudio retrospectivo en 40 pacientes parcialmente edéntulos de 18 a 55 años. Se midieron valores en cortical bucal, cortical lingual o palatina y hueso trabecular en regiones incisivas y molares. Los resultados mostraron mayor densidad en incisivos centrales mandibulares y menor en molares maxilares posteriores, con diferencias significativas entre maxilar y mandíbula ($p < 0,001$). Se concluyó que la densidad ósea varía según la región anatómica y que su valoración previa permite individualizar la planificación quirúrgica.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Machco (16), en 2023, llevó a cabo un estudio en Lima, con el objetivo de *“Analizar zonas de rebordes edéntulos posteros inferiores para la colocación de implantes, mediante tomografías cone beam (CBCT) en pacientes de 30 a 60 años”*. La investigación fue transversal y descriptiva, con una muestra de 132 tomografías evaluadas en cortes transaxiales para medir densidad ósea y espesor cortical. Los resultados mostraron una densidad media de 645,637 HU y un espesor cortical promedio

de 1,85 mm; además, no se encontraron diferencias significativas según edad o sexo ($p>0,05$). Se concluyó que la densidad ósea y el espesor cortical en rebordes edéntulos posteriores inferiores son comparables entre grupos y útiles para la planificación implantológica.

Torres (17), en 2023, en Lima, con el objetivo de *“Determinar la densidad ósea de los maxilares según unidades Hounsfield (UH) en pacientes edéntulos parciales atendidos en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins”*. El estudio fue transversal, retrospectivo, descriptivo, observacional y comparativo, e incluyó 195 sitios de implantes evaluados mediante tomografía computarizada multidetector. Los resultados evidenciaron una densidad promedio de 289,5 UH en maxilar y 386,7 UH en mandíbula, con mayores valores en la región anterior mandibular y menores en la región posterior maxilar. Se concluyó que la densidad ósea es mayor en zonas anteriores y en pacientes más jóvenes, lo que resulta relevante para la planificación implantológica.

Manrique (18), en 2022, desarrolló en Cusco, una investigación con el objetivo de *“Analizar los rebordes alveolares edéntulos según la clasificación de Misch, empleando tomografías Cone Beam en pacientes de 40 a 60 años atendidos en el Centro Estomatológico Luis Vallejos Santoni de la Universidad Andina del Cusco”*. El estudio fue descriptivo, retrospectivo, no experimental y transversal, con un muestreo censal de 145 tomografías. Se evaluaron altura y densidad ósea en maxilar y mandíbula, en ambos lados, mediante el software Irys Viewer My Ray. Los resultados mostraron predominio del grado I en altura y de densidades óseas altas según la clasificación utilizada. Se concluyó que existían diferencias en la relación entre altura y densidad ósea según edad y sexo.

Reynoso (19), en 2022, realizó en Lima, Perú, un estudio cuyo objetivo fue *“Determinar la relación entre la densidad ósea de la cortical mandibular y el riesgo de osteoporosis mediante tomografía computarizada Cone Beam”*. La investigación fue descriptiva correlacional, retrospectiva, observacional y transversal, e incluyó 100 tomografías de pacientes entre 40 y 65 años. Se evaluaron el índice mentoniano y el índice de Klemetti, observándose disminución del grosor cortical a partir de los 50 años. Los resultados indicaron alto riesgo de osteoporosis en 43 % de los casos y una correlación alta y significativa entre ambos índices ($R=0,891$; $p=0,000$). Se concluyó que existe asociación entre menor densidad cortical mandibular y mayor riesgo de osteoporosis.

Sosa (20), en 2021, llevó a cabo en Cusco, un estudio cuyo objetivo fue *“Evaluar la densidad ósea maxilar y mandibular en pacientes edéntulos mediante tomografía Cone Beam, utilizando la clasificación de Misch en distintas zonas anatómicas”*. Fue un estudio descriptivo, retrospectivo y observacional, con 435 áreas edéntulas analizadas. Los resultados mostraron que la mayor densidad en maxilar anterior correspondió al tipo D2, mientras que en mandíbula posterior predominó el tipo D3. No se observaron diferencias significativas según sexo, aunque las mujeres presentaron mayor número de áreas edéntulas. Se concluyó que las zonas anteriores presentan mayor densidad ósea que las posteriores, aspecto importante para la planificación implantológica.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Osteología

A. Tejido óseo: Embriología

El tejido óseo se forma durante el desarrollo embrionario a partir del proceso de osificación, que inicia entre la sexta y séptima semana de gestación. Existen dos modalidades fundamentales de osificación: intramembranosa, que ocurre directamente en membranas de tejido conectivo, y endocondral, que utiliza un molde de cartílago hialino como base para la formación ósea. La osificación intramembranosa es típica de huesos planos como el maxilar, mientras que la endocondral prevalece en huesos largos y otros. La diferenciación de células mesenquimales en osteoblastos es regulada por factores genéticos y moleculares como la familia Hedgehog y las proteínas morfogenéticas óseas (BMPs), que guían la formación de matriz ósea y la mineralización progresiva (21,22).

B. Tejido óseo: Histología

El tejido óseo está constituido por una elevada proporción de matriz extracelular y un conjunto especializado de celular. La matriz se compone aproximadamente de un 25 % de agua, 25% de fibras proteicas, 50 % de sales minerales cristalizadas, que proporciona dureza y resistencia. Las células óseas incluyen células osteogénicas denominadas células madre, los osteoblastos encargados de sintetizar los componentes orgánicos de la matriz, los osteocitos, que son las células maduras responsables de intercambio metabólico con la circulación sanguínea, y los osteoclastos, localizados en el endostio, cuya función consiste en degradar el tejido óseo mediante la liberación y reparación del hueso (23).

Histológicamente, el tejido óseo está constituido por diversos tipos de células especializadas y por una matriz extracelular mineralizada. Los osteocitos se alojan en lagunas u osteoblastos ubicados dentro de la matriz ósea; mientras que los osteoclastos corresponden a células gigantes, móviles y de origen pluripotencial que intervienen activamente en los procesos de resorción y remodelación ósea. (24).

C. Tipos de tejido óseo

El tejido óseo se clasifica en dos tipos estructurales principales: hueso compacto o cortical y hueso esponjoso o trabéculado, los cuales se diferencian por su organización histológica, distribución anatómica y función biomecánica dentro del esqueleto. Esta clasificación es fundamental para comprender la respuesta ósea frente a cargas funcionales y procesos quirúrgicos como la colocación de implantes dentales (25).

C.1. Hueso cortical (compacto, haversiano)

Se caracteriza por su alta densidad y organización laminar. Está conformado principalmente por sistemas de Havers y osteonas, que proporcionan gran resistencia mecánica y capacidad de soportar fuerzas masticatorias elevadas. Se encuentra formada la capa externa de la mandíbula, cumpliendo la función estructural de soporte y protección. En implantología oral, su presencia es clave para lograr una buena estabilidad primaria durante la inserción de implantes dentales (21).

C.2. Hueso esponjoso (trabécula)

El hueso esponjoso también llamado trabecular, posee una estructura menos densa, compuesta por una red tridimensional de trabéculas óseas. Esta configuración permite una mejor vascularización, intercambio metabólico y absorción de carga funcional. Se localiza en las porciones internas de los huesos y en la región alveolar de

la mandíbula. Aunque menos denso que el hueso cortical, su elasticidad y capacidad de adaptación favorece los procesos de remodelación ósea tras procedimientos quirúrgicos (21).

2.2.2 Anatomía ósea maxilomandibular

A. Complejo morfoanatómico del maxilar superior y la mandíbula

A.1. Macroanatomía del maxilar

El maxilar es un hueso par que conforma gran parte del esqueleto facial medio. Su forma es piramidal y se compone de un cuerpo central y cuatro extensiones: apófisis alveolar, frontal, cigomático y palatina. Esta estructura brinda soporte a los dientes superiores y participa en la formación de otras regiones anatómicas importantes, como el piso de la órbita, la pared lateral de la cavidad nasal y el paladar duro. En su interior se encuentra el seno maxilar, cavidad neumática de relevancia clínica para procedimientos odontológicos. Su función no se limita a la masticación, sino que también participa en la formación y la configuración estética facial (22).

A.2. Macroanatomía de la mandíbula

La mandíbula presenta el hueso más grande y resistente de la cara y constituye la porción inferior móvil del esqueleto facial. Presenta un cuerpo de forma de una herradura que aloja los dientes inferiores, y dos ramas ascendentes que terminan en los procesos condilar y coronoideo. En la región anterior, las mitades mandibulares se unen en la sínfisis. Su cara lateral contiene el foramen mentoniano, mientras que en la superficie interna se ubican el foramen mandibular y el trayecto del canal mandibular, donde discurre el paquete neurovascular alveolar inferior. Su anatomía proporciona inserciones musculares y tiene gran importancia quirúrgica y protésica (26).

2.2.3 Edentulismo

El edentulismo es definido por la OMS como la pérdida total o parcial de los dientes naturales en una o ambas arcadas dentarias. Esta condición representa uno de los indicadores más importantes de salud bucodental a nivel poblacional, ya que refleja tanto el acceso como la efectividad de los servicios odontológicos preventivos restauradores. Su prevalencia aumenta con la edad y se asocia con deterioro funcional, afectación de la estética facial, alteraciones fonéticas y disminución en la calidad de vida de las personas adultas y adultas mayores (27).

Se origina principalmente por procesos patológicos como la enfermedad periodontal avanzada, caries no tratada, traumatismo, factores iatrogénicos o condiciones sistémicas que afectan el aparato estomatognático. Esta condición representa uno de los indicadores epidemiológicos más relevantes de salud oral, ya que genera cambios significativos en la morfología ósea alveolar, provocando reabsorción progresiva del reborde alveolar, disminución de volumen y alteraciones en la densidad ósea. Esto tiene implicancias directas en la planificación de tratamientos implantológicos, ya que la calidad y cantidad de hueso cortical residual condicionan la selección del tipo, tamaño y ubicación de los implantes dentales (28).

2.2.4 Análisis mediante técnica tomográfica

A. Unidades Hounsfield (UH)

Las Unidades Hounsfield (UH) son una escala cuantitativa empleada en tomografía computarizada para medir la densidad radiológica de los tejidos, basada en la capacidad de atenuación de los rayos X. El agua representa 0 UH, el aire -1000 UH y el hueso cortical supera los 1000 UH (29). En odontología, esta medida permite

determinar la densidad ósea alveolar y predecir la estabilidad primaria del implante, siendo el hueso cortical más denso (850–1250 UH) y el hueso trabecular menos denso (150–650 UH) (30).

B. Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT)

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha convertido en una herramienta fundamental para el diagnóstico odontológico moderno, especialmente en la planificación de tratamientos implantológicos. Esta tecnología utiliza un haz cónico de rayos X que, junto con un detector plano, gira alrededor del paciente y capta un volumen tridimensional completo en una sola rotación. A diferencia de la tomografía médica convencional (TCMD), la CBCT requiere una dosis de radiación considerablemente menor, estimándose entre 10 y 20 veces menos según el campo de visión empleado (31,32).

Su principal ventaja radica en la alta resolución espacial que permite obtener imágenes detalladas de las estructuras maxilofaciales con mínima distorsión, lo que facilita la evaluación precisa de la altura ósea, el grosor cortical y la densidad del hueso alveolar. Además, posibilita identificar con claridad estructuras anatómicas críticas, como el conducto mandibular o los senos maxilares, contribuyendo a una planificación quirúrgica más segura y personalizada (33,34).

En la práctica clínica, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ofrece una excelente relación entre calidad diagnóstica y seguridad radiológica. Diversas investigaciones han demostrado que la CBCT proporciona imágenes tridimensionales con una dosis de radiación significativamente menor que la tomografía computarizada médica (TCMD), especialmente cuando se emplean protocolos con campo de visión reducido. Un estudio reciente reportó que la dosis efectiva promedio de la CBCT fue

aproximadamente un 28 % menor que la de la TCMD, manteniendo una precisión comparable para la evaluación ósea y la planificación implantológica (35). Estas características han posicionado a la CBCT como una alternativa confiable y segura en la valoración de la densidad ósea mandibular antes de la colocación de implantes dentales.

C. Tomografía computarizada médica multidetector (TCMD)

La Tomografía Computarizada Médica (TCMD), también conocida como Tomografía Computarizada Multidetector (TCMD), es un método diagnóstico que obtiene imágenes axiales mediante rayos X en forma de abanico y múltiples detectores rotativos, lo que proporciona valores precisos y confiables para medir la densidad mineral ósea (DMO) en estructuras óseas, especialmente en odontología para la planificación de implantes dentales y ortodoncia (36).

D. Características Técnicas y Aplicaciones

La TCMD produce imágenes tridimensionales con unidades Hounsfield (UH) que permiten cuantificar los cambios relativos en la densidad ósea de forma precisa. Es considerado el estándar de oro para evaluar la DMO, dado que entrega resultados sensibles a pequeñas variaciones en la mineralización ósea. Sin embargo, su principal desventaja es la mayor dosis de radiación al paciente comparado con otras técnicas odontológicas, además del elevado costo y complejidad técnica (36,37).

E. Comparación con la Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT)

A pesar de la precisión de la TCMD, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ha ganado popularidad por su menor costo, menor radiación y alta resolución espacial, aunque presenta limitaciones en términos de ruido y contraste en la imagen.

Estudios comparativos han demostrado una alta correlación entre las mediciones de densidad ósea en TCMD y CBCT, con diferencias menores al 10% en tejidos óseos densos, lo que reafirma la validez clínica de la CBCT como una alternativa válida para la evaluación densitométrica en odontología. (37,38).

F. Conclusiones y Limitaciones

La TCMD sigue siendo la técnica preferida para la cuantificación de la densidad mineral ósea debido a su precisión y reproducibilidad, a pesar de sus limitaciones en cuanto a dosis radiológica y accesibilidad. La CBCT, si bien presenta ciertas limitaciones técnicas y artefactos, ofrece una opción confiable en contextos clínicos odontológicos, especialmente con los avances en procesamiento de imágenes y aprendizaje profundo que mejoran su precisión (39).

2.2.5 Densidad ósea

A. Densidad ósea mandibular

La densidad ósea mandibular constituye un indicador esencial en la planificación implantológica y en la evaluación del pronóstico óseo local. Su medición busca determinar la cantidad de tejido mineralizado en la región alveolar y su capacidad de soporte frente a las fuerzas masticatorias o la inserción de un implante. El desarrollo de tecnologías como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ha permitido estimar la densidad ósea con precisión suficiente para uso clínico, ofreciendo imágenes tridimensionales de alta resolución y con una dosis de radiación significativamente menor que la tomografía médica convencional (40).

El estudio de Katsumata et al. evaluó la densidad mineral ósea (BMD) del hueso alveolar mandibular mediante radiografías intraorales y CBCT, en 34 adultos. En ello,

evidenciaron que el hueso trabecular tiene un papel determinante en la densidad total del hueso alveolar y que las variaciones anatómicas influyen en los valores medidos. Además, se observó que la cortical delgada y el mayor componente medular del hueso alveolar explican su menor densidad en comparación con otros huesos largos, lo cual resulta relevante para la estabilidad de los implantes en zonas molares (41).

En la práctica clínica, la evaluación de la densidad ósea mandibular mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha consolidado como una herramienta fundamental en la planificación de implantes dentales. Esta evaluación posibilita la selección adecuada del tipo de implante, la determinación del torque de inserción y la anticipación de la necesidad de procedimientos adicionales, como la regeneración ósea. La medición sistemática de la densidad en zonas edéntulas, particularmente en la región de los molares mandibulares, es esencial para optimizar el éxito implantológico, ya que estos valores densitométricos se correlacionan significativamente con la estabilidad primaria del implante y con la predicción de su supervivencia a largo plazo (42,43).

B. Clasificación de los tipos de hueso según densidad

La calidad ósea desempeña un papel determinante en la estabilidad primaria de los implantes dentales y en el éxito de su osteointegración. A lo largo del tiempo, diferentes autores han intentado clasificar el hueso alveolar según su estructura, resistencia y comportamiento clínico durante la cirugía. Las tres clasificaciones más utilizadas son las propuestas por Lekholm y Zarb (44), Norton y Gamble (45) y Misch (46), las cuales, aunque comparten una base común, se diferencian por el enfoque clínico, radiológico y táctil con que abordan la valoración de la densidad ósea.

Según Lekholm y Zarb (44), el hueso alveolar puede dividirse en cuatro tipos de acuerdo con la proporción de tejido cortical y trabecular:

Tipo I: formado casi exclusivamente por hueso cortical compacto y homogéneo. Su elevada densidad lo hacía considerado el ideal en los inicios de la implantología, aunque hoy se reconoce que su escasa vascularización puede comprometer la osteointegración.

Tipo II: presenta una capa cortical gruesa que rodea un hueso trabecular denso y bien organizado. Ofrece la mejor combinación entre resistencia y capacidad de remodelación, siendo el tipo de hueso más favorable para la estabilidad de los implantes.

Tipo III: se caracteriza por una cortical más delgada y un tejido esponjoso menos denso. Proporciona una estabilidad inicial moderada y exige técnicas quirúrgicas más controladas.

Tipo IV: muestra una cortical fina y un hueso trabecular laxo, con abundantes espacios medulares. Es el menos resistente y el que mayor riesgo presenta de fracaso implantario, especialmente en las regiones posteriores del maxilar superior.

Posteriormente, Norton y Gamble (45), propusieron una aproximación cuantitativa a esta clasificación mediante el uso de tomografía computarizada médica (TCMD). Estos autores correlacionaron los tipos óseos con los valores de unidades Hounsfield (UH), lo que permitió objetivar la densidad ósea de forma preoperatoria. Su escala mantuvo la correspondencia conceptual con la de Lekholm y Zarb, pero añadió un soporte radiológico reproducible, de modo que el análisis de densidad pudiera realizarse antes de la cirugía sin depender exclusivamente de la apreciación visual o del tacto quirúrgico.

B.1. Clasificación de Misch

Más tarde, Misch (46), propuso una clasificación complementaria (D1–D4) basada en la resistencia mecánica y la sensación táctil durante la osteotomía. En lugar de utilizar valores numéricos, Misch se centró en la percepción del operador frente al grado de dureza del hueso, estableciendo una relación directa entre la fuerza de fresado, la compactación del tejido y la estabilidad primaria del implante. De acuerdo con este autor, los huesos D1 y D2 presentan una alta densidad cortical y son más favorables para la osteointegración, mientras que los tipos D3 y D4 corresponden a huesos menos densos que requieren protocolos quirúrgicos más conservadores y tiempos de integración prolongados.

En la actualidad, las tres clasificaciones se consideran complementarias. La de Lekholm y Zarb describe la morfología histológica; la de Norton y Gamble permite estimar de forma radiológica la densidad ósea mediante UH; y la de Misch aporta un criterio clínico táctil aplicable durante la cirugía. La integración de estas escalas proporciona una visión más completa de la calidad ósea, orientando la elección del tipo de implante, el torque de inserción y las estrategias quirúrgicas individualizadas para cada paciente.

2.3 Formulación de hipótesis

En el presente estudio no se formulará hipótesis, debido a que la investigación tiene un enfoque descriptivo y no experimental, cuyo propósito es determinar y caracterizar la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).

Según Corno y Fonseca, las hipótesis se plantean únicamente en investigaciones de tipo explicativo o correlacional, donde se busca establecer relaciones causales o de asociación entre variables. En cambio, los estudios descriptivos se limitan a observar, medir y detallar las características de un fenómeno sin manipular variables ni contrastar proposiciones teóricas (47).

Por tanto, este trabajo se centrará en describir los valores de densidad ósea mandibular según sexo, zona anatómica y lateralidad, sin pretender comprobar una relación o diferencia estadísticamente significativa entre ellas. En este contexto, la información obtenida servirá como base diagnóstica y científica para futuras investigaciones con diseños analíticos o experimentales orientados a la planificación implantológica.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Método de la investigación

El estudio empleó el método deductivo, ya que partió de fundamentos teóricos y científicos previos sobre densidad ósea mandibular, calidad ósea e implantología oral, para aplicarlos al análisis de una realidad específica observada en tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT). A partir de estos referentes conceptuales, se procedió a describir y comparar los valores de densidad ósea en las distintas zonas anatómicas evaluadas, así como según sexo y lateralidad mandibular.

Este método que se usó, resultó pertinente porque permitió orientar la investigación desde conocimientos generales ya establecidos hacia la caracterización particular de la densidad ósea mandibular en la muestra estudiada, sin manipulación de variables y dentro de un enfoque cuantitativo, retrospectivo y observacional (48).

3.2 Enfoque de la investigación

El presente estudio adoptó un enfoque cuantitativo, ya que se buscó medir y analizar de forma objetiva los valores de la densidad ósea mandibular en pacientes adultos mediante la tomografía de haz cónico (CBCT). Ya que el enfoque permite obtener datos numéricos expresados en Unidades de Hounsfield (UH), los cuales pueden ser analizados estadísticamente para describir tendencias y establecer comparaciones entre grupos de sexo y lateralidad (49).

3.3 Tipo de investigación

El estudio se clasificó como investigación aplicada, ya que la información obtenida a partir de las tomografías computarizadas tuvo un propósito directamente vinculado con la práctica clínica. Aunque las imágenes no fueron generadas por el investigador, sino recuperadas del archivo radiológico de la institución, su análisis permitió reconocer patrones de densidad ósea del sector molar edéntulo que fueron relevantes para la planificación de implantes dentales.

En este sentido, la investigación no buscó producir teoría nueva ni desarrollar modelos conceptuales abstractos, sino utilizar datos reales para responder a una necesidad concreta del campo odontológico: comprender las variaciones anatómicas que influyen en la estabilidad primaria y en la selección del implante adecuado. Por ello, los hallazgos tuvieron una aplicación inmediata en la toma de decisiones clínicas, lo que ubica al estudio dentro del enfoque aplicado (50)

3.4 Diseño de la investigación

3.4.1. Corte

La investigación fue de corte transversal y retrospectivo, porque la información se obtuvo en un único momento de análisis a partir de tomografías previamente registradas durante el año 2025, sin seguimiento longitudinal de los casos (51).

3.4.2. Nivel

El estudio fue de nivel descriptivo-comparativo. Fue descriptivo porque permitió caracterizar la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel

de molares; y comparativo porque contrastó los valores obtenidos según sexo, zonas anatómicas y lateralidad mandibular (51).

3.5 Población, muestra y muestreo

3.5.1 Población

La población se define como el conjunto total de individuos, elementos u objetos que poseen una o más características comunes y sobre los cuales se pretende generalizar los resultados del estudio (49).

La población estuvo constituida por 245 tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) mandibulares de pacientes de ambos sexos, con edades comprendidas entre 40 y 50 años, realizadas en la Clínica Dental Sara Flores, durante el año 2025.

Criterios de inclusión

- Pacientes adultos entre 40 y 50 años, hombres y mujeres, que contaban con la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) en la zona maxilofacial.
- Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) mandibular con buena calidad diagnóstica.
- Presencia de por lo menos un sector posterior de la mandíbula edéntulo, correspondiente a Clase II o Clase III, considerado zona candidata para implante.
- Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) que abarque la zona de molares.
- Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) de ambos sexos.

Criterios de exclusión

- Pacientes que presenten enfermedades óseas de origen metabólico o sistémico que modifique la densidad ósea (osteoporosis severa, neoplasias óseas, quistes, trauma, osteomielitis).
- Pacientes con historial de intervenciones quirúrgicas previas en la región a examinar.
- Tomografías con presencia de artefactos que dificulten una correcta medición.
- Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) que no pertenezca al centro radiológico para dicho estudio

3.5.2 Muestra

La muestra se define como un subconjunto representativo de la población que se selecciona con el propósito de obtener información que permita inferir conclusiones válidas sobre el total de la población (49).

La muestra se conformó por 150 tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT), provenientes en la Clínica Dental Sara Flores, durante el año 2025.

El tamaño muestral se determinó aplicando la fórmula de población finita:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

$$n = \frac{245 \times 1.96^2 \times 0.50 \times 0.50}{0.05^2 \times (245 - 1) + 1.96^2 \times 0.50 \times 0.50}$$

$$n = 150$$

Donde:

- $N = 245$
- $Z = \text{Nivel de confianza (95\%)} = 1.96$
- $p = \text{Proporción esperada (50\%)} = 0.50$
- $q = 1 - p = 0.50$
- $d = \text{error muestral (5\%)} = 0.05$

3.5.3 Muestreo

El muestreo probabilístico aleatorio simple se define como aquel procedimiento en el que todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad conocida y distinta de cero de ser seleccionados para formar parte de la muestra (52). En este caso se aplicó este tipo de muestreo.

3.6 Variables y operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
Densidad ósea mandibular	Propiedad física del tejido óseo que expresa la cantidad de masa mineral por unidad de volumen, relacionada con la resistencia y calidad ósea para la colocación de implantes dentales (44,53).	Valor numérico obtenido en Unidades Hounsfield (UH) mediante tomografía computarizada Cone Beam (CBCT), medido en el sector molar edéntulo mandibular utilizando un ROI estandarizado en cortes tomográficos.	Densidad ósea alveolar global	Media de UH obtenida mediante ROI amplio que incluye el hueso cortical y el hueso trabecular del sector molar edéntulo mandibular	Cuantitativa continua	D1: >1250 UH D2: 850–1250 UH D3: 350–850 UH D4: 150–350 UH D5: <150 UH
			Densidad ósea del reborde alveolar	Valor UH en zona del reborde alveolar		
			Densidad ósea cortical vestibular	Valor UH en cortical vestibular		
			Densidad ósea cortical lingual	Valor UH en cortical lingual		
			Densidad ósea trabecular	Valor UH en hueso trabecular		
Sexo	Característica biológica que diferencia a los individuos en masculino y femenino (54).	Sexo biológico registrado en la historia clínica del paciente evaluado mediante CBCT.	—	Sexo del paciente	Cualitativa nominal dicotómica	1: Masculino 2: Femenino
Lateralidad mandibular	Ubicación anatómica del sector mandibular evaluado respecto al plano medio sagital (55).	Lado de la mandíbula donde se realizó la medición de densidad ósea en el sector molar edéntulo.	—	Lado mandibular	Cualitativa nominal dicotómica	1: Derecho 2: Izquierdo

Nota. La clasificación de la densidad ósea se realizó según la clasificación de Misch (D1–D5), basada en rangos de Unidades Hounsfield

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1 Técnica

Para la obtención de los datos se empleó la técnica de observación documental, la cual permitió analizar información ya existente en los registros radiológicos generados mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) (53). Esta técnica se aplicó de manera sistemática sobre las imágenes almacenadas en el archivo digital del centro de diagnóstico por imágenes, con el fin de extraer los valores de densidad ósea mandibular expresados en Unidades Hounsfield (UH).

La observación se realizó directamente sobre cada CBCT, identificando el sector molar edéntulo y delimitando las zonas anatómicas establecidas en la operacionalización del estudio: reborde alveolar, cortical vestibular, cortical lingual y trabecular. Cada una de estas zonas fue evaluada mediante la selección de un área de interés o región de interés (ROI) estandarizada, lo que permitió obtener mediciones homogéneas y comparables entre los diferentes casos.

Asimismo, la técnica de observación documental facilitó registrar variables de clasificación, como el sexo y la lateralidad mandibular, según la información consignada en el registro radiológico. Al tratarse de un estudio retrospectivo, esta técnica constituyó el procedimiento más adecuado para recolectar datos objetivos, cuantificables y confiables a partir de fuentes secundarias ya existentes.

3.7.2 Descripción de instrumentos

Para la recolección de los datos se empleó una ficha de registro estructurada, diseñada específicamente en función de las variables, dimensiones e indicadores

definidos en la matriz de operacionalización. Este instrumento permitió consignar de manera estandarizada toda la información necesaria para responder los objetivos de la investigación.

La ficha se organizó en cuatro secciones. La primera incluyó los datos generales del paciente, registrándose la edad y el sexo, de acuerdo con la variable de clasificación correspondiente. La segunda sección estuvo orientada a la variable principal “densidad ósea mandibular”, donde se anotarán los valores obtenidos en Unidades Hounsfield (UH) en cada una de las zonas anatómicas del sector molar edéntulo: reborde alveolar, cortical vestibular, cortical lingual y trabecular. Estas mediciones se obtuvieron directamente de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), utilizando un ROI estandarizado para asegurar la uniformidad en los registros y la comparabilidad entre los casos.

La tercera sección del instrumento permitió consignar la clasificación valorativa de la densidad ósea según la escala de Misch (D1–D5), que se determinó en función del promedio de UH obtenido en cada paciente. Esta clasificación facilitó la categorización de la calidad ósea del sector edéntulo mediante rangos internacionalmente reconocidos en implantología.

Y, la cuarta sección estuvo destinada a registrar la lateralidad mandibular, identificando si el sector molar edéntulo corresponde al lado derecho o izquierdo, tal como se establece en la variable de clasificación respectiva.

3.7.3 Validación

Antes de la aplicación de la ficha de recolección de datos, se realizó un proceso de validación por juicio de expertos, con la finalidad de garantizar que el instrumento evaluara de manera adecuada, clara y pertinente las variables de estudio relacionadas

con la densidad ósea mandibular medida mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Este procedimiento permitió asegurar que los ítems incluidos fueran comprensibles, coherentes y suficientes para la obtención de información válida.

Para dicho proceso, se contó con la participación de tres expertos con experiencia en áreas directamente vinculadas a la investigación un cirujano dentista, un especialista en Radiología – DS. Esp. Jorge Mezzich Gálvez y especialista en Rehabilitación oral – Dra. Esp. Sara Angelica, Morante Maturana y Cirujano Dentista – CD. Uchuya Martínez, Yvan. Cada experto evaluó la ficha considerando criterios de claridad, pertinencia, coherencia interna y suficiencia, empleando una matriz de valoración tipo Likert.

Sus observaciones incluyeron sugerencias menores, como precisar términos antropométricos y mejorar el formato de registro, lo que permitió ajustes puntuales para elevar la usabilidad. Como resultado, la ficha obtuvo un índice de validación de contenido (IVC) superior al 90% calculado como el promedio de calificaciones por ítem, considerando aceptable >80% confirmando su validez de contenido y asegurando la confiabilidad de los datos para el análisis estadístico. Este procedimiento no solo fortaleció la rigurosidad metodológica, sino que también minimizó errores de medición, (54) (Anexo 3).

3.7.4 Confiabilidad

La confiabilidad del instrumento de recolección de datos se evaluó considerando que la ficha permitió registrar variables cuantitativas continuas, correspondientes a valores de densidad ósea expresados en Unidades Hounsfield (UH), obtenidos a partir de tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT). En este tipo de mediciones radiográficas, la confiabilidad resulta fundamental para garantizar la consistencia,

estabilidad y reproducibilidad de los registros, minimizando el sesgo asociado al observador. Por ello, se empleó el Coeficiente de Correlación Intraclass (ICC), método recomendado para evaluar la concordancia de mediciones continuas realizadas en más de una ocasión sobre los mismos sujetos (55).

El proceso de medición se aseguró mediante un procedimiento de calibración intraobservador, con la participación de un especialista en radiología oral y maxilofacial, con la finalidad de estandarizar los criterios de observación y medición de la densidad ósea mandibular en las imágenes CBCT.

El proceso de calibración se desarrolló en cuatro fases:

Fase 1. Revisión teórica y estandarización de criterios.

Se revisaron los fundamentos teóricos relacionados con la densidad ósea mandibular, las zonas anatómicas de evaluación y el procedimiento para la selección del ROI en imágenes CBCT. En esta etapa se uniformizaron los criterios para identificar el sector molar edéntulo y las estructuras óseas a medir.

Fase 2. Entrenamiento práctico.

El investigador realizó sesiones de entrenamiento junto con el especialista en radiología oral y maxilofacial, evaluando imágenes CBCT de forma guiada, con el propósito de homogenizar la ubicación de los puntos de medición y la delimitación correcta de las zonas anatómicas establecidas en la investigación.

Fase 3. Prueba piloto.

Se seleccionaron 20 tomografías CBCT que no formaron parte de la muestra final. Estas imágenes fueron utilizadas para aplicar la ficha de recolección de datos y verificar

la claridad de los criterios, la reproducibilidad de las mediciones y la correcta aplicación del procedimiento establecido.

Fase 4. Reevaluación intraobservador.

Luego de siete días, el investigador volvió a realizar las mediciones sobre las mismas 20 tomografías, manteniendo las mismas condiciones de observación. Posteriormente, se compararon ambos registros para determinar la estabilidad de las mediciones.

Los resultados mostraron valores de ICC entre 0.98 y 0.99 para todas las zonas anatómicas evaluadas, con intervalos de confianza al 95% estrechos y valores de $p < 0.001$, lo que indicó una confiabilidad excelente del instrumento. Estos hallazgos evidenciaron que la ficha de recolección de datos presentó un alto grado de concordancia intraobservador, confirmando que las mediciones de densidad ósea mandibular fueron precisas, estables y reproducibles, por lo que el instrumento resultó adecuado para su aplicación en la muestra total del estudio (Anexo 4).

3.8 Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de la información se dividió en dos etapas claras. En la primera, los datos recolectados mediante la ficha específica se registraron y organizaron en Microsoft Excel versión 2019. Allí realizamos una depuración exhaustiva: identificamos y corregimos errores de digitación, valores atípicos inconsistentes y registros incompletos, asegurando así la calidad y consistencia de la base de datos antes del análisis estadístico.

Luego, se exportó la base depurada a IBM SPSS Statistics versión 27 para el análisis estadístico que respondiera a los objetivos del estudio. Dado el enfoque

descriptivo-comparativo, se priorizó la estadística descriptiva. Para variables cuantitativas como la densidad ósea mandibular en Unidades Hounsfield (UH), calculando medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar, mínimos y máximos), tanto globalmente como por zonas anatómicas, sexo y lateralidad.

Las variables categóricas, como sexo y lateralidad mandibular, se resumieron en frecuencias absolutas y porcentajes, caracterizando así a la población estudiada. Además, se utilizaron gráficos tipo boxplot para visualizar la distribución de los datos, su variabilidad y posibles valores extremos. Este enfoque permitió una interpretación clara y estructurada de los resultados, lista para el análisis y discusión posteriores.

3.9 Aspectos éticos

El equipo investigador desarrolló el estudio bajo los principios éticos que rigen la investigación con seres humanos, particularmente los de la Declaración de Helsinki. Como utilizaron tomografías ya existentes, no requirieron intervención directa en pacientes. Antes de acceder a los archivos, gestionaron la autorización formal de la institución responsable del almacenamiento de las imágenes. Para proteger la identidad de los pacientes, no registraron información personal en las bases de datos. Cada caso se identificó con un código alfanumérico, garantizando confidencialidad y anonimato en todo el proceso. El manejo de las imágenes quedó restringido al investigador principal, quien las conservó en un entorno seguro, sin acceso no autorizado.

Este estudio no generó riesgos adicionales, ya que evitó exposiciones radiográficas nuevas o procedimientos clínicos. Además, el investigador mantuvo una conducta ética responsable: evitó conflictos de interés, respetó la autoría intelectual y aseguró la integridad en el tratamiento y presentación de los resultados.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados

Tabla 1. Media global de la densidad ósea alveolar mandibular en el sector molar edéntulo evaluado mediante CBCT, 2025.

	N	Media	DE	Mín.	Máx.
Promedio UH	150	829.6067	110.4553	569.75	1075.5

La media global de la densidad ósea alveolar mandibular en el sector molar edéntulo fue de 829,61 UH (DE = 110,46), con valores que oscilaron entre 569,75 UH y 1075,5 UH.

Tabla 2. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.

Tipo de hueso (Misch)	n	%
D2	64	42.7
D3	86	57.3
Total	150	100

Nota. La clasificación de la densidad ósea se realizó según la clasificación de Misch (D1–D5), basada en rangos de Unidades Hounsfield (UH), obtenidos mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).

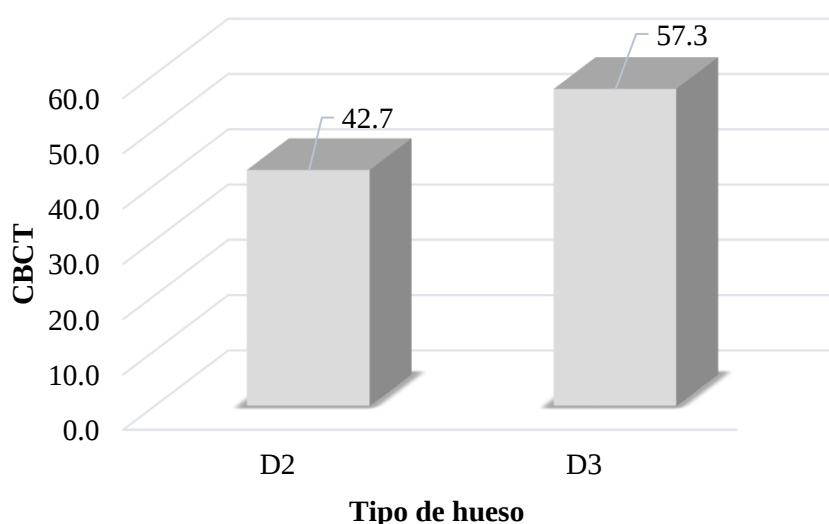


Figura 1. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.

La figura 1 muestra la distribución de la densidad ósea mandibular según la clasificación de Misch en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares. Se observó que el tipo de hueso D3 fue el más frecuente, representando el 57% de los casos evaluados, seguido del tipo D2, con un 43%. No se identificaron casos correspondientes a los tipos D1, D4 o D5.

Estos resultados indican que la mayoría de los pacientes presentó una densidad ósea intermedia, característica de los tipos D2 y D3, lo cual resulta favorable para la planificación de implantes dentales, dado que estos tipos óseos suelen asociarse con una adecuada estabilidad primaria y un pronóstico clínico favorable. La ausencia de densidades extremas indica una distribución relativamente homogénea de la calidad ósea en el sector molar edéntulo mandibular evaluado.

Tabla 3. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según sexo, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.

Zona anatómica	Sexo	n	Media (UH)	DE	Mín.	Máx.
Reborde alveolar	Masculino	89	717.8	192.17	403	1093
	Femenino	61	772	193.43	414	1094
Cortical vestibular	Masculino	89	1001.98	225.41	604	1383
	Femenino	61	958.23	221.84	601	1389
Cortical lingual	Masculino	89	1071.53	228.35	657	1430
	Femenino	61	1021.59	247.66	650	1443
Trabecular	Masculino	89	542.34	150.84	308	798
	Femenino	61	544.41	148.95	305	796

Nota. Los valores corresponden a densidad ósea expresada en Unidades Hounsfield (UH), obtenidas mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) en el sector molar edéntulo mandibular. DE = desviación estándar.

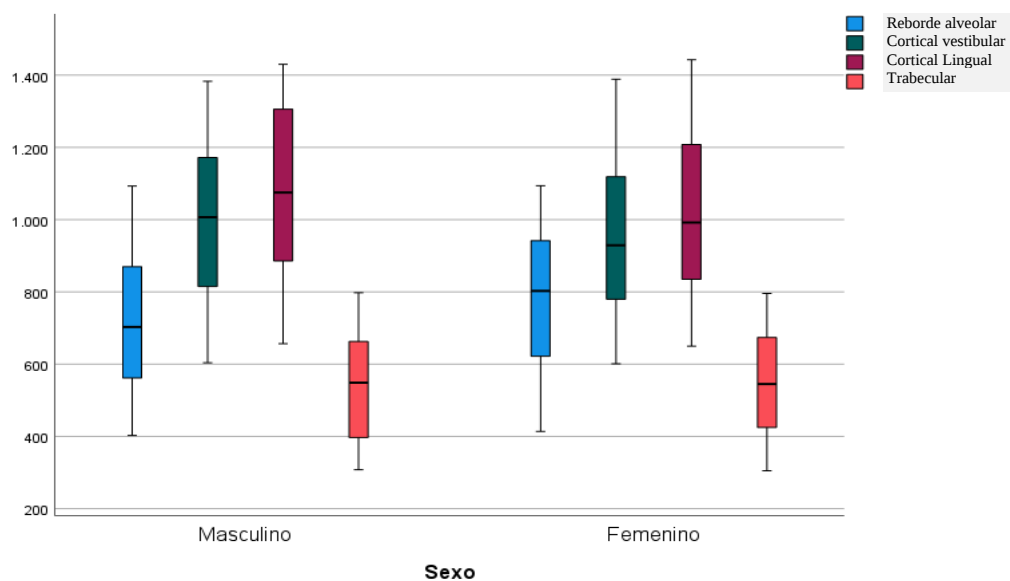


Figura 2. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según sexo, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.

La tabla 3, se presentan los valores descriptivos de la densidad ósea mandibular evaluada en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares mediante CBCT.

Se observó que en la zona cortical lingual presentó la mayor densidad ósea promedio (1071.53 UH), seguida de la cortical vestibular (1001.98 UH) en el sexo masculino. Por el contrario, el reborde alveolar (772 UH) y el hueso trabecular (544.41 UH) presentan una ligera mayor densidad ósea en el sexo femenino.

La figura 2, la amplitud de los valores mínimos y máximos registrados pone de manifiesto la heterogeneidad de la calidad ósea en el sector molar edéntulo, aspecto de relevancia clínica para la planificación individualizada de implantes dentales, especialmente en la selección del tipo de implante y la estrategia quirúrgica.

Tabla 4. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según zonas anatómicas, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.

Zona anatómica	n	Media (UH)	DE	Mín.	Máx.
Reborde alveolar	150	739.84	193.88	403	1094
Cortical vestibular	150	984.19	224.25	601	1389
Cortical lingual	150	1051.22	236.85	650	1443
Trabecular	150	543.18	149.58	305	798

Nota. UH = Unidades Hounsfield; DE = desviación estándar. Los valores fueron obtenidos mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) en el sector molar edéntulo mandibular.

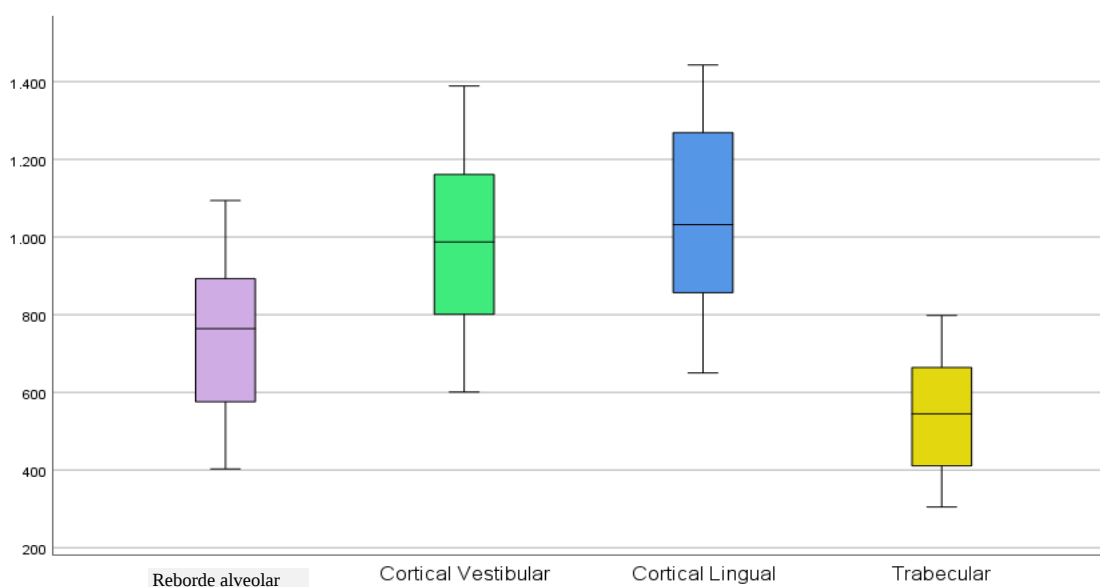


Figura 3. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según zonas anatómicas, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.

En la Tabla 4 se presentan los valores descriptivos de la densidad ósea mandibular evaluada en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares mediante CBCT. Se observó que la zona cortical lingual presentó la mayor densidad ósea promedio (1051.22 UH), seguida de la cortical vestibular (984.19 UH), lo que evidencia un predominio de tejido óseo cortical en el sector mandibular evaluado. Por el contrario, el hueso trabecular mostró los valores más bajos de densidad (543.18 UH), reflejando su menor grado de mineralización en comparación con las estructuras corticales.

Tabla 5. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según lateralidad mandibular, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.

Zona anatómica	Lado mandibular	n	Media (UH)	DE	Mín.	Máx.
Reborde alveolar	Derecho	73	711.03	195.8	403	1093
	Izquierdo	77	767.16	189.27	403	1094
Cortical vestibular	Derecho	73	952.12	219.88	601	1355
	Izquierdo	77	1014.58	225.54	604	1389
Cortical lingual	Derecho	73	1046.18	237.87	673	1421
	Izquierdo	77	1056	237.34	650	1443
Trabecular	Derecho	73	551.01	153.96	305	794
	Izquierdo	77	535.75	145.91	314	798

Nota. Los valores se expresan en Unidades Hounsfield (UH). DE = desviación estándar. Evaluación realizada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).

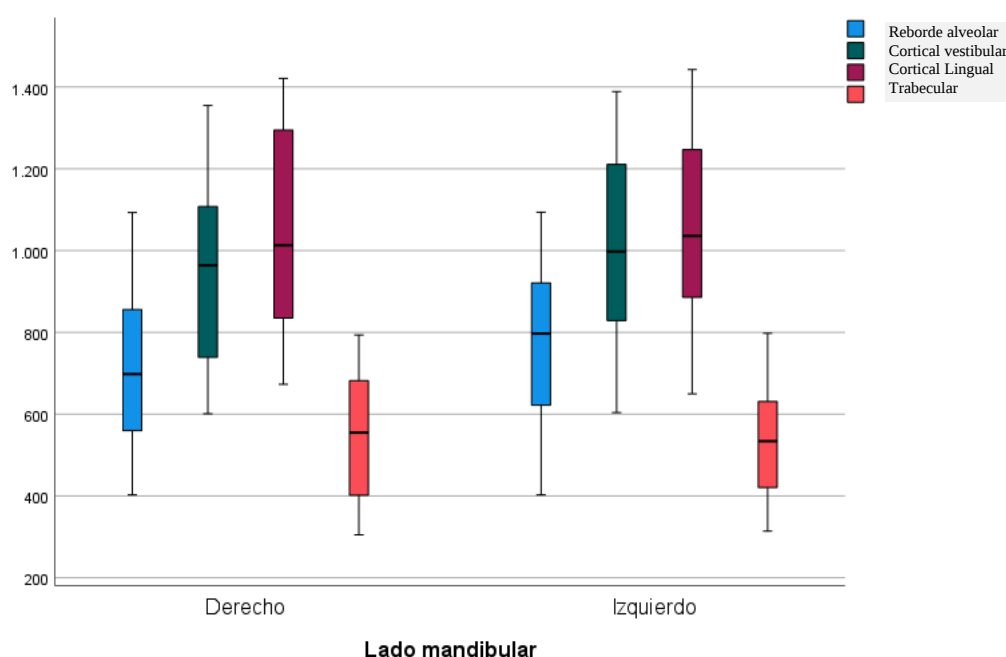


Figura 4. Densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según lateralidad mandibular, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), 2025.

En la Tabla 5 se observa la densidad ósea mandibular según lateralidad. El lado izquierdo presentó valores promedio mayores en la zona del reborde alveolar (767.16 vs 711.03 UH) y cortical vestibular (1014.58 vs 952.12 UH), así como un promedio general superior (843.37 vs 815.09 UH) en comparación con el lado derecho. En la cortical lingual, los promedios fueron similares entre ambos lados, mientras que en el hueso trabecular se evidenció una ligera mayor densidad en el lado derecho (551.01 vs 535.75 UH).

4.2 Discusión de resultados

En el presente estudio se evidenció que el promedio global de la densidad ósea alveolar mandibular en el sector molar edéntulo fue de 829,61 UH (DE = 110,46). La densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares se distribuyó predominantemente entre los tipos D3 (57,3%) y D2 (42,7%), según la clasificación de Misch, sin identificarse densidades extremas correspondientes a los tipos D1, D4 o D5. Estos hallazgos indican una densidad ósea intermedia predominante, considerada clínicamente favorable para la colocación de implantes dentales, al asociarse con una adecuada estabilidad primaria. Estos resultados fueron concordantes con lo reportado por Bottega et al. (13), quienes encontraron que aproximadamente el 50 % de las áreas mandibulares evaluadas correspondieron a hueso tipo III, con valores promedio cercanos a 1709 ± 146 UH, destacando la importancia de la evaluación previa de la densidad ósea para optimizar la planificación implantológica. De manera similar, Sosa (20) reportó que la mandíbula posterior presentó mayor frecuencia de hueso tipo D3 (74,1%), lo que respalda la tendencia observada en el presente estudio en sectores molares mandibulares. Asimismo, los resultados guardaron relación con lo descrito por Morar et al. (15), quienes señalaron que la densidad ósea mandibular es significativamente mayor que la maxilar y varía según la región anatómica, enfatizando que la evaluación tomográfica en UH permite individualizar el protocolo quirúrgico. En el contexto nacional, Manrique (18) también identificó una elevada proporción de densidades altas y medias según la clasificación de Misch, aunque con mayor predominio del grado I (>1250 UH), diferencia que podría explicarse por variaciones poblacionales, etarias y por la inclusión de zonas maxilares y mandibulares en su análisis.

Cabe precisar que la muestra estuvo conformada por pacientes dentro de un rango etario específico (40–50 años), lo que permitió homogenizar las características biológicas del grupo evaluado. Sin embargo, la literatura reporta que la densidad ósea tiende a modificarse con el avance de la edad, especialmente en etapas posteriores de la vida. Por ello, la edad constituye un parámetro clínico que debe considerarse en la planificación implantológica, aunque en el presente estudio no fue analizada como variable comparativa.

Desde el punto de vista clínico, la predominancia de hueso tipo D2 y D3 observada en esta investigación sugiere un escenario favorable para la planificación de implantes dentales, permitiendo prever una adecuada estabilidad primaria y una menor necesidad de modificaciones en el protocolo quirúrgico, lo cual coincide con las recomendaciones implantológicas actuales.

Respecto al análisis por sexo, el estudio mostró que el sexo masculino presentó valores promedio mayores de densidad ósea en las zonas cortical vestibular y cortical lingual, así como en el promedio general mandibular (833,41 UH), mientras que el sexo femenino presentó valores ligeramente inferiores (824,06 UH). No obstante, en el hueso trabecular los valores fueron similares entre ambos grupos. Estos hallazgos fueron parcialmente concordantes con los reportados por Cárdenas et al. (11), quienes identificaron valores más elevados de densidad ósea cortical en hombres, especialmente en la cortical vestibular, alcanzando hasta 1373,5 UH, y diferencias estadísticamente significativas entre sexos ($p \leq 0,05$). De igual manera, Machco (16) observó valores ligeramente mayores de densidad ósea y espesor cortical en varones (647,37 HU) en comparación con mujeres (644,37 HU), aunque sin diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$), situación similar a la observada en la presente investigación.

En contraste, Torres (17) y Sosa (20) no encontraron diferencias significativas por sexo, aunque señalaron que ciertas regiones específicas presentaron valores más elevados en uno u otro grupo, lo que sugiere que las diferencias de densidad ósea según sexo podrían estar influenciadas por factores anatómicos regionales más que por el sexo en sí. Asimismo, Reynoso (19) reportó una mayor afectación cortical en mujeres asociada al riesgo de osteoporosis, lo cual podría explicar los valores ligeramente menores observados en el sexo femenino en el presente estudio.

Desde una perspectiva clínica, estos resultados indican que, si bien el sexo masculino tiende a presentar densidades corticales ligeramente superiores, la planificación implantológica no debería basarse exclusivamente en el sexo, sino en una evaluación tomográfica individualizada que considere las características óseas específicas de cada paciente (11,16,19).

El análisis por zonas anatómicas reveló que la mayor densidad ósea se presentó en la cortical lingual (1051,22 UH), seguida de la cortical vestibular (984,19 UH), mientras que el hueso trabecular mostró los valores más bajos (543,18 UH). Esta distribución evidencia un claro predominio del tejido cortical en el sector molar mandibular. Estos resultados coincidieron con los hallazgos de Cárdenas et al. (11), quienes reportaron diferencias significativas entre regiones anatómicas ($p \leq 0,05$), con valores más altos en las corticales respecto al hueso medular. De manera similar, Morar et al. (15) encontraron que las corticales mandibulares presentaron densidades significativamente mayores que el hueso trabecular, especialmente en regiones molares e incisivas. Asimismo, Ataman et al. (14) observaron que los valores de densidad ósea fueron mayores en las zonas coronales y corticales en comparación con las áreas candidatas a implantes, registrando valores promedio de $692,25 \pm 238,25$ UH en primeros premolares

edéntulos, lo que respalda la variabilidad anatómica observada en el presente estudio. En el ámbito nacional, Torres (17) y Sosa (20) también reportaron mayores densidades en zonas anteriores y corticales, con disminución progresiva hacia regiones posteriores y trabeculares.

Las implicancias clínicas de este hallazgo radican en que la variabilidad anatómica de la densidad ósea debe ser considerada al seleccionar el sitio de inserción del implante y el protocolo de fresado, a fin de optimizar la estabilidad primaria y reducir el riesgo de fracaso.

En relación con la lateralidad mandibular, el estudio evidenció que el lado izquierdo presentó valores promedio mayores en la zona del reborde alveolar y cortical vestibular, así como un promedio general superior (843,37 UH), mientras que el lado derecho mostró valores ligeramente mayores en el hueso trabecular. No obstante, las diferencias observadas fueron moderadas. Estos resultados fueron concordantes con lo señalado por Ataman et al. (14), quienes identificaron variaciones laterales en la densidad ósea mandibular, con valores diferenciados según la región y el lado evaluado. De igual forma, Manrique (18) reportó diferencias entre lado derecho e izquierdo en la densidad ósea y altura alveolar, asociadas a factores anatómicos y funcionales. Sin embargo, otros estudios, como los de Machco (16) y Torres (17), no encontraron diferencias estadísticamente significativas por lateralidad, sugiriendo que estas variaciones podrían no tener un impacto clínico determinante en todos los casos. En este sentido, los resultados del presente estudio refuerzan la idea de que la lateralidad puede influir de manera descriptiva, pero no necesariamente condiciona por sí sola la planificación implantológica. Desde el punto de vista clínico, la evaluación bilateral mediante CBCT permite identificar diferencias individuales que pueden ser relevantes en casos

específicos, especialmente cuando se planifican implantes unitarios o múltiples en sectores molares mandibulares.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Primera. La densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares se distribuyó predominantemente en los tipos D2 y D3 según la clasificación de Misch, evidenciando condiciones óseas favorables para la planificación de implantes dentales.

Segunda. La densidad ósea mandibular presentó variaciones descriptivas según el sexo, con valores ligeramente mayores en el sexo masculino, aunque sin constituir un factor determinante para la planificación implantológica.

Tercera. La densidad ósea mandibular varió según la zona anatómica, siendo mayor en las corticales y menor en el hueso trabecular, lo que resalta la importancia de considerar la localización del implante.

Cuarta. Se presentaron variaciones descriptivas en la densidad ósea mandibular entre ambos lados, con valores ligeramente superiores en el lado izquierdo, sin impacto clínico decisivo.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda incorporar de manera sistemática la evaluación de la densidad ósea mandibular mediante tomografía computarizada de haz cónico y la clasificación de Misch como parte del protocolo previo a la colocación de implantes dentales.

Se aconseja considerar el sexo únicamente como una variable descriptiva, priorizando la evaluación individual de la densidad ósea mandibular para la adecuada planificación implantológica.

Se sugiere tomar en cuenta las variaciones de densidad ósea entre las zonas anatómicas, especialmente entre las corticales y el hueso trabecular, para optimizar la selección del sitio y el protocolo de inserción del implante.

Se encomienda realizar la evaluación tomográfica de manera bilateral, a fin de identificar posibles diferencias de densidad ósea entre ambos lados mandibulares durante la planificación de implantes dentales.

REFERENCIAS

1. Moya-Villaescusa M, Sánchez-Pérez A. Valor pronóstico de la densidad ósea y de la movilidad en el éxito implantológico. Rev Esp Cir Oral Maxilofac [Internet]. 2017;39(3):125-31. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.maxilo.2016.10.005>
2. Fracturas por Osteoporosis. La osteoporosis en el mundo [Internet]. 2025 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://fracturasporosteoporosis.com/fractura/mundo/>
3. Sánchez-Labrador L, Pérez F, García-Ochoa A, Sáenz L, Cano J, López-Quiles J. Osteoporosis como factor de riesgo para la colocación de implantes dentales. Cient Dent [Internet]. 2017;14(2):105-8. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://coem.org.es/pdf/publicaciones/cientifica/vol14num2/osteoporosis.pdf>
4. Turkeyilmaz I, McGlumphy E. Influence of bone density on implant stability parameters and implant success: a retrospective clinical study. BMC Oral Health [Internet]. 2008;8(1):32. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1472-6831-8-32>
5. Xiao Y, Lv L, Xu Z, Zhou L, Lin Y, Lin Y, et al. Correlation between peri-implant bone mineral density and primary implant stability based on artificial intelligence classification. Sci Rep [Internet]. 2024;14(1):3009. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52930-7>
6. Merheb J, Vercruyssen M, Coucke W, Quirynen M. Relationship of implant stability and bone density derived from computerized tomography images. Clin Implant Dent Relat Res [Internet]. 2018;20(1):50-7. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/cid.12579>

7. Thiebot N, Hamdani A, Blanchet F, Dame M, Tawfik S, Mbapou E, et al. Implant failure rate and the prevalence of associated risk factors: a 6-year retrospective observational survey. *J Oral Med Oral Surg* [Internet]. 2022;28(2):19. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1051/mbcb/2021045>
8. Musaina TKZ, Shetty P, Shenoy P, Chathra L, Veena KM, Prabhu R. Assessment of variations in mandibular cortical bone thickness with its density and their correlation with age and gender: a cone beam computed tomography study. *J Indian Acad Oral Med Radiol* [Internet]. 2024;36(2):159. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: https://doi.org/10.4103/jiaomr.jiaomr_114_23
9. Poiană IR, Dobre R, Pițuru SM, Bucur A. The value of mandibular indices on cone beam computed tomography in secondary causes of low bone mass. *J Clin Med* [Internet]. 2024;13(16):4854. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jcm13164854>
10. Ahmed SAM, Al-Hadi AH, عبدالوهاب ا. Maxilla and mandible bone density in sample of normal full dentition Yemeni adults: cone beam computed tomography retrospective study. *الصحية والعلوم للطب صنعاء جامعة مجلة* [Internet]. 2025;2(19):170-5. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.59628/jchm.v19i2.1700>
11. Cárdenas J, Zumarán A, Rider R, Rodríguez M, Noyola M. Comparación de la densidad ósea cortical y medular a nivel del primer molar inferior mediante tomografía computarizada de haz cónico. *Int J Morphol* [Internet]. 2025;43(2):541-6. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022025000200541>

12. Hu Y, Xu S, Li B, Inscoc CR, Tyndall DA, Lee YZ, et al. Improving the accuracy of bone mineral density using a multisource CBCT. Sci Rep [Internet]. 2024;14(1):3887. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54529-4>
13. Bottega P, Fernandes G, Strassburg A, Santa A, Berticelli RDS, Yaeko A. Tomografia computadorizada quantitativa da densidade óssea mandibular ao redor de implantes osseointegrados: estudo comparativo dos valores da unidade Hounsfield e pixel trabecular. Braz J Dev [Internet]. 2023;9(7):22995-3011. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.34117/bjdv9n7-127>
14. Ataman-Duruel ET, Beycioğlu Z, Yılmaz D, Goyushov S, Çimen T, Duruel O, et al. Evaluation of cortical thicknesses and bone density values of mandibular canal borders and coronal site of alveolar crest. J Oral Maxillofac Res. 2023;14(3) [citado 14 abril 2026]. Disponible en: <https://www.ejomr.org/JOMR/archives/2023/3/e4/v14n3e4ht.htm>. doi:10.5037/jomr.2023.14304.
15. Morar L, Băciuț G, Băciuț M, Bran S, Colosi H, Manea A, et al. Analysis of CBCT bone density using the Hounsfield scale. Prosthesis [Internet]. 2022;4(3):414-23. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/prosthesis4030033>
16. Machco G. Densidad ósea y espesor cortical de los rebordes edéntulos postero inferior medidos a través de la tomografía cone beam [tesis en Internet]. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal; 2023 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/7805>

17. Torres A. Densidad ósea de los maxilares según las unidades Hounsfield en pacientes edéntulos parciales del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, Lima-Perú [tesis en Internet]. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal; 2023 [Consultado el 14 de abril de 2026].
18. Manrique C. Variación de rebordes alveolares según análisis tomográfico en pacientes de 40 a 60 años del Centro Estomatológico Universitario Luis Vallejos Santoni - Universidad Andina del Cusco, 2021 [tesis en Internet]. Cusco: Universidad Andina del Cusco; 2022 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/item/42d107f8-f226-4b3d-9498-6293e86f22bf>
19. Reynoso S. Densidad ósea de la cortical mandibular y riesgo de osteoporosis evaluados en tomografía computarizada cone beam, Lima 2021 [tesis en Internet]. Lima: Universidad Norbert Wiener; 2022 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8c2232d1-9c7b-4164-bd98-b2c9b9ca12f9/content>
20. Sosa B. Evaluación de la densidad ósea maxilar y mandibular con unidades Hounsfield en tomografías cone beam del Centro Radiológico Explora Cusco 2018-2019 [tesis en Internet]. Cusco: Universidad Andina del Cusco; 2021 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/item/c8655b49-9eae-4484-9bd5-2be3171d1d64>
21. Fernández-Tresguerres I, Alobera MA, Canto M del, Blanco L. Bases fisiológicas de la regeneración ósea I: histología y fisiología del tejido óseo. Med Oral Patol Oral Cir Bucal [Internet]. 2006;11(1):E47-51. [Consultado el 14 de abril de 2026].

- Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000100011
22. Breeland G, Sinkler MA, Menezes RG. Embryology, bone ossification. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539718/>
 23. Villanueva RE. Evaluación de la expresión de IL-10 en osteoblastos cultivados in vitro bajo los efectos de la micro-vibración a 30 HZ [tesis en Internet]. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco; 2021 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/26231/1/cbsCD130422165223lzoe.pdf>
 24. Baig MA, Bacha D. Histology, bone. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541132/>
 25. Montalvo CE. Biología células e histología médica [Internet]. 2025 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: https://bct.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2018/08/tejido_oseo_2010.pdf
 26. Serrano C. Mandíbula [Internet]. Kenhub; 2023 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/mandibula>
 27. Organización Mundial de la Salud. Salud bucodental [Internet]. 2025 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>

28. Sanitas. Pérdida de dientes o edentulismo [Internet]. 2023 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://www.sanitas.es/biblioteca-de-salud/salud-dental/protesis-implantes/perdida-dientes-edentulismo>
29. Armiñana A, Montón-Gómez C, Puig-Chilet A, Infante-Fuenzalida T, Fontenla-Martínez C, Torres-Espallardó I, et al. Spectral CT and Hounsfield units: basis for correct interpretation. *An RANM* [Internet]. 2023;140(2):101-13. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.32440/ar.2023.140.02.rev01>
30. Alhayati JZ, Al-Anee AM. The relation between bone density and implant stability, with osseodensification one stage crestal sinus lift: a prospective clinical study. *J Res Med Dent Sci* [Internet]. 2022;10(3):201-6. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://www.jrmds.in/articles/the-relation-between-bone-density-and-implant-stability-with-osseodensification-one-stage-crestal-sinus-lift-a-prospecti.pdf>
31. Signorelli L, Patcas R, Peltomäki T, Schätzle M. Radiation dose of cone-beam computed tomography compared to conventional radiographs in orthodontics. *J Orofac Orthop* [Internet]. 2016;77:9-15. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00056-015-0002-4>
32. Dings JP, Verhamme L, Merkx MA, Xi T, Meijer GJ, Maal TJ. Reliability and accuracy of cone beam computed tomography versus conventional multidetector computed tomography for image-guided craniofacial implant planning: an in vitro study. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2019;34(3):665-72. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.11607/jomi.6915>
33. Maret D, Vergnes JN, Peters OA, Peters C, Nasr K, Monsarrat P. Recent advances in cone-beam CT in oral medicine. *Curr Med Imaging* [Internet]. 2020;16(5):553-

64. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.2174/1573405615666190114152003>
34. Meto A, Halilaj G. The integration of cone beam computed tomography, artificial intelligence, augmented reality, and virtual reality in dental diagnostics, surgical planning, and education: a narrative review. *Appl Sci* [Internet]. 2025;15(11):6308. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/app15116308>
35. Khader A, Jain S, Sarah, Mishra S, Saleem S, Vijayan A. Comparing radiation doses in CBCT and medical CT imaging for dental applications. *J Pharm Bioallied Sci* [Internet]. 2024;16 Suppl 2:S1795-7. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_1145_23
36. Park CS, Kang SR, Kim JE, Huh KH, Lee SS, Heo MS, et al. Validation of bone mineral density measurement using quantitative CBCT image based on deep learning. *Sci Rep* [Internet]. 2023;13(1):11921. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38943-8>
37. Conde-López S, Fiori-Chicano GA, Llaguno-Rubio J, Arriola-Guillen LE. Uso de la tomografía computarizada de haz cónico para el estudio de la densidad ósea en el tratamiento ortodóncico. Una revisión de la literatura. *Av Odontoestomatol* [Internet]. 2021;37(4):152-9. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v37n4/0213-1285-odonto-37-4-152.pdf>
38. Campos MJDS. Bone mineral density in cone beam computed tomography: only a few shades of gray. *World J Radiol* [Internet]. 2014;6(8):607. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.4329/wjr.v6.i8.607>

39. Kaasalainen T, Ekholm M, Siiskonen T, Kortensniemi M. Dental cone beam CT: an updated review. *Phys Med* [Internet]. 2021;88:193-217. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2021.07.007>
40. AlQahtani SM. A novel method of assessment of BMD using CBCT for implant placement: a retrospective study. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2023;102(27):e34203. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000034203>
41. Katsumata A, Kohinata K, Esaki Y, Kawai M. Variance of radiographical alveolar bone mineral density by the anatomical morphology of mandibular bone. *Heliyon* [Internet]. 2022;8(11):e11507. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11507>
42. Merchán S, Ortega R, Barona C, Rubio L, Martínez JM. Evaluación de la densidad ósea: técnicas densitométricas. *Cient Dent* [Internet]. 2015;12(3):179-86. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://coem.org.es/pdf/publicaciones/cientifica/vol12num3/EvaluacionDenisidadOs.pdf>
43. Romero ME, Veloso C, Krupp S. Evaluación de la calidad del hueso en sitios de implantes dentales con tomografía computarizada. *Acta Odontol Venez* [Internet]. 2016;54(2):1-9. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2016/2/art-1/#>
44. Zarb GA, Zarb FL. Tissue integrated dental prostheses. *Quintessence Int*. 1985;16(1):39-42.
45. Norton MR, Gamble C. Bone classification: an objective scale of bone density using the computerized tomography scan. *Clin Oral Implants Res* [Internet].

- 2001;12(1):79-84. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2001.012001079.x>
46. Misch CE. Contemporary Implant Dentistry [Internet]. 3rd ed. St. Louis: Mosby; 2007 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://shop.elsevier.com/books/contemporary-implant-dentistry/misch/978-0-323-04373-1>
47. Corona L, Fonseca M. Las hipótesis en el proyecto de investigación: ¿cuándo sí, cuándo no? Método Cienc [Internet]. 2023;21(1):269-73. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ms/v21n1/1727-897X-ms-21-01-269.pdf>
48. Ordoñez-Pacheco ÁF. Metodología académica con aplicación a las investigaciones sociales: enfoques, tipos, métodos y diseños. SOCIETEC [Internet]. 2025;8(2):335-57. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.51247/st.v8i2.484>
49. Arias J. Prevalencia de asimetrías mandibulares en radiografías panorámicas en pacientes de la clínica de adultos de la Universidad Antonio Nariño, sede de Villavicencio [tesis en Internet]. Villavicencio: Universidad Antonio Nariño; 2023 [Consultado el 14 de abril de 2026].
50. Hernández-Sampieri R, Mendoza C. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [Internet]. 2a ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores; 2023 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-las-rutas-cuantitativa-cualitativa-mixta_93340
51. Morán N, Zavala D, Intriago A, Parrales RAA, Alcívar H, Tuárez H, et al. Metodología de la investigación científica: diseño de investigaciones cuantitativas

- [Internet]. Editorial Internacional Alema; 2025 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://editorialalema.org/libros/index.php/alema/article/view/45>
52. Martínez C. Estadística y muestreo [Internet]. 14a ed. Bogotá: Ecoe Ediciones; 2019 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9789587717440_A50246793/preview-9789587717440_A50246793.pdf
53. Rojas JA. Importancia de la tomografía cone beam en cirugía bucal y maxilofacial, 2023 [tesis en Internet]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2023 [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://bibmacro-descubridor.dgb.unam.mx/Record/20.500.14330-TES01000849450>
54. Hernández R, Mendoza C. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw-Hill; 2018.
55. Martínez JA, Pérez PS. Coeficiente de correlación intraclase. Med Fam SEMERGEN [Internet]. 2023;49(3):101907. [Consultado el 14 de abril de 2026]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2022.101907>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema general ¿Cuál es la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares, evaluada mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), para la planificación de implantes dentales en el año 2025? Problemas específicos 1. ¿Cuál es la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según sexo, evaluada mediante CBCT, para la planificación de implantes dentales en 2025? 2. ¿Cuál es la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares entre las distintas zonas anatómicas, evaluada mediante CBCT, para la planificación de implantes dentales en 2025?	Objetivo general Evaluar la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares, mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), para la planificación de implantes dentales en el año 2025. Objetivos específicos Analizar la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares según sexo, evaluada mediante CBCT, para la planificación de implantes dentales en 2025. Comparar la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares entre las distintas zonas anatómicas, evaluada mediante	No se formulará hipótesis, ya que el estudio es de tipo descriptivo–comparativo, no experimental y de carácter retrospectivo, centrado únicamente en caracterizar la densidad ósea mandibular mediante CBCT (47)	Variable Densidad ósea mandibular Variable de clasificación • Sexo • Lateralidad	Método: Analítico Enfoque: Cuantitativo Tipo de investigación: Aplicada Diseño: No experimental, observacional, transversal y retrospectivo de nivel descriptivo-comparativo. Población y muestra: Población: 245 tomografías CBCT registradas en la base de datos institucional durante el periodo de estudio. Muestra: 150 tomografías seleccionadas mediante muestreo probabilístico aleatorio simple.

3. ¿Cuál es la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares entre el lado derecho e izquierdo, evaluada mediante CBCT, para la planificación de implantes dentales en 2025?	CBCT, para la planificación de implantes dentales en 2025. Evaluar la densidad ósea mandibular en pacientes adultos edéntulos parciales a nivel de molares entre el lado derecho e izquierdo, evaluada mediante CBCT, para la planificación de implantes dentales en 2025.			
---	---	--	--	--

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

Título del estudio: Evaluación de la densidad ósea mandibular en pacientes adultos mediante CBCT en la planificación de implantes en un centro de diagnóstico por imágenes, Lima – 2025.

Investigador: _____

Código de CBCT: _____

Fecha de registro: ____ / ____ / 2025

1. Datos generales

Edad (años) _____

Sexo:

- Masculino ()
- Femenino ()

2. Densidad ósea mandibular

Dimensión / Zona anatómica	Registro (UH)
Reborde alveolar	_____ UH
Cortical vestibular	_____ UH
Cortical lingual	_____ UH
Trabecular	_____ UH

3. Clasificación valorativa (Misch)

Tipo	Rango UH	Marcar
D1	>1250 UH	
D2	850 – 1250 UH	
D3	350 – 850 UH	
D4	150 – 350 UH	
D5	<150 UH	

4. Lateralidad mandibular

Indicador	Registro
Derecho	
Izquierdo	

Anexo 3. Expediente de validación



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: *Uchuya Martinez, Juan Arturo*
 1.2 Cargo e Institución donde labora: *Docente*
 1.3 nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de datos.
 1.4 Título de la Investigación: EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD ÓSEA MANDIBULAR EN PACIENTES ADULTOS MEDIANTE CBCT EN LA PLANIFICACIÓN DE IMPLANTES EN UN CENTRO DE DIAGNOSTICO POR IMÁGENES, LIMA 2025.

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)				1	6	3
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0.84$$

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, 27 de 11 del 2025.

[Firma]
YVAN A. UCHUYA MARTINEZ
 Cirujano - Dentista
 Firmado y sellado

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: *Mezzich Jelinek Jorge*
 1.2 Cargo e Institución donde labora: *Docente*
 1.3 nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de datos.
 1.4 Título de la Investigación: EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD ÓSEA MANDIBULAR EN PACIENTES ADULTOS MEDIANTE CBCT EN LA PLANIFICACIÓN DE IMPLANTES EN UN CENTRO DE DIAGNOSTICO POR IMÁGENES, LIMA 2025.

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 cognitivas.				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)					2	8
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0.96$$

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, 1 de 12 del 2025.

6

[Firma]
 Firma y sello
 DS. Jorge Mezzich Calvez
 Radiólogo BMF
 COP. 10071 RNE 187

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Morante Maturana, Sara Angelica
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente
 1.3 nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de registro de datos.
 1.4 Título de la Investigación: EVALUACION DE LA DENSIDAD OSEA MANDIBULAR EN PACIENTES ADULTOS MEDIANTE CBCT EN LA PLANIFICACION DE IMPLANTES EN UN CENTRO DE DIAGNOSTICO POR IMÁGENES, LIMA 2025.

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)					7	3
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0.86$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenida 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, 27 de 11 del 2025.


 Firma y sello
 Dra. SARA MORANTE MATURANA
 Esp. Rehabilitación Oral
 C.O.P. 22609

Anexo 4. Confiabilidad del instrumento

Tabla 6. Valoración del coeficiente de correlación interclase

Resultado del CCI	Escala de valoración
< 0,40	Pobre
0,40 - 0,59	Suficiente
0,60 - 0,74	Bueno
0,75 - 1,00	Excelente

Tabla 7. Coeficiente de correlación intraclase (ICC) para la confiabilidad intraobservador de la ficha de recolección de datos

Zona anatómica	n	ICC	IC 95%	F	p	Interpretación
Reborde alveolar	20	0.98	0.96 – 0.99	128.2	<0.001	Excelente
Cortical vestibular	20	0.98	0.96 – 0.99	111.4	<0.001	Excelente
Cortical lingual	20	0.98	0.94 – 0.99	79.9	<0.001	Excelente
Trabecular	20	0.99	0.98 – 1.00	223.9	<0.001	Excelente

Nota. ICC = Coeficiente de correlación intraclase; IC = intervalo de confianza. La confiabilidad se evaluó mediante calibración intraobservador, con mediciones repetidas en dos momentos distintos.

Anexo 5. Constancia de aprobación del comité de ética



COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA E INTEGRIDAD CIENTÍFICA

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Lima, 25 de noviembre del 2025.

Autor Responsable:

Gisella Guillermina Chavez Romero

Exp. N°: 3373-2025

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética e Integridad Científica (CIEIC) de la Universidad Privada Norbert Wiener evaluó y **APROBÓ** el siguiente proyecto de investigación:

Proyecto Titulado: **"EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD ÓSEA MANDIBULAR EN PACIENTES ADULTOS MEDIANTE CBCT EN LA PLANIFICACIÓN DE IMPLANTES EN UN CENTRO DE DIAGNOSTICO POR IMÁGENES, LIMA 2025"**

Versión Nro. 1, aprobada por el asesor en fecha 21/11/ 2025.

El cual tiene como Autor(es) a:

Gisella Guillermina Chavez Romero

La **APROBACIÓN** otorgada comprende la verificación del cumplimiento de las buenas prácticas éticas, la adecuada evaluación del balance riesgo/beneficio, la idoneidad del equipo de investigación y la garantía de confidencialidad en el manejo de los datos, entre otros aspectos éticos y metodológicos pertinentes.

El investigador deberá considerar los siguientes puntos detallados a continuación:

- La aprobación otorgada por el CIEIC tiene una **vigencia de veinticuatro (24) meses** contados desde la fecha de emisión del presente documento. Esta vigencia es exclusiva para los procedimientos éticos revisados por el Comité y no sustituye ni aplica a los trámites administrativos ante la Oficina de Grados y Títulos.
- La constancia de aprobación por el CIEIC **no garantiza** la **aceptación** por parte de las **instituciones** en las que se planea realizar la investigación.
- En caso de requerir una **enmienda**, entendida como una modificación menor que **no altera de manera sustantiva** el proyecto aprobado, esta deberá ser presentada al CIEIC y no podrá ejecutarse sin su aprobación previa. **Cualquier cambio sustantivo deberá tramitarse como proyecto nuevo** ante el CIEIC.

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



dental saraflores

Universidad Norbert Wiener

Escuela Académico Profesional de Odontología

Presente.-

De nuestra mayor consideración:

En atención a la solicitud presentada mediante la Carta N.º 142-08-2025-EAP-ODON-UPNW, la Clínica Dental Sara Flores autoriza a la bachiller Gisella Guillermina, Chavez Romero, egresada de la carrera de Odontología, a realizar la recolección de datos estadísticos en nuestra institución con fines exclusivamente académicos, en el marco de su tesis titulada:

"EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD ÓSEA MANDIBULAR EN PACIENTES ADULTOS MEDIANTE CBCT EN LA PLANIFICACIÓN DE IMPLANTES EN UN CENTRO DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES, LIMA 2025"

La autorización comprende el acceso a la base de datos relacionada con tomografías Cone Beam, la cual nos brinda el Centro de Imágenes IDM. Dicho análisis será de tipo estadístico, cumpliendo los principios éticos, de confidencialidad y de protección de datos personales establecidos por nuestra institución.

Asimismo, se solicita que la bachiller Gisella Guillermina, Chavez Romero coordine previamente con el área administrativa y técnica correspondiente para garantizar un adecuado manejo de la información y el respeto a los protocolos internos.

Reiteramos nuestro compromiso con la formación profesional de los futuros odontólogos y agradecemos a la Universidad Norbert Wiener por confiar en nuestra institución como parte del desarrollo académico de sus estudiantes.

Sin otro particular, nos despedimos con las muestras de nuestra especial consideración.

Atentamente,



Dr. KHALIL ABU SHAIBEH FLORES

COP 30538

GERENTE GENERAL

CLÍNICA DENTAL SARA FLORES

dsf

Anexo 6. Informe de tesis

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

Lima, 08 de marzo 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 asesor de tesis titulada: **"EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD ÓSEA MANDIBULAR EN PACIENTES ADULTOS MEDIANTE CBCT EN LA PLANIFICACIÓN DE IMPLANTES EN UN CENTRO DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES, LIMA 2025"** desarrollado por la egresada Gisella Guillermina, Chavez Romero; para la obtención del Título Profesional de Cirujano dentista; ha sido concluida satisfactoriamente.

Al respecto informo que se lograron los siguientes objetivos:

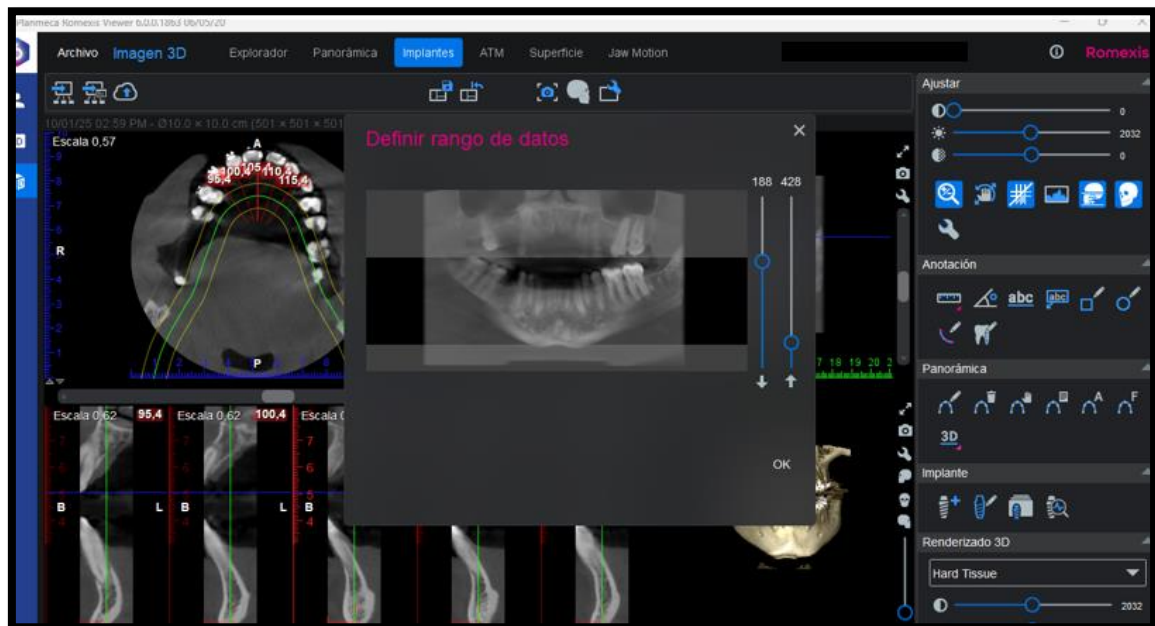
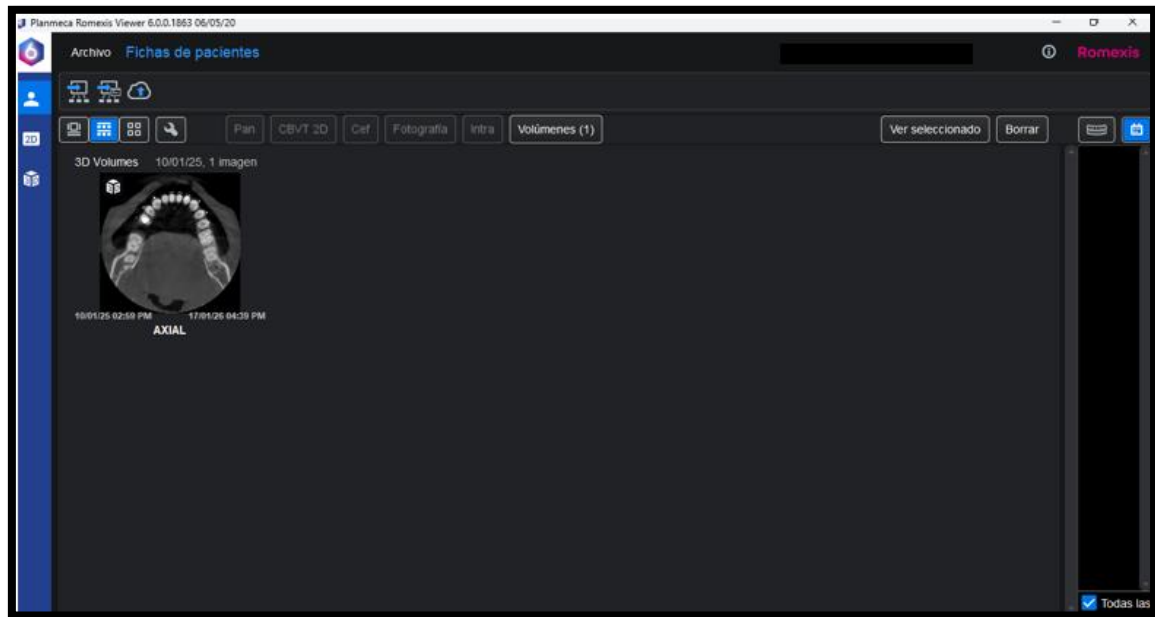
- Orientar la investigación para lograr los objetivos de la misma.
- Revisar el informe final en sus resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones.
- Aprobar la tesis para su sustentación.

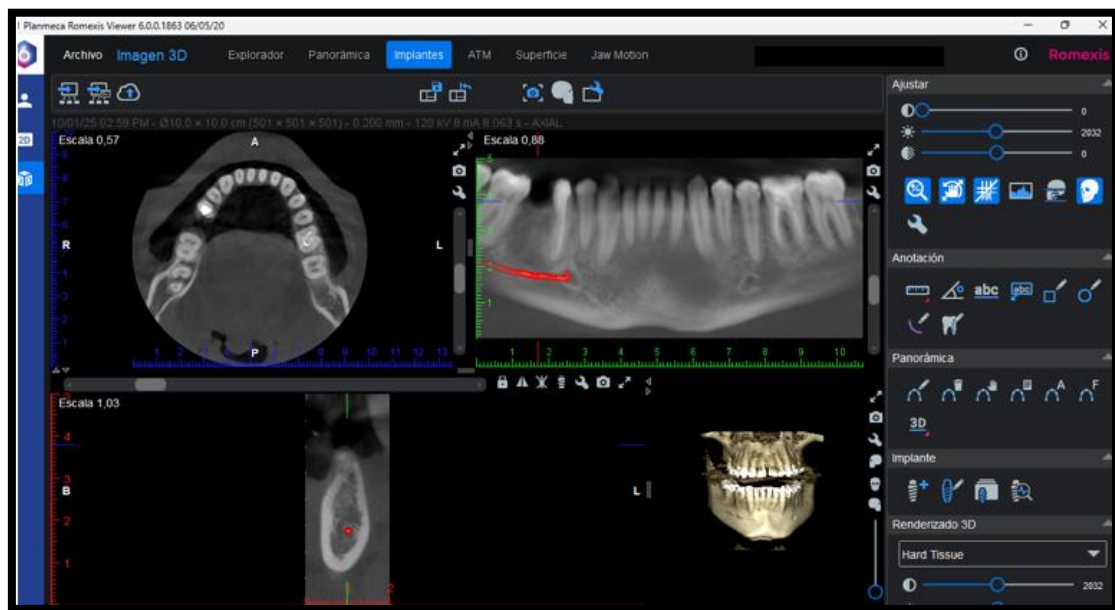
Atentamente,

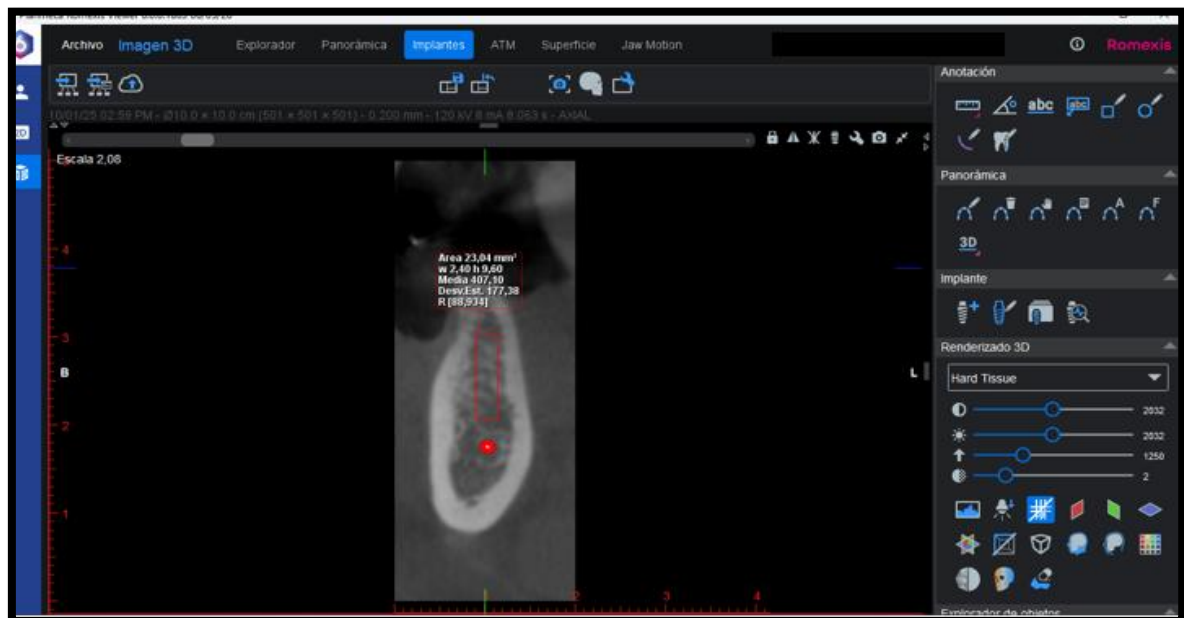
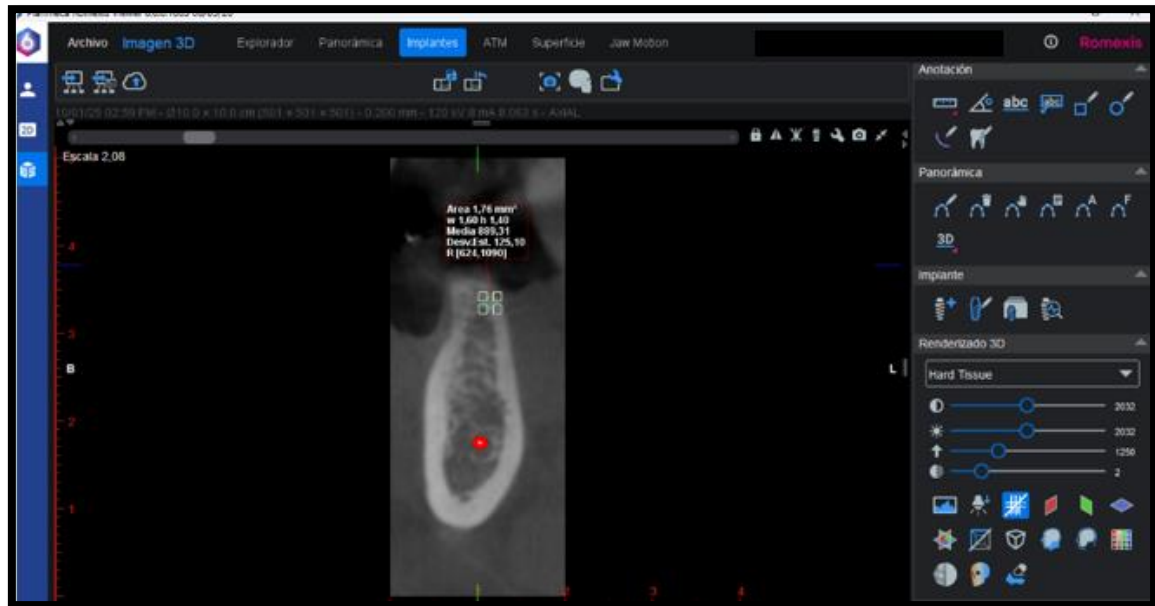


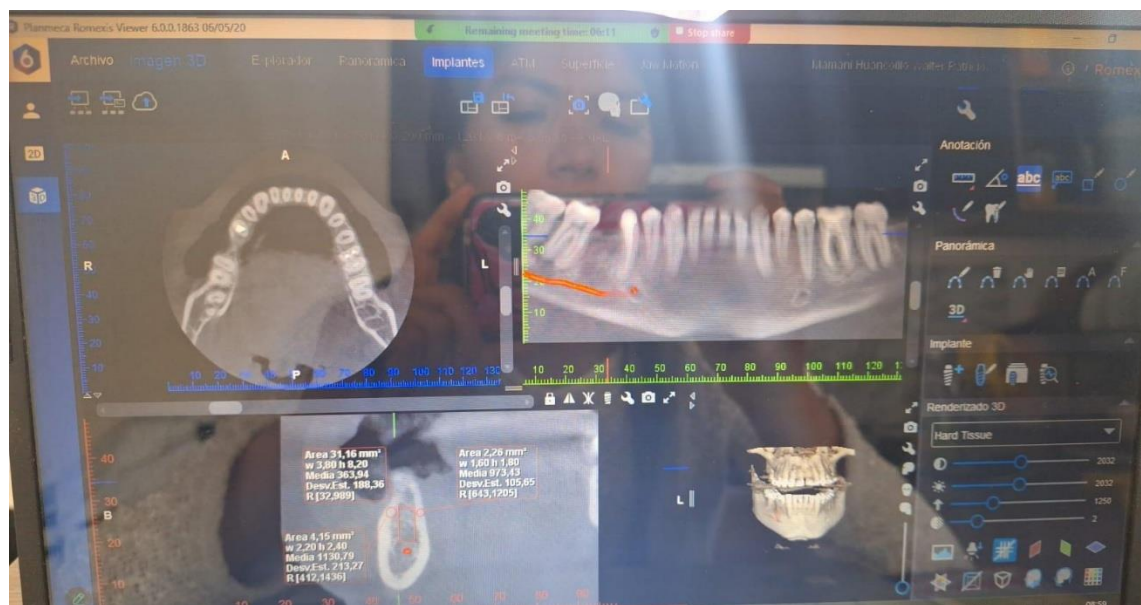
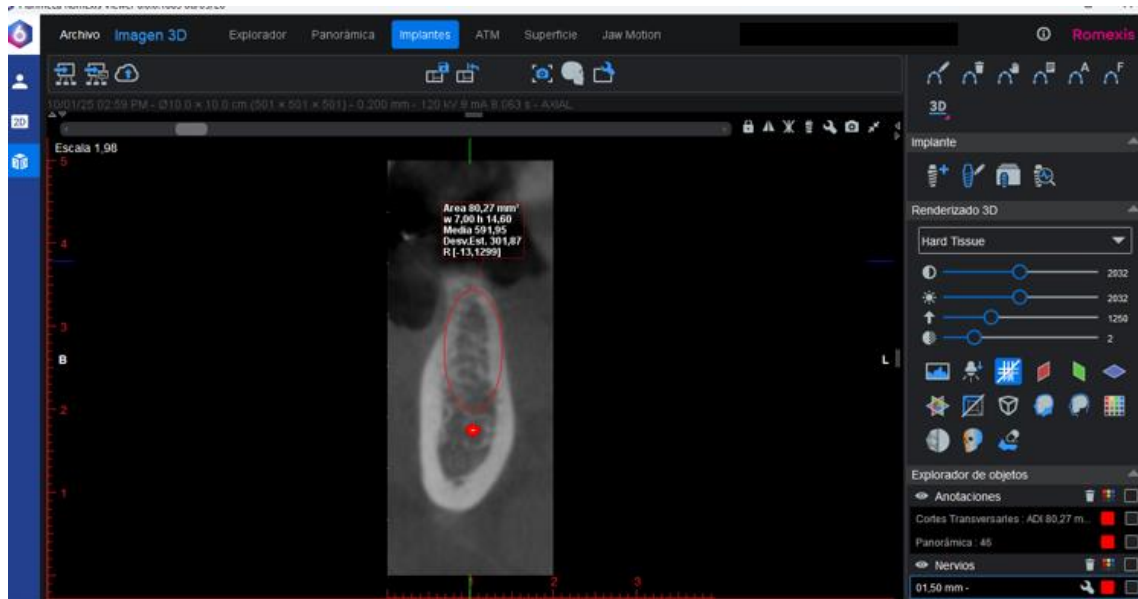

Firma del Asesor
Mg. Esp. Jorge Alfredo Chero Guevara

Anexo 8. Evidencia fotografica









10% 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

- 8%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 6%  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

- 8% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 6% 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	hdl.handle.net	<1%
3	Internet	repositorio.upsc.edu.pe	<1%
4	Trabajos entregados	uwiener on 2025-07-08	<1%
5	Trabajos entregados	Universidad Europea de Madrid on 2023-06-21	<1%
6	Internet	apirepositorio.unu.edu.pe	<1%
7	Internet	intjmorphol.com	<1%
8	Internet	spanish.longdom.org	<1%
9	Trabajos entregados	Universidad Católica de Santa María on 2026-04-14	<1%
10	Trabajos entregados	Ilerna Online Blackboard on 2025-05-19	<1%
11	Internet	repositorio.ujcm.edu.pe	<1%