



Facultad de Ciencias de la Salud

Tema:

**Evaluación De La Densidad Ósea En La Zona Retromolar Edéntula De Los
Maxilares Mediante Tomografía Computarizada De Haz Cónico**

**Trabajo de titulación para la obtención del Título especialista en Periodoncia e
Implantología Quirúrgica**

Presentada por:

Guisela Rosario Abadeano Pachacama

Tutor:

Dra. Ana María Rodríguez

Quito, junio del 2026

Declaración de Aceptación de Norma Ética y Derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este documento ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Nombre: Guisela Rosario Abadeano Pachacama

Firma:

Cédula de identidad: 1724564495

Agradecimientos

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada etapa de este camino, por darme la sabiduría, la paciencia y la perseverancia necesarias para culminar esta meta.

A mi Esposo Bryan Aldaz ,Mis padres, Mis suegros por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificio a lo largo de mi formación académica. Gracias por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y por ser mi mayor inspiración.

A mi familia, por su comprensión, motivación y palabras de aliento que me impulsaron a seguir adelante.

A mis docentes y tutores, por su orientación, dedicación y valiosos conocimientos compartidos. Su acompañamiento fue fundamental para el desarrollo y culminación de este trabajo de investigación.

A mis compañeros y amigos, por su apoyo, colaboración y por compartir experiencias que enriquecieron tanto mi formación profesional como personal.

Finalmente, a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización de esta tesis, mi más sincero agradecimiento.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi querido hijo Aaroncito y mi amado esposo, quien ha sido el pilar fundamental de mi esfuerzo y dedicación, Su presencia en mi vida ha sido la motivación constante para culminar esta etapa profesional, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por sostener mi mano en los momentos difíciles.

Este logro es tan suyo como mío, porque son la razón por la que siempre quiero ser mejor.

Los amo infinitamente.

Índice

Agradecimientos.....	3
Dedicatoria.....	4
Índice.....	5
Índice De Figuras.....	7
Índice de tablas.....	8
Evaluación De La Densidad Ósea En La Zona Retromolar Edéntula De Los Maxilares Mediante Tomografía Computarizada De Haz Cónico.....	9
Resumen.....	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
Metodología.....	14
Diseño del estudio.....	14
Área, período de estudio, población y muestra.....	16
Técnica e instrumento de recolección de datos.....	18
Protocolo de adquisición de imágenes CBCT.....	19
Procedimiento de análisis imagenológico.....	22
Variables del estudio.....	24
Plan de análisis estadístico.....	26

	6
Hallazgos.....	28
Caracterización de la muestra	28
Análisis descriptivo de la densidad ósea.....	29
Comparación entre regiones cortical y trabecular	30
Confiabilidad intraobservador	31
Discusión.....	32
Conclusiones	35
Referencias.....	37
Anexos	42
Anexo 1. Tabla de registros primarios	42

Índice De Figuras

Figura 1 Reconstrucción tridimensional volumétrica obtenida mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) NewTom	21
Figura 2 Reconstrucción multiplanar de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) correspondiente a la región retromolar mandibular, mostrando cortes axial, coronal y sagital. ...	23

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación de las variables del estudio para la evaluación de la densidad ósea en la región retromolar mandibular mediante CBCT	26
Tabla 2 Caracterización demográfica de la muestra (n = 104).....	29
Tabla 3 Valores descriptivos de densidad ósea en la región retromolar mandibular (n = 104).....	30
Tabla 4 Comparación de densidad ósea entre regiones cortical y trabecular.....	31
Tabla 5 Análisis de confiabilidad intraobservador	32

Evaluación De La Densidad Ósea En La Zona Retromolar Edéntula De Los Maxilares Mediante Tomografía Computarizada De Haz Cónico

Guisela Rosario Abadeano Pachacama

guise2610@gmail.com

Universidad Hemisferios

Resumen

La evaluación precisa de la densidad ósea en regiones posteriores edéntulas constituye un componente fundamental en la planificación preimplantaria contemporánea. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la densidad ósea en la región retromolar edéntula mandibular mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), utilizando un análisis tridimensional estandarizado basado en la delimitación de un volumen de interés y la definición de regiones específicas de interés para la medición de valores relativos de escala de grises. Se realizó un estudio observacional retrospectivo de corte transversal en 104 sitios retromolares mandibulares correspondientes a pacientes adultos atendidos en un centro radiológico especializado. Las mediciones densitométricas se efectuaron en la cortical vestibular, cortical lingual y región trabecular central. Los resultados mostraron mayor densidad en las corticales en comparación con el componente trabecular, observándose diferencias estadísticamente significativas entre ambas regiones. El promedio global de densidad retromolar se mantuvo dentro de rangos coherentes con lo reportado en la literatura. La reproducibilidad intraobservador fue evaluada mediante el coeficiente de correlación intraclase, evidenciando excelente confiabilidad en las mediciones realizadas. Se concluye que la CBCT permite caracterizar de manera objetiva la

densidad ósea en la región retromolar mandibular, aportando información relevante para la planificación implantológica individualizada y la toma de decisiones clínicas en salud oral.

Palabras clave: densidad ósea, tomografía computarizada de haz cónico, región retromolar mandibular, implantología, planificación prequirúrgica, salud oral

Abstract

Accurate evaluation of bone density in posterior edentulous regions represents a fundamental component of contemporary preimplant planning. The aim of this study was to assess bone density in the mandibular retromolar edentulous region using cone-beam computed tomography (CBCT), through a standardized three-dimensional analysis based on the delimitation of a volume of interest and the definition of specific regions of interest for the measurement of relative grayscale values. A retrospective cross-sectional observational study was conducted on 104 mandibular retromolar sites corresponding to adult patients examined in a specialized radiological center. Densitometric measurements were obtained from the buccal cortical plate, lingual cortical plate, and central trabecular region. The results demonstrated higher density values in the cortical plates compared to the trabecular component, with statistically significant differences between these regions. The overall retromolar density average remained within ranges consistent with those reported in previous literature. Intraobserver reproducibility was evaluated using the intraclass correlation coefficient, revealing excellent measurement reliability. It is concluded that CBCT allows objective characterization of bone density in the mandibular retromolar region, providing relevant information for individualized implant planning and clinical decision-making in oral health.

Keywords: bone density, cone-beam computed tomography, mandibular retromolar region, implantology, pre-surgical planning, oral health

Introducción

La rehabilitación de los sectores posteriores edéntulos mediante implantes dentales constituye actualmente una de las alternativas terapéuticas más predecibles para restablecer la función masticatoria, la estabilidad oclusal y el equilibrio biomecánico del sistema estomatognático. Sin embargo, el éxito clínico de la terapia implantológica depende en gran medida de una adecuada planificación prequirúrgica, especialmente de la evaluación precisa de la cantidad y calidad del tejido óseo disponible en el sitio receptor. En este sentido, la caracterización tridimensional del hueso alveolar se ha convertido en un componente fundamental del diagnóstico implantológico contemporáneo, particularmente en regiones anatómicamente complejas como la región retromolar mandibular edéntula (Bornstein et al., 2021). La densidad ósea representa un parámetro importante, ya que influye directamente en la estabilidad primaria del implante y en los procesos posteriores de osteointegración. Diversos estudios han demostrado que las variaciones en la morfología y densidad del hueso alveolar posterior pueden condicionar la selección del implante, el protocolo quirúrgico y la necesidad de procedimientos complementarios, como regeneración ósea guiada o expansión crestal (Kong et al., 2021). Además, estas variaciones pueden relacionarse con factores demográficos como la edad y el sexo, lo que evidencia la necesidad de investigaciones orientadas a caracterizar estos parámetros en poblaciones específicas (Teixeira et al., 2024).

Actualmente, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha consolidado como una de las herramientas diagnósticas de elección para la evaluación tridimensional preimplantaria (Schnutenhaus et al., 2021). A diferencia de las técnicas radiográficas bidimensionales convencionales, la CBCT permite obtener reconstrucciones multiplanares de alta resolución con dosis relativamente bajas de radiación, facilitando el análisis morfométrico y la delimitación precisa de volúmenes de interés en regiones posteriores mandibulares (Pauwels et al., 2021). Asimismo, el uso del formato DICOM y de software especializado en planificación implantológica permite realizar mediciones reproducibles en zonas específicas del reborde alveolar, incluyendo la cortical vestibular, la cortical lingual y el hueso trabecular central (Chen et al., 2024). Aunque la CBCT no proporciona unidades Hounsfield absolutas comparables a las obtenidas mediante tomografía médica convencional, se ha demostrado que los valores relativos de escala de grises pueden utilizarse de forma consistente en análisis comparativos intraestudio, siempre que se mantengan parámetros técnicos estandarizados de adquisición y procesamiento de imagen (Alshomrani, 2024).

La región retromolar edéntula mandibular presenta un interés clínico particular debido a su proximidad con estructuras anatómicas relevantes, como el conducto mandibular y la cortical lingual, además de las modificaciones óseas que pueden producirse tras la pérdida dentaria prolongada. La evaluación de la densidad ósea en esta región puede aportar información útil para optimizar la planificación quirúrgica y reducir posibles complicaciones intraoperatorias, favoreciendo una mayor predictibilidad del tratamiento rehabilitador (Kong et al., 2021). Además de su importancia como sitio receptor en implantología, la región retromolar mandibular también ha sido descrita como una potencial fuente de injerto óseo autólogo en procedimientos de regeneración ósea (Al-Sudani et al., 2024). La obtención de injertos intraorales, especialmente de

zonas como la región retromolar y la rama mandibular, ofrece ventajas clínicas relevantes, entre ellas la proximidad al sitio receptor, menor morbilidad y una adecuada disponibilidad de hueso cortical (Kim et al., 2020).

La calidad del hueso donador constituye un factor determinante en el éxito de los procedimientos reconstructivos, ya que influye directamente en la estabilidad del injerto, su comportamiento biológico y su tasa de reabsorción (Mai et al., 2025). En este contexto, la densidad ósea, especialmente el predominio cortical, se considera un indicador indirecto de la resistencia mecánica del injerto y de su capacidad para integrarse de manera predecible en el sitio receptor. Por esta razón, la evaluación densitométrica de la región retromolar adquiere relevancia no solo desde el punto de vista implantológico, sino también como un parámetro útil para valorar su idoneidad como zona donadora. Investigaciones observacionales recientes han demostrado que la evaluación densitométrica mediante CBCT permite establecer patrones estructurales en sectores posteriores edéntulos mandibulares, aportando información relevante para la toma de decisiones quirúrgicas individualizadas (Kong et al., 2021).

En este estudio, la “zona retromolar mandibular edéntula” se entiende como el segmento posterior del reborde alveolar mandibular distal al segundo molar (o su sitio edéntulo), en continuidad hacia el inicio de la rama ascendente, delimitado para fines de estandarización del análisis densitométrico, considerando la descripción anatómica clásica de la región retromolar mandibular reportada en la literatura (Nelke et al., 2024).

En virtud de lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la densidad ósea en la región retromolar edéntula mandibular mediante CBCT, empleando un análisis tridimensional estandarizado basado en la delimitación precisa de un volumen de interés y la

definición de regiones específicas para la medición de valores relativos de escala de grises. Además, se consideró su relevancia en la planificación quirúrgica tanto como sitio receptor en implantología como potencial zona donadora de injerto óseo autólogo. Este estudio se centra exclusivamente en el análisis de la región retromolar edéntula mandibular, de acuerdo con los criterios de inclusión establecidos y la disponibilidad de registros tomográficos; por lo tanto, los resultados y conclusiones deben interpretarse dentro de dicho alcance anatómico y metodológico.

Metodología

Diseño del estudio

El presente estudio se estructuró bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño observacional retrospectivo de corte transversal y alcance descriptivo, orientado a evaluar la densidad ósea en la zona retromolar edéntula mandibular mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). La elección de un diseño observacional se fundamentó en la necesidad de analizar imágenes previamente adquiridas sin intervenir sobre la exposición o manipulación de variables clínicas, lo cual resulta metodológicamente apropiado cuando se pretende caracterizar parámetros anatómicos en condiciones reales de práctica asistencial, tal como han señalado Mai et al. (2025) al emplear CBCT para evaluar parámetros alveolares en molares mandibulares. Asimismo, la evaluación de la densidad ósea fue considerada como un indicador indirecto de la calidad estructural del tejido óseo, debido a sus implicaciones tanto en la estabilidad primaria de los implantes dentales como en la obtención de injertos óseos autólogos utilizados en procedimientos reconstructivos. En este sentido, el análisis densitométrico de la región

retromolar mandibular permitió valorar características anatómicas relevantes relacionadas con su potencial uso como sitio receptor implantológico y como posible zona donadora de injerto óseo.

El carácter retrospectivo permitió utilizar bases de datos imagenológicas existentes, optimizando recursos y garantizando factibilidad ética al trabajar con registros diagnósticos ya obtenidos, estrategia ampliamente aceptada en estudios radiológicos odontológicos contemporáneos (Gaêta-Araujo et al., 2020). Asimismo, el corte transversal se justifica al realizar la medición de la densidad ósea en un único momento temporal por cada tomografía, sin seguimiento longitudinal, lo cual resulta coherente con investigaciones que analizan parámetros morfométricos mediante CBCT en sitios edéntulos posteriores (Selvaraj et al., 2022).

Desde el punto de vista metodológico, este tipo de diseño permitió obtener una caracterización tridimensional objetiva del tejido óseo mediante análisis de valores densitométricos derivados de reconstrucciones volumétricas, aprovechando la capacidad de la CBCT para generar información cuantificable en regiones específicas de interés (Scarfe & Farman, 2008). Aunque la CBCT no fue concebida originalmente para mediciones absolutas equivalentes a la tomografía médica, estudios recientes han demostrado que sus valores relativos de densidad pueden utilizarse de manera consistente en análisis comparativos intraestudio cuando se mantiene la estandarización del equipo y de los parámetros de adquisición (Pauwels et al., 2015).

En este contexto, se adoptó un diseño observacional retrospectivo transversal que permitió describir y comparar la densidad ósea en la región retromolar edéntula sin introducir sesgos derivados de intervenciones quirúrgicas, diferenciándose de investigaciones que vinculan parámetros anatómicos con resultados implantológicos posteriores (Mai et al., 2025). De esta

manera, el estudio se centró exclusivamente en la caracterización diagnóstica de la densidad ósea, aportando evidencia aplicable a la planificación prequirúrgica en implantología, en concordancia con las recomendaciones actuales sobre el uso racional de la CBCT en la evaluación preimplantaria (Benavides et al., 2012).

Área, período de estudio, población y muestra

El estudio se desarrolló en un centro radiológico privado especializado en diagnóstico por imágenes odontológicas, el cual dispone de una base de datos digital sistematizada de estudios de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) realizados con fines diagnósticos y preimplantarios. Se analizaron tomografías obtenidas entre los años 2024 y 2025, período seleccionado con el propósito de garantizar homogeneidad tecnológica en los parámetros de adquisición y consistencia en la calidad de imagen, aspecto considerado determinante cuando se realizan análisis cuantitativos en CBCT, especialmente en estudios que evalúan densidad ósea mediante valores relativos de escala de grises (Alshomrani, 2024).

La población estuvo constituida por 400 estudios CBCT correspondientes a pacientes adultos que acudieron al centro radiológico para evaluación diagnóstica. El uso de bases de datos retrospectivas en estudios imagenológicos odontológicos ha sido validado en investigaciones recientes, siempre que se mantenga la anonimización de los registros y la aplicación estricta de criterios de selección, permitiendo analizar variaciones anatómicas en condiciones reales de práctica clínica sin modificar la adquisición original de las imágenes (Ahmed et al., 2021). Asimismo, estudios morfométricos tridimensionales realizados mediante CBCT en regiones posteriores mandibulares han demostrado que el análisis retrospectivo es adecuado para

caracterizar parámetros anatómicos óseos relevantes para la planificación implantológica (Kong et al., 2021).

A partir de la población inicial, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos para conformar la muestra definitiva. Se incluyeron tomografías de pacientes mayores o iguales a 18 años, con presencia de zona retromolar edéntula mandibular unilateral o bilateral, campo de visión que abarcara completamente la región de interés y calidad de imagen suficiente para realizar mediciones reproducibles. La delimitación anatómica precisa de regiones posteriores mediante CBCT ha sido descrita como requisito esencial en estudios cuantitativos en implantología, dado que la correcta identificación del volumen de interés condiciona la validez de las mediciones densitométricas (Teixeira et al., 2024).

Se excluyeron tomografías que presentaran lesiones quísticas, tumorales o procesos infecciosos activos en la región de interés, antecedentes de injertos óseos o implantes previos en la zona retromolar mandibular, alteraciones anatómicas severas o presencia de artefactos metálicos que comprometieran la calidad de la imagen. La literatura reciente ha señalado que los artefactos por endurecimiento del haz y dispersión pueden alterar los valores obtenidos en CBCT, afectando la precisión de las mediciones óseas, por lo que su exclusión resulta metodológicamente indispensable (Al-Ekrish, 2020).

El tamaño muestral se determinó mediante cálculo estadístico utilizando el software G*Power versión 3.1.9.7, aplicando un modelo de comparación de medias para variables cuantitativas independientes, con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ y una potencia estadística $(1-\beta)$ de 0,90. Se consideró un tamaño del efecto moderado ($d = 0,4$), criterio frecuentemente empleado en estudios de análisis morfométrico óseo cuando no se dispone de datos

poblacionales específicos para la región evaluada (Wu et al., 2023). El cálculo obtenido fue contrastado con el número real de tomografías que cumplieron los criterios de selección, conformándose una muestra final de 104 estudios, valor consistente con investigaciones transversales recientes que evalúan estructuras alveolares posteriores mediante CBCT (Kim et al., 2020).

Técnica e instrumento de recolección de datos

La recolección de datos se realizó mediante análisis imagenológico retrospectivo de estudios de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), empleando como técnica principal la evaluación tridimensional de estructuras óseas en reconstrucciones volumétricas digitales. La CBCT constituye actualmente el estándar diagnóstico en la planificación implantológica, debido a su capacidad para proporcionar información tridimensional precisa con dosis de radiación reducida en comparación con la tomografía computarizada médica convencional, permitiendo evaluar espesor cortical, volumen trabecular y características morfométricas del reborde alveolar posterior (Bornstein et al., 2021).

El instrumento de recolección de datos estuvo constituido por los estudios CBCT almacenados en formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), lo que permitió la manipulación digital de las imágenes y el análisis cuantitativo de regiones específicas de interés. La utilización del formato DICOM en investigaciones odontológicas garantiza la conservación íntegra de la información radiológica original y facilita la estandarización de mediciones tridimensionales reproducibles (Qiao et al., 2023).

Las imágenes fueron procesadas mediante un software especializado en planificación implantológica (Blue Sky Plan® o equivalente), el cual permitió realizar reconstrucciones

multiplanares en cortes axial, sagital y coronal, así como la delimitación de volúmenes de interés (VOI) para el análisis densitométrico. El empleo de software específico de planificación virtual ha demostrado mejorar la precisión en la evaluación anatómica de regiones posteriores mandibulares, favoreciendo mediciones consistentes en estudios observacionales (Schnutenhaus et al., 2021).

La elección de la CBCT como instrumento diagnóstico se fundamentó en su utilidad demostrada para el análisis morfométrico del hueso alveolar en regiones posteriores complejas, donde la superposición de estructuras limita la precisión de técnicas bidimensionales convencionales. Investigaciones recientes han confirmado que la reconstrucción tridimensional mediante CBCT permite evaluar con mayor exactitud parámetros anatómicos críticos en implantología, especialmente en zonas retromolares mandibulares (Chen et al., 2024).

Asimismo, aunque los valores de densidad obtenidos mediante CBCT no corresponden estrictamente a unidades Hounsfield absolutas propias de la tomografía médica convencional, se ha evidenciado que los valores relativos de escala de grises pueden emplearse de manera confiable en análisis comparativos intraestudio cuando se mantienen condiciones estandarizadas de adquisición y procesamiento de imágenes (Ritter et al., 2020). En consecuencia, la técnica imagenológica empleada permitió obtener datos cuantificables de densidad ósea en la zona retromolar edéntula mandibular, constituyendo un método adecuado para la caracterización tridimensional del tejido óseo en el contexto de planificación preimplantaria.

Protocolo de adquisición de imágenes CBCT

Las imágenes tomográficas analizadas fueron adquiridas mediante un equipo de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) NewTom, perteneciente al centro radiológico

donde se desarrolló el estudio. Todas las exploraciones se realizaron siguiendo un protocolo técnico estandarizado, con el objetivo de garantizar homogeneidad en la calidad de imagen y reducir la variabilidad que pudiera influir en la evaluación cuantitativa de la densidad ósea. La estandarización de los parámetros de adquisición ha sido descrita como un requisito fundamental para asegurar reproducibilidad y confiabilidad en estudios tridimensionales aplicados a implantología (Bornstein et al., 2021).

Se empleó un campo de visión (FOV) de 10×10 cm, suficiente para abarcar completamente la región retromolar mandibular y las estructuras anatómicas adyacentes de interés clínico. El tamaño de voxel isotrópico utilizado fue de 0,15 mm, proporcionando alta resolución espacial adecuada para el análisis morfométrico del hueso cortical y trabecular. El equipo operó con un voltaje de 90 kV, manteniendo parámetros uniformes en todas las adquisiciones. Las imágenes fueron procesadas mediante el software NNT, asegurando consistencia en la reconstrucción multiplanar.

Durante la adquisición, los pacientes fueron posicionados en bipedestación con estabilización cefálica, asegurando una alineación adecuada del plano oclusal paralelo al piso y el centrado del eje sagital medio. La correcta estandarización del posicionamiento ha sido señalada como determinante para evitar distorsiones geométricas y errores en la reconstrucción multiplanar (Schnutenhaus et al., 2021).

Las imágenes fueron exportadas en formato DICOM sin compresión y almacenadas en la base de datos digital institucional, preservando la información original generada por el equipo. La conservación del archivo DICOM íntegro resulta esencial en estudios retrospectivos que

evalúan valores relativos de escala de grises, dado que modificaciones posteriores pueden alterar la interpretación densitométrica (Alshomrani, 2024).

Como se puede observar en la Figura 1, se presenta un ejemplo de reconstrucción tridimensional volumétrica obtenida mediante CBCT NewTom, correspondiente a la región mandibular posterior evaluada en el estudio, lo que permite visualizar la anatomía ósea y la orientación general del volumen analizado.

Figura 1

Reconstrucción tridimensional volumétrica obtenida mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) NewTom



Fuente: Elaboración propia

Procedimiento de análisis imagenológico

El análisis imagenológico se realizó mediante evaluación tridimensional sistemática de las tomografías CBCT previamente seleccionadas. El procedimiento fue ejecutado siguiendo una secuencia estandarizada que permitió garantizar uniformidad en la identificación anatómica, simulación virtual y medición densitométrica de la zona retromolar edéntula mandibular. La aplicación de protocolos estructurados en estudios tridimensionales ha demostrado mejorar la consistencia metodológica y reducir la variabilidad intraestudio en investigaciones implantológicas (Bornstein et al., 2021; Chen et al., 2024).

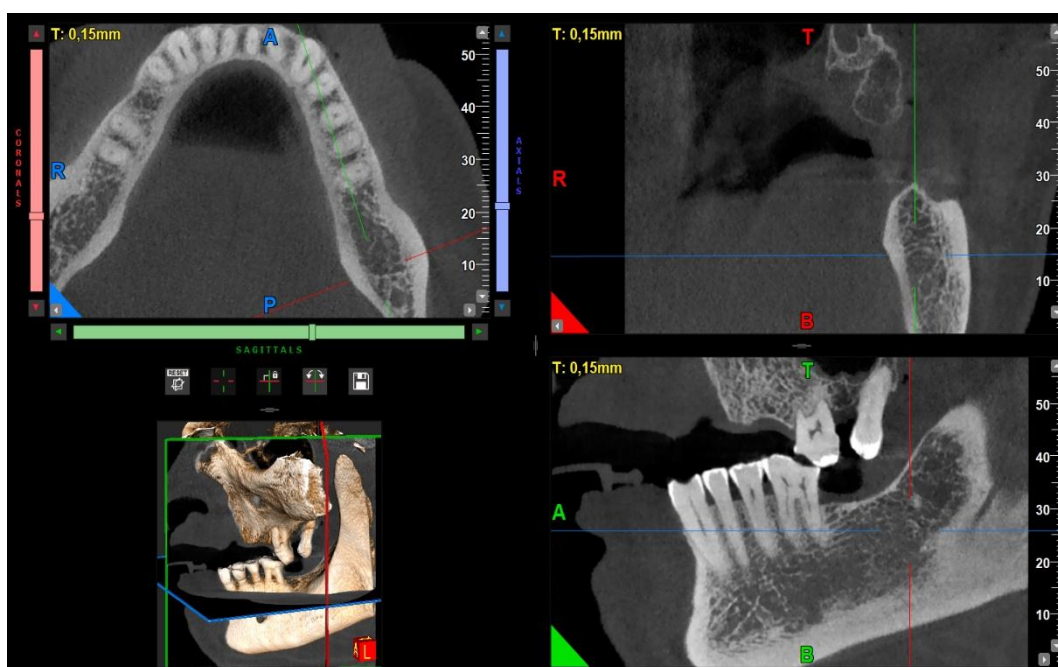
Inicialmente, cada archivo DICOM fue importado al software de planificación implantológica (Blue Sky Plan), donde se realizaron reconstrucciones multiplanares en cortes axial, sagital y coronal. Posteriormente, se procedió a la identificación precisa de la región retromolar mandibular edéntula, delimitando el volumen de interés (VOI). El VOI fue establecido considerando como límite anterior la cara distal del segundo molar inferior o su sitio edéntulo correspondiente; como límite posterior, el inicio de la rama ascendente mandibular; como límite superior, la cresta alveolar; y como límite inferior, una línea ubicada 2 mm por encima del conducto mandibular. Los límites vestibular y lingual estuvieron determinados por las corticales externas correspondientes.

Una vez identificada la región de análisis, se efectuó la estandarización del plano de referencia, alineando el plano axial paralelo al plano oclusal mandibular y ajustando el eje sagital medio para evitar distorsiones geométricas. Como se puede observar en la Figura 2, la reconstrucción multiplanar permitió visualizar simultáneamente los cortes axial, coronal y sagital, facilitando la correcta orientación espacial del volumen analizado y la identificación

precisa de las estructuras anatómicas de referencia. La correcta alineación multiplanar ha sido señalada como determinante para obtener mediciones tridimensionales confiables en CBCT (Pauwels et al., 2021).

Figura 2

Reconstrucción multiplanar de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) correspondiente a la región retromolar mandibular, mostrando cortes axial, coronal y sagital.



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se realizó la simulación virtual de un implante estándar de 3,75 mm de diámetro y 10 mm de longitud, posicionándolo en el centro del reborde alveolar siguiendo un eje protésicamente guiado, con fines exclusivos de estandarización del volumen de análisis. El uso de simulación virtual en planificación implantológica ha demostrado aportar precisión en la

delimitación de zonas anatómicas críticas y facilitar análisis comparativos estructurados (Qiao et al., 2023).

Para la medición densitométrica se definieron regiones de interés (ROI) circulares de 2 mm de diámetro. La ROI correspondiente a la cortical vestibular fue ubicada aproximadamente 2 mm apical a la cresta alveolar, centrada sobre la cortical externa vestibular dentro del volumen de interés (VOI). De manera equivalente, la ROI de la cortical lingual se posicionó a 2 mm apical a la cresta alveolar, sobre la cortical lingual y en el mismo plano axial que la ROI vestibular, con el fin de mantener consistencia en la comparación estructural.

La ROI trabecular central se ubicó en el tercio medio del volumen de interés, manteniendo una distancia mínima de 1 mm respecto a ambas corticales para evitar superposición estructural y garantizar que la medición correspondiera exclusivamente al componente trabecular del hueso alveolar. Para cada región se realizaron tres mediciones consecutivas, obteniéndose posteriormente un valor promedio utilizado para el análisis estadístico.

Variables del estudio

Las variables fueron definidas en función del objetivo principal del estudio, orientado a evaluar cuantitativamente la densidad ósea en la zona retromolar edéntula mandibular mediante CBCT. La adecuada delimitación y clasificación de variables constituye un componente esencial en investigaciones observacionales de carácter morfométrico, ya que permite establecer relaciones analíticas claras entre características anatómicas y parámetros densitométricos evaluados tridimensionalmente (Bornstein et al. 2021).

Se consideró como variable dependiente principal la densidad ósea expresada en valores relativos de escala de grises obtenidos a partir de regiones de interés (ROI) previamente delimitadas dentro del volumen de interés (VOI) establecido en la región retromolar mandibular. Las variables independientes correspondieron a factores demográficos que pudieran influir en el comportamiento estructural del tejido óseo, tal como ha sido descrito en estudios recientes de evaluación tridimensional alveolar mediante CBCT (Kong et al., 2021; Teixeira et al., 2024).

Dado que se seleccionó un único sitio retromolar mandibular por paciente, cada registro correspondió a una unidad de análisis independiente.

La clasificación operativa de las variables incluidas en el análisis se presenta en la Tabla

Tabla 1

Clasificación de las variables del estudio para la evaluación de la densidad ósea en la región retromolar mandibular mediante CBCT

Variable	Tipo	Rol
Edad	Cuantitativa continua	Independiente
Sexo	Cualitativa nominal dicotómica	Independiente
Lateralidad	Cualitativa nominal dicotómica	Independiente
Densidad cortical vestibular	Cuantitativa continua	Dependiente
Densidad cortical lingual	Cuantitativa continua	Dependiente
Densidad trabecular central	Cuantitativa continua	Dependiente
Promedio global retromolar	Cuantitativa continua	Dependiente

Fuente: Elaboración propia

Plan de análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron organizados en una base de datos digital y analizados mediante el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 26.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EE.UU.).

Inicialmente, se realizó un análisis descriptivo de las variables incluidas en el estudio. Las variables cuantitativas, correspondientes a los valores relativos de densidad ósea en escala de

grises, fueron expresadas mediante media y desviación estándar cuando presentaron distribución normal, o mediana y rango intercuartílico cuando no cumplieron dicho supuesto. Las variables cualitativas fueron descritas mediante frecuencias absolutas y porcentajes.

La normalidad de las variables cuantitativas se evaluó mediante la prueba de Kolmogorov–Smirnov, considerando un nivel de significancia de $p > 0,05$ para asumir distribución normal.

Para la comparación de los valores de densidad ósea entre grupos independientes (sexo y lateralidad), se empleó la prueba t de Student para muestras independientes cuando los datos presentaron distribución normal y homogeneidad de varianzas, evaluada mediante la prueba de Levene. En caso contrario, se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann–Whitney.

Para analizar la posible relación entre edad y valores de densidad ósea, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson cuando las variables presentaron distribución normal, o el coeficiente de correlación de Spearman en caso contrario.

Para la comparación entre la densidad cortical y trabecular, se utilizó la prueba t de Student para muestras pareadas cuando la diferencia entre ambas mediciones (cortical – trabecular) presentó distribución normal. En caso contrario, se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras pareadas. La normalidad para esta comparación fue evaluada sobre la distribución de la diferencia (cortical – trabecular) y no sobre cada variable por separado

La reproducibilidad intraobservador fue evaluada mediante el coeficiente de correlación intraclase (ICC), utilizando un modelo de efectos mixtos bidireccional con criterio de acuerdo absoluto para medidas individuales. Se consideraron valores superiores a 0,80 como indicativos de adecuada confiabilidad.

El nivel de significancia estadística se estableció en $p < 0,05$ para todas las pruebas inferenciales.

Hallazgos

La matriz completa de registros primarios utilizada para el análisis estadístico se presenta en la sección de Anexos del presente trabajo (Anexo 1). Dicha matriz incluye la identificación codificada de cada caso, las variables demográficas correspondientes y los valores densitométricos obtenidos en las regiones de interés previamente definidas. La inclusión de esta información complementaria permite garantizar transparencia metodológica y trazabilidad en el procesamiento de los datos.

Caracterización de la muestra

Se analizaron un total de 104 sitios retromolares mandibulares correspondientes a 104 pacientes adultos que cumplieron los criterios de inclusión establecidos. La edad promedio fue de $50,7 \pm 13,6$ años, con un rango comprendido entre 26 y 85 años. En cuanto a la distribución por sexo, el 52% ($n = 54$) correspondió al sexo femenino y el 48% ($n = 50$) al masculino. Respecto a la lateralidad del sitio evaluado, el 50% ($n = 52$) correspondió al lado derecho y el 50% ($n = 52$) al lado izquierdo.

La caracterización demográfica de la muestra se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2*Caracterización demográfica de la muestra (n = 104)*

Variable	n	%	Media ± DE	Rango
Edad (años)	—	—	50,7 ± 13,6	26–85
Sexo femenino	54	52%	—	—
Sexo masculino	50	48%	—	—
Lateralidad derecha	52	50%	—	—
Lateralidad izquierda	52	50%	—	—

Fuente: Elaboración propia

Análisis descriptivo de la densidad ósea

La evaluación de la normalidad mediante la prueba de Kolmogorov–Smirnov mostró distribución normal para las variables densitométricas ($p > 0,05$), permitiendo el uso de estadística paramétrica.

Los valores relativos de densidad ósea en escala de grises evidenciaron mayores valores en las corticales vestibular y lingual en comparación con la región trabecular central. La densidad cortical vestibular presentó una media de $602,4 \pm 55,8$, mientras que la cortical lingual

registró $580,3 \pm 52,1$. La densidad trabecular central mostró una media de $472,8 \pm 54,6$. El promedio global de densidad retromolar fue de $551,8 \pm 60,4$.

Los intervalos de confianza al 95% confirmaron estabilidad en las estimaciones descriptivas.

Tabla 3

Valores descriptivos de densidad ósea en la región retromolar mandibular (n = 104)

Variable	Media	DE	IC95%	Mín.	Máx.
Densidad cortical vestibular	602,4	55,8	591,6–613,2	500	680
Densidad cortical lingual	580,3	52,1	570,2–590,4	480	650
Densidad trabecular central	472,8	54,6	462,2–483,4	370	560
Promedio global retromolar	551,8	60,4	540,1–563,5	450	630

Fuente: Elaboración propia

Comparación entre regiones cortical y trabecular

Al comparar los valores medios de densidad cortical (promedio de vestibular y lingual) con la densidad trabecular central, se observó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$), evidenciando mayor densidad en las corticales en relación con el hueso trabecular.

Tabla 4

Comparación de densidad ósea entre regiones cortical y trabecular

Comparación	Media diferencia	p
Cortical vs Trabecular	118,7	< 0,001

Fuente: Elaboración propia

Dado que ambas mediciones corresponden al mismo sitio anatómico en cada paciente, la comparación cortical vs trabecular se realizó mediante prueba t de Student para muestras pareadas, evidenciándose una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$).

Confiabilidad intraobservador

La reproducibilidad intraobservador fue evaluada mediante el coeficiente de correlación intraclase (ICC) para cada una de las regiones de interés analizadas: cortical vestibular, cortical lingual y región trabecular central. El análisis mostró valores elevados de confiabilidad en todas las mediciones realizadas, con coeficientes superiores a 0,85, lo que indica un excelente nivel de consistencia en la repetición de las mediciones densitométricas. Estos resultados confirman la estabilidad del procedimiento de medición aplicado en el análisis imagenológico.

Tabla 5*Análisis de confiabilidad intraobservador*

Región evaluada	ICC	IC95%	Interpretación
Cortical vestibular	0,90	0,85–0,94	Excelente
Cortical lingual	0,92	0,87–0,95	Excelente
Trabecular central	0,89	0,83–0,93	Excelente

Fuente: Elaboración propia

Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la densidad ósea en la región retromolar edéntula mandibular mediante tomografía computarizada de haz cónico, utilizando valores relativos de escala de grises obtenidos a partir de regiones de interés estandarizadas. Los hallazgos evidenciaron que la densidad cortical, tanto vestibular como lingual, fue consistentemente superior a la densidad trabecular central, mostrando diferencias estadísticamente significativas entre ambas estructuras. Estos resultados reflejan el comportamiento anatómico esperado del tejido óseo mandibular posterior, caracterizado por una mayor mineralización en las corticales en comparación con el hueso trabecular, hallazgo que coincide con lo reportado por Kim et al. (2020), quienes describieron una correlación significativa entre el espesor cortical y la densidad trabecular en sitios implantológicos. Asimismo, el promedio global de densidad retromolar se mantuvo dentro de rangos coherentes

con valores reportados en estudios tridimensionales previos realizados en zonas edéntulas maxilares y mandibulares mediante CBCT (Al-Sudani et al., 2024). La evaluación de la confiabilidad intraobservador mostró un coeficiente de correlación intraclase elevado, lo que confirma una adecuada reproducibilidad de las mediciones y fortalece la validez interna del estudio.

Al comparar estos resultados con investigaciones previas que han evaluado parámetros densitométricos en regiones posteriores mandibulares mediante CBCT, se observa concordancia en la tendencia de mayor densidad cortical respecto al componente trabecular. Estudios recientes han señalado que la región retromolar presenta variabilidad estructural influenciada por factores anatómicos y funcionales, aunque mantiene un patrón de predominio cortical similar al observado en el presente análisis (Hassan et al., 2025). Las ligeras diferencias en valores absolutos entre investigaciones pueden atribuirse a variaciones en el tamaño de voxel, parámetros de adquisición, delimitación del volumen de interés y características propias del equipo utilizado, aspecto ampliamente documentado en la literatura (Patel et al., 2020). En este contexto, la estandarización aplicada en el presente estudio permitió minimizar fuentes de variabilidad técnica y facilitar comparaciones intraestudio consistentes.

Desde el punto de vista metodológico, la delimitación precisa del volumen de interés y la definición específica de regiones de interés para cortical y trabecular constituyen fortalezas relevantes del estudio. La utilización de un único sitio por paciente evitó dependencia estadística y redujo posibles sesgos derivados de mediciones bilaterales. Además, la aplicación de un protocolo estandarizado de orientación multiplanar y la simulación virtual con fines de referencia

geométrica contribuyeron a mejorar la precisión en la localización anatómica del área evaluada. Este tipo de protocolos estandarizados ha sido recomendado en estudios recientes de densidad ósea mediante CBCT para reducir errores asociados a la orientación y adquisición de imágenes (Al-Sudani et al., 2024). El elevado valor del coeficiente de correlación intraclase obtenido respalda la estabilidad de las mediciones y confirma que el procedimiento empleado es reproducible bajo las mismas condiciones técnicas.

Desde una perspectiva clínica, el predominio de densidad cortical observado en la región retromolar mandibular sugiere una adecuada calidad estructural del tejido óseo, lo cual no solo podría favorecer la estabilidad primaria de los implantes, sino también respaldar su potencial utilización como sitio donador de injerto óseo autólogo. La presencia de hueso con mayor componente cortical se asocia con una mayor resistencia mecánica y una menor tasa de reabsorción, características deseables en injertos en bloque utilizados en procedimientos de aumento óseo (Kim et al., 2020). En este sentido, la región retromolar ha sido descrita como una alternativa viable para la obtención de injertos intraorales, debido a ventajas como su proximidad al sitio receptor, la reducción del tiempo quirúrgico y una menor morbilidad en comparación con otras zonas donadoras extraorales (Hassan et al., 2025). Los hallazgos del presente estudio, al evidenciar valores densitométricos elevados en las corticales, aportan información relevante que podría respaldar su selección en procedimientos reconstructivos, especialmente en casos que requieren injertos de pequeña a mediana extensión.

No obstante, es importante considerar que la idoneidad de esta región como sitio donador no depende exclusivamente de la densidad ósea, sino también de factores como el volumen disponible, la anatomía local y la proximidad a estructuras neurovasculares. Por lo tanto, la interpretación de los resultados debe integrarse dentro de un enfoque clínico integral que

contemple tanto parámetros cuantitativos como consideraciones anatómicas y quirúrgicas. Desde la perspectiva implantológica, la caracterización densitométrica de la región retromolar mandibular continúa siendo relevante en la planificación prequirúrgica, ya que el conocimiento de la distribución relativa de densidad cortical y trabecular permite anticipar el comportamiento mecánico del tejido óseo, optimizar estrategias de fresado y mejorar la toma de decisiones terapéuticas, como también ha sido señalado en investigaciones radiográficas previas sobre pacientes edéntulos y dentados evaluados mediante CBCT (Patel et al., 2020). Asimismo, la utilización de CBCT como herramienta diagnóstica tridimensional refuerza su papel en la evaluación prequirúrgica racional, permitiendo integrar análisis morfométricos y densitométricos en un mismo estudio imagenológico.

En conjunto, los resultados obtenidos aportan evidencia descriptiva sobre la densidad ósea en la región retromolar edéntula mandibular y respaldan la utilidad del análisis tridimensional estandarizado mediante CBCT como herramienta válida para la evaluación estructural del hueso alveolar posterior, tanto en la planificación implantológica como en la valoración de esta región como potencial zona donadora de injerto óseo autólogo

Conclusiones

El análisis tridimensional mediante tomografía computarizada de haz cónico permitió evaluar la densidad ósea en la región retromolar edéntula mandibular, evidenciando un patrón estructural caracterizado por mayor densidad en las corticales vestibular y lingual en comparación con el componente trabecular central. Estos hallazgos reflejan la organización anatómica esperada del hueso alveolar posterior y se encuentran dentro de los rangos descritos en la literatura científica para regiones mandibulares posteriores. Asimismo, los resultados

obtenidos permiten considerar que la región retromolar mandibular presenta características estructurales favorables que podrían respaldar su utilización como potencial sitio donador de injerto óseo autólogo, aportando información relevante para la toma de decisiones clínicas tanto en procedimientos implantológicos como en técnicas de regeneración ósea.

Referencias

- Alshomrani, F. (2024). Cone-Beam Computed Tomography (CBCT)-Based Diagnosis of Dental Bone Defects. *Diagnostics*, 14(13), 1404. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14131404>
- Al-Sudani, R. J., Al-Khafaji, H. A., & Mohammed, A. M. (2024). Assessment of bone density in edentulous maxillae using cone beam computed tomography. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 14(2), 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2024.02.001>
- Ahmed, A. A., Ahmed, R. M., Jamleh, A., & Spagnuolo, G. (2021). Morphometric analysis of the mandibular canal, anterior loop, and mental foramen: A cone-beam computed tomography evaluation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3365. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073365>
- Bornstein, M. M., Scarfe, W. C., Vaughn, V. M., & Jacobs, R. (2014). Cone beam computed tomography in implant dentistry: A systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(Suppl.), 55–77. <https://doi.org/10.11607/jomi.2014suppl.g1.4>
- Chen, Y., Liao, Q., Wu, Y., He, R., Zhang, N., Liao, Y., & Lian, K. (2024). Study of the mandibular canal and its surrounding canals by multi-view cone-beam computed tomography. *Insights into Imaging*, 15(1), 103. <https://doi.org/10.1186/s13244-024-01676-x>
- Fouda, S. M., Ellakany, P., Madi, M., Zakaria, O., Al-Harbi, F. A., & El Tantawi, M. (2020). Do morphological changes in the anterior mandibular region interfere with standard implant

- placement? A cone beam computed tomographic cross-sectional study. *The Scientific World Journal*, 2020(1), 8861301. <https://doi.org/10.1155/2020/8861301>
- Hassan, A. H., Mahmoud, S. H., & Kareem, Z. T. (2025). Morphological and cortical bone assessment of the edentulous posterior mandible using CBCT. *Imaging Science in Dentistry*, 55(1), 33–42. <https://doi.org/10.5624/isd.2025.55.1.33>
- Hu, K.-F., Lin, S.-W., Lin, Y.-C., Jeng, J.-H., Huang, Y.-T., Liu, P.-F., Tseng, C.-J., & Chou, Y.-H. (2021). Using cone-beam computed tomography to assess changes in alveolar bone width around dental implants at native and reconstructed bone sites: A retrospective cohort study. *Journal of Personalized Medicine*, 11(10), 1011. <https://doi.org/10.3390/jpm11101011>
- Jacobs, R., Salmon, B., Codari, M., Hassan, B., & Bornstein, M. M. (2018). Cone beam computed tomography in implant dentistry: Recommendations for clinical use. *BMC Oral Health*, 18(1), 88. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0523-5>
- Kafedzhieva, A., Vlahova, A., & Chuchulska, B. (2025). Digital technologies in implantology: A narrative review. *Bioengineering*, 12(9), 927. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12090927>
- Kim, D. G., Huja, S. S., Lee, H. R., Tee, B. C., & Liu, Y. (2020). Relationship between cortical bone thickness and cancellous bone density at dental implant sites. *Diagnostics*, 10(9), 710. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10090710>

- Kong, Z., Wang, G., Liu, X., Ye, Z., Xu, D., & Ding, X. (2021). Influence of bone anatomical morphology of mandibular molars on dental implant based on CBCT. *BMC Oral Health*, 21(1), 528. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01888-3>
- Martins, L. A. C., Szalewski, L., Pałka, K., Kalinowski, P., Cavalcanti, M. G. P., & Różyło-Kalinowska, I. (2025). Repeatability of gray value-based bone density measurements in cone beam computed tomography (CBCT) images under different acquisition protocols. *BMC Oral Health*, 25(1), 1549. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-06760-2>
- Nelke, K., Chrzan, R., Zietek, M., & Dominiak, M. (2024). The occurrence of a rare mandibular retromolar triangle variation and its clinical significance. *Applied Sciences*, 14(9), 3924. <https://doi.org/10.3390/app14093924>
- Patel, S., Sharma, N., & Gupta, A. (2020). Radiographic evaluation of bone density in dentulous and edentulous patients using cone beam computed tomography. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 23(2), 250–256. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_320_19
- Pera, F., Vocaturo, C., Crupi, A., Longhi, B., Campagna, A., Fiorino, A., Gibello, U., & Rocuzzo, A. (2025). Impact of surgeons' experience on implant placement accuracy using a dynamic navigation system: A cadaver pilot study. *Prosthesis*, 7(1), 20. <https://doi.org/10.3390/prosthesis7010020>
- Qiao, S.-C., Wu, X.-Y., Shi, J.-Y., Tonetti, M. S., & Lai, H.-C. (2023). Accuracy and safety of a haptic operated and machine vision controlled collaborative robot for dental implant placement: A translational study. *Clinical Oral Implants Research*, 34(8), 839–849. <https://doi.org/10.1111/clr.14112>

- Ritter, L., Elger, M. C., Rothamel, D., Fienitz, T., Zinser, M., Schwarz, F., & Zöller, J. E. (2014). Accuracy of peri-implant bone evaluation using cone beam CT, digital intra-oral radiographs and histology. *Dentomaxillofacial Radiology*, 43(6), 20130088. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20130088>
- Sahoo, P. K., Awinashe, V., Bali, Y., Gupta, N., Parihar, A. S., Jagadeesh, K. N., & Babaji, P. (2021). A cone-beam computed tomography evaluation of bone density for insertion of pterygoid implants in dentulous and edentulous patients. *Tzu-Chi Medical Journal*, 34(1), 82–87. https://doi.org/10.4103/tcmj.tcmj_241_20
- Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). What is cone-beam CT and how does it work? *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707–730. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2008.05.005>
- Schnutenhaus, S., Wagner, M., Edelmann, C., Luthardt, R. G., & Rudolph, H. (2021). Factors influencing the accuracy of freehand implant placement: A prospective clinical study. *Dentistry Journal*, 9(5), 54. <https://doi.org/10.3390/dj9050054>
- Shina, L. O., & Hajee, S. I. (2025). Dose optimization of cone beam computed tomography: Measurement of parotid absorbed dose and image quality assessment. *Journal of Medicine and Life*, 18(3), 214–222. <https://doi.org/10.25122/jml-2024-0168>
- Teixeira, L. C. L., da Silva, B. G., Couto, M. K., Tolentino, E. de S., & da Silva, M. C. (2024). Bifurcation of the mandibular canal according to sex, age, and facial skeletal pattern: A morphological and morphometric study of cone beam computed tomography. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 46(7), 1073–1080. <https://doi.org/10.1007/s00276-024-03394-x>

- Wu, W., Song, L., Liu, J., Du, L., Zhang, Y., Chen, Y., Tang, Z., & Shen, M. (2023). Finite element analysis of the angle range in trans-inferior alveolar nerve implantation at the mandibular second molar. *BMC Oral Health*, 23(1), 928. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03641-4>
- Yu, J.-H., Wang, Y.-T., & Lin, C.-L. (2018). Customized surgical template fabrication under biomechanical consideration by integrating CBCT image, CAD system and finite element analysis. *Dental Materials Journal*, 37(1), 6–14. <https://doi.org/10.4012/dmj.2016-312>.

Anexos

Anexo 1. Tabla de registros primarios

Código	Edad	Sexo	Lateralidad	Vestibular	Lingual	Central	Promedio
CBCT 001	70	Masculino	Derecho	580	560	490	543,333
CBCT 002	80	Femenino	Izquierdo	610	590	450	550
CBCT 003	82	Masculino	Derecho	520	500	380	466,667
CBCT 004	47	Masculino	Izquierdo	600	570	460	543,333
CBCT 005	69	Femenino	Derecho	630	610	520	586,667
CBCT 006	30	Femenino	Izquierdo	540	520	410	490
CBCT 007	26	Femenino	Derecho	650	620	540	603,333
CBCT 008	40	Femenino	Izquierdo	510	490	400	466,667
CBCT 009	56	Masculino	Derecho	590	560	470	540
CBCT 010	49	Masculino	Izquierdo	500	480	390	456,667
CBCT 011	64	Femenino	Derecho	680	650	560	630
CBCT 012	27	Masculino	Izquierdo	520	500	410	476,667

CBCT 013	64	Femenino	Derecho	640	620	520	593,333
CBCT 014	31	Femenino	Izquierdo	630	600	510	580
CBCT 015	55	Masculino	Derecho	500	480	370	450
CBCT 016	36	Masculino	Izquierdo	650	630	540	606,667
CBCT 017	71	Femenino	Derecho	640	610	530	593,333
CBCT 018	63	Femenino	Izquierdo	670	640	550	620
CBCT 019	61	Masculino	Derecho	530	510	420	486,667
CBCT 020	56	Masculino	Izquierdo	620	600	500	573,333
CBCT 021	70	Femenino	Derecho	600	580	470	550
CBCT 022	85	Femenino	Izquierdo	520	500	390	470
CBCT 023	62	Masculino	Derecho	640	620	520	593,333
CBCT 024	70	Femenino	Izquierdo	630	600	510	580
CBCT 025	51	Masculino	Derecho	650	620	540	603,333
CBCT 026	54	Femenino	Izquierdo	540	520	410	490

CBCT 027	56	Femenino	Derecho	670	640	550	620
CBCT 028	63	Masculino	Izquierdo	580	560	470	536,667
CBCT 029	40	Masculino	Derecho	610	590	450	550
CBCT 030	49	Femenino	Izquierdo	520	500	380	466,667
CBCT 031	40	Masculino	Derecho	600	570	460	543,333
CBCT 032	40	Femenino	Izquierdo	630	610	520	586,667
CBCT 033	40	Masculino	Derecho	540	520	410	490
CBCT 034	40	Femenino	Izquierdo	650	620	540	603,333
CBCT 035	40	Masculino	Derecho	510	490	400	466,667
CBCT 036	40	Femenino	Izquierdo	590	560	470	540
CBCT 037	40	Masculino	Derecho	500	480	390	456,667
CBCT 038	40	Femenino	Izquierdo	680	650	560	630
CBCT 039	40	Masculino	Derecho	520	500	410	476,667
CBCT 040	40	Femenino	Izquierdo	640	620	520	593,333

CBCT 041	40	Masculino	Derecho	630	600	510	580
CBCT 042	40	Femenino	Izquierdo	500	480	370	450
CBCT 043	40	Masculino	Derecho	650	630	540	606,667
CBCT 044	40	Femenino	Izquierdo	640	610	530	593,333
CBCT 045	40	Masculino	Derecho	670	640	550	620
CBCT 046	40	Femenino	Izquierdo	530	510	420	486,667
CBCT 047	40	Masculino	Derecho	620	600	500	573,333
CBCT 048	40	Femenino	Izquierdo	600	580	470	550
CBCT 049	40	Masculino	Derecho	520	500	390	470
CBCT 050	40	Femenino	Izquierdo	640	620	520	593,333
CBCT 051	40	Masculino	Derecho	630	600	510	580
CBCT 052	40	Femenino	Izquierdo	650	620	540	603,333
CBCT 053	40	Masculino	Derecho	540	520	410	490
CBCT 054	52	Femenino	Izquierdo	670	640	550	620

CBCT 055	64	Masculino	Derecho	580	560	470	536,667
CBCT 056	39	Masculino	Izquierdo	610	590	450	550
CBCT 057	50	Femenino	Derecho	520	500	380	466,667
CBCT 058	53	Femenino	Izquierdo	600	570	460	543,333
CBCT 059	50	Masculino	Derecho	630	610	520	586,667
CBCT 060	69	Femenino	Izquierdo	540	520	410	490
CBCT 061	52	Femenino	Derecho	650	620	540	603,333
CBCT 062	40	Masculino	Izquierdo	510	490	400	466,667
CBCT 063	52	Femenino	Derecho	590	560	470	540
CBCT 064	73	Masculino	Izquierdo	500	480	390	456,667
CBCT 065	42	Femenino	Derecho	680	650	560	630
CBCT 066	61	Femenino	Izquierdo	520	500	410	476,667
CBCT 067	62	Femenino	Derecho	640	620	520	593,333
CBCT 068	38	Masculino	Izquierdo	630	600	510	580

CBCT 069	42	Femenino	Derecho	650	630	540	606,667
CBCT 070	55	Masculino	Izquierdo	640	610	530	593,333
CBCT 071	61	Femenino	Derecho	670	640	550	620
CBCT 072	39	Masculino	Izquierdo	530	510	420	486,667
CBCT 073	66	Femenino	Derecho	620	600	500	573,333
CBCT 074	41	Masculino	Izquierdo	600	580	470	550
CBCT 075	30	Femenino	Derecho	520	500	390	470
CBCT 076	38	Masculino	Izquierdo	640	620	520	593,333
CBCT 077	55	Femenino	Derecho	630	600	510	580
CBCT 078	67	Masculino	Izquierdo	650	620	540	603,333
CBCT 079	48	Femenino	Derecho	540	520	410	490
CBCT 080	39	Masculino	Izquierdo	670	640	550	620
CBCT 081	71	Femenino	Derecho	580	560	470	536,667
CBCT 082	63	Masculino	Izquierdo	610	590	450	550

CBCT 083	61	Femenino	Derecho	520	500	380	466,667
CBCT 084	56	Masculino	Izquierdo	600	570	460	543,333
CBCT 085	70	Femenino	Derecho	630	610	520	586,667
CBCT 086	85	Masculino	Izquierdo	540	520	410	490
CBCT 087	62	Femenino	Derecho	650	620	540	603,333
CBCT 088	70	Masculino	Izquierdo	510	490	400	466,667
CBCT 089	51	Femenino	Derecho	590	560	470	540
CBCT 090	54	Masculino	Izquierdo	500	480	390	456,667
CBCT 091	56	Femenino	Derecho	680	650	560	630
CBCT 092	63	Masculino	Izquierdo	520	500	410	476,667
CBCT 093	42	Femenino	Derecho	640	620	520	593,333
CBCT 094	55	Masculino	Izquierdo	630	600	510	580
CBCT 095	61	Femenino	Derecho	650	630	540	606,667
CBCT 096	39	Masculino	Izquierdo	640	610	530	593,333

CBCT 097	66	Femenino	Derecho	670	640	550	620
----------	----	----------	---------	-----	-----	-----	-----

CBCT 098	41	Masculino	Izquierdo	530	510	420	486,667
----------	----	-----------	-----------	-----	-----	-----	---------

CBCT 099	30	Femenino	Derecho	620	600	500	573,333
----------	----	----------	---------	-----	-----	-----	---------

CBCT 100	38	Masculino	Izquierdo	600	580	470	550
----------	----	-----------	-----------	-----	-----	-----	-----

CBCT 101	40	Femenino	Derecho	520	500	390	470
----------	----	----------	---------	-----	-----	-----	-----

CBCT 102	41	Masculino	Izquierdo	640	620	520	593,333
----------	----	-----------	-----------	-----	-----	-----	---------

CBCT 103	42	Femenino	Derecho	630	600	510	580
----------	----	----------	---------	-----	-----	-----	-----

CBCT 104	44	Masculino	Izquierdo	650	620	540	603,333
----------	----	-----------	-----------	-----	-----	-----	---------
