



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

Tesis

Estimación de la edad mediante volumen de la cavidad pulpar del tercer molar
inferior por tomografía computarizada, Lima 2026

Para optar el Título Profesional de
Cirujano Dentista

Presentado por:

Autor: Castañeda Ocola, José María

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2592-8800>

Asesor: Mg. Chumpitazi Huapaya, Alfonso Faustino

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1617-641X>

Lima – Perú

2026

	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

Yo,...Jose Maria Castañeda Ocola... 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 "...Estimación de la edad mediante volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada, Lima 2026...." Asesorado por el docente:Chumpitazi Huapaya,Alfonzo Faustino.....DNI ...75613466.....ORCID...0009-0006-2592-8800..... tiene un índice de similitud de 13 % (trece por ciento) con código OID 14912:602519790 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
 Jose Maria Castañeda Ocola
 DNI: ...75613466.....



.....
 Firma
 Alfonso Faustino Chumpitazi Huapaya
 DNI:41383108.....

Lima, 05.....de.....Agosto..... de...2026.....

MIEMBROS DEL JURADO

Presidente:

Secretario:

Vocal:

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia, quienes han sido mi mayor apoyo y motivación a lo largo de este camino. Gracias por su amor incondicional, por sus consejos y por estar siempre presentes en cada etapa de mi vida. Este logro también es de ustedes. A dios ya que él es el único que decide el destino y lo que uno merece., A mi pareja, por su compañía constante, su paciencia y su apoyo inquebrantable. Gracias por creer en mí, por impulsarme a seguir adelante y por ser un pilar fundamental en los momentos más difíciles. Con todo mi cariño, dedico esta tesis a quienes han hecho posible que este sueño se convierta en realidad.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la vida, la salud y la fortaleza necesarias para culminar esta importante etapa. Su guía y bendición han sido fundamentales a lo largo de este camino. A mi familia, por su amor incondicional, su apoyo constante y su confianza en mí. Gracias por estar siempre a mi lado, por motivarme a seguir adelante y por ser el pilar fundamental que hizo posible este logro. Con profunda gratitud, reconozco que este trabajo no habría sido posible sin su presencia, comprensión y aliento permanente.

A todos ustedes, que han puesto tanto de su parte para que hoy pueda cumplir este sueño, les dedico con todo mi corazón este logro.

Índice general

Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice general.....	vi
Índice de tablas	viii
Resumen.....	ix
Abstract	x
Introducción	x
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación.....	4
1.4.1 Teórica.....	4
1.4.2 Metodológica	4
1.4.3 Práctica.....	5
1.5 Limitaciones de la investigación.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.2 Bases teóricas.....	10
2.3. Formulación de hipótesis	15
2.3.1. Hipótesis general.....	15
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	16
3.1. Método de la investigación	16
3.2. Enfoque de la investigación	16
3.4. Diseño de la investigación	16
3.5. Población, muestra y muestreo	17
3.5.1 Población.....	17
3.5.2 Criterios de selección.....	17
3.5.3 Muestra.....	17

3.5.4 Muestreo	18
3.6. Variables y operacionalización	19
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.7.1. Técnica.....	21
3.7.2. Descripción de instrumentos.....	22
3.7.3. Validación	23
3.7.4. Confiabilidad.....	23
3.8. Procesamiento y análisis de datos.....	24
3.9. Aspectos éticos.....	24
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	25
4.1. Resultados.....	25
4.1.1. Análisis descriptivo de los resultados.....	25
4.1.2. Análisis inferencial.....	38
4.2. Discusión.....	39
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS.....	45
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	51
Anexo 2: Instrumento de recolección de datos	52
Anexo 3: Validación de instrumento	53
Anexo 4: Aprobación del Comité de Ética	58
Anexo 5: Constancia de realización de estudio de campo	59
Anexo 6: Consentimiento Informado.....	60
Anexo 8: Informe de Turnitin	61

Índice de tablas

Tabla 1 Estadísticos descriptivos del volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada, Lima 2026.	38
Tabla 2 Relación entre volumen pulpar promedio y edad cronológica.	39
Tabla 3 Resumen del modelo de regresión lineal para la estimación de la edad a partir del volumen pulpar promedio.	39
Tabla 4 Coeficientes del modelo de regresión lineal para la estimación de la edad a partir del volumen pulpar promedio.	40
Tabla 5 Diferencias entre la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar y la edad cronológica.	41
Tabla 6 Diferencias en la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar según el sexo.	42
Tabla 7 Prueba de regresión lineal.	43
Tabla 8 Prueba de r de Pearson para volumen de la cavidad pulpar y edad cronológica.	44
Tabla 9 Prueba T para las diferencias entre edad estimada y edad cronológica.	45
Tabla 10 Prueba t para diferencias de la edad estimada según sexo.	46

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue determinar la estimación de la edad mediante el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada en pacientes de Lima durante el año 2026. El estudio presentó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, con diseño no experimental, transversal y correlacional. La muestra estuvo conformada por 169 tomografías computarizadas de pacientes entre 18 y 40 años, seleccionadas mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. La recolección de datos se realizó mediante una ficha estructurada y el análisis volumétrico de la cavidad pulpar de las piezas 38 y 48 utilizando imágenes CBCT y software especializado. Para el análisis estadístico se empleó estadística descriptiva, prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, correlación de Pearson, regresión lineal y prueba t de Student, con un nivel de significancia de 0.05. Los resultados mostraron que la edad cronológica presentó una correlación negativa alta y estadísticamente significativa con el volumen pulpar promedio ($r = -0.792$; $p < 0.001$), indicando que a menor volumen pulpar correspondió mayor edad cronológica. El modelo de regresión lineal explicó el 62.7% de la variabilidad de la edad ($R^2 = 0.627$), con un error estándar de estimación de 4.21 años y un error absoluto promedio de 2.78 ± 2.17 años. Asimismo, no se encontraron diferencias significativas entre la edad estimada y la edad cronológica ($p = 0.988$). Según el sexo, se observó una ligera sobreestimación en mujeres y una leve subestimación en hombres. Se concluyó que el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior evaluado mediante tomografía computarizada constituye un método confiable y significativo para la estimación de la edad cronológica en población adulta.

Palabras clave: edad dental; Pulpa Dental; Tercer Molar; Tomografía Computarizada de Haz Cónico; salud bucal, prevención en salud.

Abstract

The aim of this study was to determine age estimation through the pulp cavity volume of the lower third molar using computed tomography in patients from Lima during 2026. The research had a quantitative approach, applied type, with a non-experimental, cross-sectional, and correlational design. The sample consisted of 169 computed tomography scans from patients aged 18 to 40 years, selected through non-probabilistic convenience sampling. Data collection was performed using a structured data sheet and volumetric analysis of the pulp cavity of teeth 38 and 48 through CBCT images and specialized software. Statistical analysis included descriptive statistics, Kolmogorov-Smirnov normality test, Pearson correlation, linear regression, and Student's t-test, with a significance level of 0.05. The results showed that chronological age presented a high and statistically significant negative correlation with mean pulp volume ($r = -0.792$; $p < 0.001$), indicating that lower pulp volume corresponded to higher chronological age. The linear regression model explained 62.7% of the variability in age ($R^2 = 0.627$), with a standard error of estimation of 4.21 years and a mean absolute error of 2.78 ± 2.17 years. Likewise, no significant differences were found between estimated age and chronological age ($p = 0.988$). According to sex, a slight overestimation was observed in females and a slight underestimation in males. It was concluded that the pulp cavity volume of the lower third molar assessed through computed tomography constitutes a reliable and significant method for chronological age estimation in the adult population.

Keywords: Age Teeth; Dental Pulp; Molar, Third; Cone-Beam Computed Tomography; Oral Health, Preventive health.

Introducción

La estimación de la edad cronológica representa un aspecto clave en los campos de la odontología forense y la identificación humana. En este contexto, el análisis del volumen de la cavidad pulpar se ha consolidado como un método confiable debido a los cambios fisiológicos que ocurren con el envejecimiento dental. El tercer molar inferior, por su variabilidad y desarrollo tardío, constituye una pieza de especial interés para este tipo de estudios. El uso de la tomografía computarizada permite obtener mediciones tridimensionales precisas y no invasivas, mejorando la exactitud de los resultados. En Lima, para el año 2026, esta metodología adquiere relevancia al contribuir con herramientas modernas para la estimación etaria en poblaciones locales.

El trabajo se estructuró en cinco capítulos, además de una sección de anexos. En primer lugar, se planteó el problema de investigación, junto con su relevancia, objetivos y limitaciones. Seguidamente, se elaboró el marco teórico, incorporando antecedentes, bases conceptuales e hipótesis. Posteriormente, se detalló la metodología, abarcando el diseño del estudio, la muestra, los instrumentos utilizados y los aspectos éticos y estadísticos. Luego, se procedió al análisis e interpretación de los resultados, para culminar con las conclusiones y recomendaciones, complementadas con anexos que reúnen información adicional.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La estimación forense de la edad cronológica es un elemento clave en los sistemas de justicia, salud y migración, ya que permite definir derechos, responsabilidades y condiciones legales, como la mayoría de edad y la identificación humana. En este contexto, la odontología forense desempeña un papel fundamental, debido a la alta resistencia de los dientes y a los cambios biológicos progresivos y predecibles que presentan a lo largo del tiempo, lo que los convierte en indicadores confiables para la estimación de la edad (1).

La literatura científica reciente muestra un incremento sostenido en el uso de métodos dentales para la estimación de la edad, en particular aquellos basados en técnicas radiológicas avanzadas; en adultos, la reducción progresiva del espacio pulpar, asociada al depósito de dentina secundaria, constituye un enfoque relevante para la estimación de la edad. La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) permite la cuantificación volumétrica tridimensional de la cavidad pulpar con mayor precisión y reproducibilidad que las técnicas bidimensionales. La evidencia científica reciente demuestra una correlación inversa fuerte y estadísticamente significativa entre el volumen pulpar y la edad cronológica, respaldando la utilidad de la CBCT en la estimación etaria (2).

Un metaanálisis publicado en Journal of Forensic Sciences señaló que las variaciones en los métodos de cuantificación del volumen pulpar, relacionadas con criterios de segmentación, tamaño de voxel, software y selección del diente, influyen significativamente en el error de estimación y en la relación entre edad y variables pulpares. Por ello, se recomienda la estandarización metodológica para fortalecer la validez externa y la aplicabilidad forense de los modelos propuestos (3). Asimismo, estudios primarios recientes han demostrado que, si bien la CBCT ofrece ventajas significativas, el desempeño predictivo varía según el tipo dentario, observándose asociaciones estadísticamente significativas, pero con porcentajes de varianza explicada moderados y una clara necesidad de calibración local (4,5).

Estudios recientes han analizado la utilidad de la razón pulpa/diente en terceras molares mediante CBCT, evidenciando diferencias significativas en la precisión entre piezas superiores e inferiores, lo que exige una adecuada selección del diente y del protocolo de análisis (6). Asimismo, investigaciones orientadas al tercer molar mandibular para la discriminación de rangos legales de edad resaltan que la capacidad predictiva depende de la claridad anatómica y de la reproducibilidad de los criterios radiológicos empleados (7,8).

A nivel de Latinoamérica, esta problemática se ve intensificada por la escasez de modelos volumétricos validados en poblaciones regionales. La mayoría de las ecuaciones propuestas para la estimación de la edad mediante CBCT provienen de poblaciones europeas, asiáticas o de Medio Oriente, lo que restringe su extrapolación debido a diferencias biológicas y contextuales. Además, los estudios latinoamericanos disponibles se han enfocado principalmente en dientes anteriores, como incisivos y caninos, manteniéndose un vacío de evidencia en relación con el tercer molar inferior (9).

En el Perú, la necesidad de herramientas confiables para la estimación de la edad se relaciona también con problemáticas sociales de alta magnitud. Datos oficiales del Registro

Nacional de Información de Personas Desaparecidas (RENIPED) evidencian un incremento sostenido de denuncias por desaparición, con más de 74,000 casos reportados entre 2021 y 2024 y un elevado porcentaje de personas no ubicadas, lo que incrementa la demanda de métodos científicos que contribuyan a la identificación humana (10,11). Si bien existe evidencia nacional que demuestra la factibilidad de estimar la edad a partir del volumen pulpar mediante CBCT, estas investigaciones no se han centrado específicamente en el tercer molar mandibular ni han generado modelos orientados a su aplicación en contextos forenses vinculados a umbrales legales (12).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la relación entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica mediante tomografía computarizada de haz cónico en pacientes de un centro radiológico de Lima durante el año 2026?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es la relación entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica?

¿Qué diferencia existe entre la edad cronológica y la edad estimada obtenida mediante el modelo predictivo basado en el volumen pulpar?

¿Existen diferencias de la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar según el sexo de los pacientes?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la relación entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica mediante tomografía computarizada de haz cónico en pacientes de un centro radiológico de Lima durante el año 2026.

1.3.2 Objetivos específicos

Analizar la relación entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica.

Comparar la edad cronológica y la edad estimada obtenida mediante el modelo predictivo basado en el volumen pulpar.

Evaluar las diferencias de la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar según el sexo de los pacientes.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Teórica

La investigación proporciona un resumen y aporte teórico, destacando resultados centrados en variables clave, como la tomografía computarizada. Este estudio se percibe como viable y factible, ya que estoy comprometido a abordar y superar posibles desafíos, tanto en la recopilación de datos como en el acceso a las instalaciones de la clínica de Radiología. La relevancia de esta investigación radica en mi capacidad para contribuir de manera significativa a la comprensión mejorada de la determinación de la edad y las estructuras anatómicas específicas, como la pulpa dental y sus elementos relacionados. Mi aporte científico tiene el propósito de coadyuvar al éxito en los tratamientos dentales y en sus posteriores controles, fortaleciendo así el conocimiento y las prácticas en el ámbito odontológico.

1.4.2 Metodológica

La investigación actual está basada en el uso de dos instrumentos validados. La selección de los participantes se realizará siguiendo un criterio de inclusión específico, considerando factores como el sexo de los participantes, el lado de la mandíbula donde se observe el hallazgo y la frecuencia de hueso cortical.

1.4.3 Práctica

Para el procesamiento y análisis de los datos recopilados se empleó el programa estadístico SPSS versión 26, herramienta que permitió organizar, analizar e interpretar la información obtenida de manera precisa y sistemática, facilitando la obtención de resultados válidos y confiables. La presente investigación posee relevancia práctica debido a que aporta evidencia científica sobre la utilidad del volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior evaluado mediante tomografía computarizada de haz cónico para la estimación de la edad cronológica. Los hallazgos obtenidos constituyen una contribución al campo de la odontología forense, ya que proporcionan información objetiva que puede ser empleada en procesos de identificación humana, determinación de edad en individuos sin documentación válida y apoyo en investigaciones de carácter legal y pericial. Asimismo, los resultados podrán servir como referencia para investigadores, docentes y profesionales vinculados a las ciencias forenses, promoviendo el desarrollo de modelos predictivos más precisos adaptados a la población peruana. La importancia de este estudio radica en la necesidad de disponer de métodos de estimación etaria confiables, reproducibles y mínimamente invasivos, considerando que la evidencia disponible en población peruana aún es limitada. En este sentido, la investigación contribuye a ampliar el conocimiento científico sobre los cambios volumétricos pulpares asociados al envejecimiento y fortalece la base de evidencia necesaria para optimizar la aplicación de técnicas de estimación de edad en el contexto odontológico-forense.

1.5 Limitaciones de la investigación

Limitación temporal:

El estudio se llevó a cabo durante un periodo específico en el año 2026, lo cual restringió la recolección de datos a un intervalo determinado. Esta delimitación temporal impidió observar posibles variaciones en el volumen de la cavidad pulpar a lo largo del tiempo. Asimismo, no se consideraron cambios longitudinales en los mismos individuos. Por ello, los resultados se interpretaron únicamente dentro del marco temporal establecido.

Limitación espacial

La investigación se desarrolló en la ciudad de Lima, circunscribiéndose a centros o instituciones específicas que contaban con tomografía computarizada. Esta delimitación geográfica limitó la diversidad de la muestra en términos de procedencia regional. En consecuencia, los hallazgos no pudieron generalizarse a otras poblaciones fuera de este contexto. Así, los resultados reflejaron únicamente las características del ámbito estudiado.

Limitación de población y unidad de análisis

La muestra estuvo conformada exclusivamente por individuos que presentaban tercer molar inferior y cumplían criterios de inclusión establecidos. Esto redujo la representatividad de otros grupos etarios o personas sin esta pieza dental. Además, se consideraron solo imágenes tomográficas con calidad adecuada para el análisis volumétrico. Por ello, los resultados solo aplican a la población estudiada.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Internacional:

Mangulkar et al (13), 2025 llevó a cabo un estudio con la finalidad de “Evaluar la precisión y confiabilidad de la estimación de la edad comparando las proporciones del volumen pulpa-esmalte de imágenes 3D con el método del índice coronal dental (TCI) utilizando radiografías panorámicas”. Este estudio prospectivo analizó 620 radiografías de participantes de 16 a 65 años, categorizados en cinco grupos de edad. Utilizando un muestreo aleatorio, se evaluaron

320 imágenes de cada una utilizando los dos métodos siguientes: Los análisis estadísticos se emplearon pruebas t, análisis de varianza y análisis de regresión. Un valor $p < 0,05$ se consideró estadísticamente significativo. Entre 320 dientes analizados, TCI mostró una correlación estadísticamente significativa con la edad solo para MX2 ($p < 0,05$). El error estándar de estimación para la predicción de la edad basada en TCI fue de 14,57 años, con ecuaciones de regresión pobres ($R^2 \approx 0$). El análisis PV/EV demostró una fuerte correlación con la edad ($R^2 > 0,8$), con un error estándar de 4,34 años. Las ecuaciones de regresión lineal derivadas para PV/EV proporcionaron predicciones de edad fiables. MX1, MX2 y MND2 PV/EV mostraron una correlación positiva significativa con la edad ($p < 0,01$), con un R^2 cercano a 1 para los predictores individuales. El sujeto más joven tenía 16 años y el mayor, 64. Conclusiones: Considerando ciertas limitaciones, este estudio concluyó que las imágenes 3D, en particular las que utilizan molares maxilares y mandibulares, demuestran una mayor precisión en la estimación de la edad en comparación con las imágenes 2D y muestran un potencial significativo para aplicaciones forenses.

Rathore et al (14), 2023 llevó a cabo un estudio con la finalidad de “Estimar las proporciones de volumen pulpar y dental (PTV) basadas en la edad cronológica en adultos de Uttar Pradesh, India, utilizando CBCT y software dental de conteo de vóxeles”. Se asignaron 36 tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) a tres grupos: I, II y III (12 en cada grupo) de forma aleatoria. El volumen pulpar premolar (PTV) se calculó mediante segmentación de imágenes con el software Xelis Dental. Se estableció una correlación entre la edad cronológica y el PTV mediante ecuaciones de regresión derivadas. Se determinaron la edad estimada y el error estándar. Los errores estándar de las estimaciones fueron 11,24 años (LI), 7,78 años (C) y 9,89 años (PM) para el grupo, siendo el más bajo para los caninos. La edad estimada se comparó con la edad cronológica. La diferencia entre la edad cronológica y la edad estimada mediante la ecuación derivada para el presente estudio no fue estadísticamente significativa ($p = 1,00$).

Los resultados del estudio muestran la viabilidad del cálculo de los índices PTV en CBCT para estimar la edad de la población establecida, siendo el canino el mejor predictor de la edad para la población de estudio actual

Salvatierra et al (15), 2023 llevó a cabo una investigación con el propósito de “Estimar la edad dental a partir del volumen pulpar de cinco categorías diferentes de dientes de una muestra peruana utilizando tomografía computarizada de haz cónico (CBCT)”. Se incluyeron en el estudio registros retrospectivos de CBCT de 231 pacientes (mujeres (134), hombres (97), edad: 12-60 años), categorizados en cinco grupos de edad diferentes (12-19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60 años y mayores). El volumen pulpar dental de cinco categorías de dientes (caninos superiores, incisivos centrales superiores izquierdos, primeros molares superiores izquierdos, primeros premolares inferiores izquierdos, primeros molares) se analizó utilizando el software Romexis® 5.3.3.5 para cada paciente. Se observó una reducción del volumen pulpar de los caninos superiores derecho e izquierdo con la edad. El volumen pulpar fue menor en personas de 60 años o más. El análisis de regresión lineal del volumen pulpar y la edad cronológica mostró un coeficiente de determinación del 30%, lo que sugiere una correlación débil. Se deriva una correlación débil entre la pulpa dental y la edad. Sin embargo, en el futuro, una muestra robusta y homogénea de dientes para diferentes grupos de edad podría establecer una ecuación de regresión fiable.

Du et al (16), 2022 emprendió una investigación exhaustiva con el propósito de “Validar la idoneidad del modelo de estimación de la edad en estadounidenses negros, que previamente se había establecido únicamente para la población china con base en el volumen de la cámara pulpar de los primeros molares obtenidos mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), y establecer un nuevo modelo de estimación de la edad para estadounidenses negros”. Se identificaron retrospectivamente 203 sujetos con exploraciones CBCT, incluidos 119 chinos y 84 afroamericanos. El rango de edad de los sujetos fue entre 11 y 87 años. Para ambas

poblaciones, se realizó una segmentación automatizada de la cámara pulpar 3D de los primeros molares mediante aprendizaje profundo, seguido del cálculo del volumen y la estimación de la edad mediante un modelo de regresión logarítmica, que se estableció en un estudio previo únicamente en la población china. Además, se realizó un análisis de regresión logarítmica por separado en afroamericanos. El rendimiento de la estimación de la edad se evaluó mediante el error absoluto medio (MAE), el error cuadrático medio (RMSE), la prueba de rangos con signo de Wilcoxon y el coeficiente de determinación (R^2) entre las edades humanas reales y estimadas. Al aplicar el modelo de estimación de edad establecido en el estudio previo, se observó una MAE = 7,994 años y un RMSE = 10,065 años en la población china, mientras que en la población afroamericana se observó una MAE = 14,049 años y un RMSE = 17,866 años. El nuevo modelo de estimación de edad establecido para la población afroamericana fue $EDAD = 89,752 - 21,176 \times \ln V$ (V = volumen de la cámara pulpar), con una MAE = 7,930 años, un RMSE = 10,664 años y un coeficiente de determinación (R^2) = 0,600. **Conclusiones:** Es necesaria una estimación de la edad específica de la población cuando se aplica en estadounidenses negros y chinos basándose en el volumen de la cámara pulpar de los primeros molares obtenidos mediante CBCT.

Tapahuasco (17), 2022 emprendió un análisis con la finalidad de “Comparar la analogía a través de la raíz del 3er. molar inferior y el canal dental inferior utilizando Radiografía Panorámica y Tomografía Computarizada de haz cónico (CBCT)”. Este estudio de investigación empleó un diseño descriptivo de tipo correlacionales con corte transversal; empleando la corroboración de Chi-cuadrado y la evaluación del coeficiente Kappa de Cohen. Estos métodos permiten evaluar y cuantificar la analogía entre la raíz del 3er. molar inferior y el canal dental inferior, permitiendo un análisis integral y preciso de los datos. Los resultados mostraron signos radiográficos panorámicos con una notoria relación en la fricción en medio de raíz del tercer molar inferior y el canal dental inferior. Se concluye que la coherencia y

fiabilidad de las observaciones a través de ambos métodos de imagen, sugiriendo una alta concordancia en la fricción entre el 3er. molar inferior y el canal dental inferior.

Cobos (18), 2022 se embarcó en un estudio con la finalidad de “Estimar la anatomía interna y externa que exhiben los premolares superiores a nivel radicular”. Este estudio, de enfoque descriptivo y corte transversal, empleó la tecnología del sistema Carestream Dental de la UPCH. La metodología permitió evaluar minuciosamente premolares superiores, revelando que el 74.5% del primer premolar y el 96.2% del segundo premolar tenían predominantemente una raíz dental con un solo conducto. Los resultados mostrados permiten entender la variabilidad en la morfología radicular en la práctica odontológica. Se concluye que los primeros premolares mayoritariamente presentaron la configuración del Tipo IV de Vertucci, con un mayor porcentaje de dientes con dos conductos, mientras que los segundos premolares exhibieron principalmente la configuración del Tipo I de Vertucci, con un significativo porcentaje de raíces dentales que tienen un solo conducto.

Perales et al. (19), 2022 realizaron una investigación con el propósito de “Compararon las edades dentales mediante los métodos de Nolla, Demirjian y Cameriere con las edades cronológicas de la población peruana”. La estructura del estudio se definió como observacional, descriptiva, de corte transversal y retrospectiva. El poblamiento inicial incluyó un general de 578 radiografías panorámicas de individuos con edades comprendidos entre 6 y 14 años. Las diferencias promedio entre las edades cronológicas y las edades dentales, conforme a los métodos de Nolla, Demirjian y Cameriere, fueron de -0,38, 0,96 y -0,29 años, correspondientemente. Es relevante señalar que el método de Demirjian evidenció una discrepancia estadísticamente significativa, al subestimar la edad en -0,91 años en la muestra total. Además, como resultado del análisis, se concluyó que el método de Cameriere fue el que mostró una mayor aproximación a la edad cronológica (20).

Molina et al (20), 2021 realizó una investigación con la finalidad de “Estimar la edad dental mediante la relación pulpa/volumen dental, medida en imágenes de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), en una población española”. Este estudio incluyó 313 dientes de 107 individuos adultos, 56 mujeres y 51 hombres con una edad media de 44 ± 14 años. El análisis estadístico de los resultados tuvo en cuenta la agrupación (múltiples dientes en individuos). Se construyeron modelos de regresión lineal sobre la relación entre la relación pulpa/volumen dental y la edad cronológica para cada tipo de diente. El valor más alto del coeficiente de determinación (R^2) lo proporcionaron los incisivos superiores (36,6%), y la diferencia entre la edad cronológica y la estimada fue inferior a 5 años en el 31,3% de la muestra y inferior a 10 años para el 65,7%. La CBCT es una técnica de imagen precisa para medir el volumen dental con una dosis de radiación relativamente baja, y puede utilizarse para evaluar la edad dental en adultos vivos. Los cambios volumétricos en la cavidad pulpar con el aumento de la edad resultaron valiosos para estimar la edad dental en esta población española.

Tofangchiha et al. (21), 2021 realizaron un estudio con el objetivo de “Estimar el valor predictivo positivo (VPP) de los indicadores radiográficos panorámicos en la evaluación de la correlación en medio de los terceros molares mandibulares impactados (TMMI) y el canal mandibular (CM)”. Analizaron 102 tomografías, revelando que el 90.1% de los (TMMI) mostraban contacto con el CM según las exploraciones por tomografía computarizada (TAC) y de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Los resultados indicaron que el ennegrecer del ápice de la raíz de los terceros molares mandibulares impactados y la interferencia con la línea blanca del CM tenían un VPP significativamente elevado para establecer la fricción dentro TMMI y el CM. Este estudio contribuye al entendimiento de la utilidad de las imágenes panorámicas en la evaluación de TMMI, destacando indicadores radiográficos específicos con un VPP confiable. Los resultados tienen importantes

implicaciones clínicas y ofrecen una base más precisa para la toma de decisiones en odontología.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Edad cronológica

Se define como el tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha de evaluación, expresado en años y meses. Es el referente “real” para la comparación de cualquier método de estimación de edad biológica, ya que se obtiene de documentos oficiales o registros clínicos. En investigaciones odontológicas y forenses, la EC se utiliza como estándar de comparación para determinar el nivel de precisión (error) y sesgo (sobre/infraestimación) de los métodos de edad dental (22).

2.2.2. Edad dental

La edad dental (ED) es un indicador de maduración biológica basado en el desarrollo dentario (formación y mineralización), la erupción, o cambios estructurales relacionados con la edad (por ejemplo, reducción de la cavidad pulpar por depósito de dentina secundaria). La ED es ampliamente usada en odontopediatría, ortodoncia, antropología y odontología forense por su aplicabilidad clínica y su relativa estabilidad frente a factores ambientales, comparada con otros marcadores biológicos (22).

2.2.3. Relación entre edad dental y edad cronológica

La relación ED–EC no siempre es equivalente. La literatura reciente sostiene que el desempeño de los métodos varía por población, sexo, rango etario, tipo de diente y método radiográfico. Por ejemplo, estudios comparativos en población infantil han reportado correlaciones fuertes entre ED y EC, pero con diferencias sistemáticas según el método:

Demirjian puede tender a sobreestimar en diversas poblaciones, mientras Cameriere puede acercarse más en ciertos contextos (23).

2.2.4 Estimación de la edad

El periodo temporal que abarca desde el nacimiento hasta un punto específico de referencia se conoce como "ciclo vital". Este ciclo se divide en diversas fases evolutivas que son discernibles por la presencia de características distintivas, las cuales incluyen la infancia, la juventud, la edad madura y la senectud. Cada una de estas etapas representa una transición y un desarrollo particular en la experiencia humana, marcada por cambios físicos, emocionales y sociales. (23)

2.2.5 Embriología

La formación de estos tejidos tiene inicio en la etapa embrionaria del organismo en desarrollo, cuando la invaginación del epitelio oral origina la yema dental, marcando el inicio del procedimiento ontogenético. Durante esta fase, las células del reborde neural se trasladan desde la zona dorsal del conducto neural hacia las curvas branquiales. Tales células, de naturaleza pluripotencial neuroepitelial, experimentan una transformación hacia un fenotipo mesenquimal. Tal disfunción es en el desplazamiento de estas células ectomesenquimales puede resultar en alteraciones en el desarrollo craneofacial (24).

2.2.6 Importancia dental en la estimación de la edad

La evaluación de las edades del paciente se sustenta en la identificación y medición de los sucesos a lo largo del proceso de desarrollo y evolución, porque, en su mayoría, siguen una secuencia constante. Por esta razón, el diente se convierte en un instrumento esencial para establecer la edad, ya que la formación y desarrollo de las piezas dentales ocurre de procedimiento continuo y gradual desde la etapa fetal hasta en los inicios años de la segunda

parte de la vida. Es importante señalar que existen variaciones debidas a factores nutricionales, hábitos de higiene y diversidades climáticas(23).

Cuando se lleva a cabo una evaluación pericial para considerar las edades cronológicas de pacientes, se determina la edad biológica del sujeto, la cual se ubica dentro de un intervalo de tiempo cuya precisión depende del lapso de la vida analizada y del modo utilizado. En la práctica pericial forense, la consideración de las edades varía considerablemente según el nivel de crecimiento dentario. En individuos cuyo desarrollo dental aún no está completo, es decir, aquellos con una edad cronológica inferior a la segunda década de vida, los métodos utilizados son más simples, precisos y con menor margen de error que en individuos que han concluido el desarrollo dental, ya que experimentan cambios degenerativos (24).

Es esencial destacar que, debido a la elevada composición mineral de los tejidos dentales, estos presentan una alta resistencia frente a agentes físicos como la energía, sustancias químicas y, por supuesto, a los procesos de descomposición. Esta característica permite su aplicación en la odontología forense con gran confiabilidad y eficacia (25).

Métodos para determinar la edad dental

La estimación de la edad dental se fundamenta en la progresión cronológica de la calcificación y erupción de los dientes, que sigue patrones relativamente predecibles en individuos en desarrollo. Este proceso ofrece un marcador biológico fiable para estimar la edad cronológica, especialmente en niños y adolescentes, ya que el desarrollo dentario se completa antes que muchas otras estructuras somáticas (26).

En contextos forenses y clínicos, la edad dental se utiliza para:

Evaluar crecimiento y desarrollo.

Determinar la mayoría de edad legal.

Apoyar procesos de identificación de menores.

Método de Demirjian

El método de Demirjian clasifica la formación de siete dientes mandibulares permanentes en ocho estadios de maduración dental. Es uno de los sistemas más ampliamente utilizados para estimar la edad en poblaciones pediátricas. Aunque desarrollada originalmente en poblaciones europeas, numerosas investigaciones han evidenciado variaciones poblacionales en su precisión, con resultados que suelen sobreestimar la edad cronológica en distintas cohortes (27).²

Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM clasifica el desarrollo dental en ocho etapas, asignando puntuaciones que se traducen en una edad dental estimada (28)).³

Método de Willems

El método de Willems es una modificación del modelo de Demirjian que ajusta las puntuaciones originales para reducir el sesgo de sobreestimación en algunas poblaciones. En estudios recientes se ha demostrado que la modificación de Willems mejora la precisión en estimaciones de edad dental en niños de diversas poblaciones, aunque se observa variabilidad según grupo étnico y geografía (27).

Método de Nolla

El método de Nolla clasifica el desarrollo dental en diez estadios (0–10), desde la ausencia de calcificación hasta el cierre completo del ápice radicular. Es ampliamente empleado en odontopediatría y ortodoncia para evaluar el grado de maduración dental.

Estudios recientes han mostrado que, si bien su aplicabilidad clínica es amplia, puede presentar variaciones en la estimación cuando se compara con métodos más actuales basados en análisis métrico (29).

Método de Moorrees, Fanning y Hunt

Este método describe catorce estadios detallados de formación coronaria y radicular, proporcionando un análisis más minucioso del desarrollo dental. Su principal ventaja radica en la sensibilidad para identificar etapas tempranas de formación radicular. No obstante, su aplicación requiere mayor entrenamiento y puede presentar variabilidad interobservador (30).

Método de Cameriere

El método de Cameriere se basa en la medición del ancho de los ápices abiertos en dientes permanentes mediante radiografía panorámica y la aplicación de una fórmula matemática de regresión. A diferencia de los métodos por estadios, este sistema es cuantitativo y reduce la subjetividad del evaluador.

Investigaciones recientes han demostrado que el método de Cameriere ofrece adecuada precisión en la estimación de edad en población pediátrica y adolescente, siendo uno de los más estudiados en la última década en el ámbito forense (31).

2.2.7. Implicancias de la edad cronológica y dental respecto a los dientes

En niños y adolescentes (dientes en formación)

La ED se apoya principalmente en estadios de desarrollo y mineralización (corona/raíz), y el cierre apical; por eso, en estos rangos la relación ED–EC suele ser más útil para diagnóstico del desarrollo, planificación ortodóncica y estudios de crecimiento. La presencia de sesgos por método (sobre/infraestimación) implica que un mismo estadio dentario puede corresponder a

edades cronológicas diferentes según población; por eso se enfatiza validar o ajustar métodos a la población estudiada (32).

En adolescentes tardíos y adultos jóvenes (tercer molar)

La tercera molar es especialmente relevante porque continúa su maduración cuando otros dientes ya finalizaron su desarrollo, por lo que se usa para umbral legal (≥ 18 años). La variabilidad en erupción, posición/impactación y diferencias por sexo/población hace que el I3M se interprete mejor con puntos de corte validados localmente (33).

En adultos (ya no hay desarrollo dentario)

La ED se basa más en cambios acumulativos: principalmente deposición de dentina secundaria que reduce la cavidad pulpar. La CBCT aporta ventaja porque permite medición volumétrica 3D (pulp/tooth volume ratio), disminuyendo limitaciones de la imagen 2D (superposición), aunque su precisión puede ser “moderada” y depende de protocolos de segmentación, tipo de diente y calidad de imagen (34).

2.2.9. Imágenes dentales

2.2.9.1 Evolución histórica

En 1925, Bodecker presentó la propuesta de establecer una correlación dentro de la edad cronológica y la generación de dentina secundaria. En sus explicaciones, destacó que dicho proceso tiene lugar después de que el diente ha alcanzado su completo desarrollo y posición oclusal. Bodecker indicó que la formación de depósitos adicionales de dentina secundaria en el último pulpar de la dentina básica conduciría a una reducción gradual de la cavidad pulpar a lo largo del tiempo. Asimismo, sugirió que esta influencia se haría más evidente en situaciones como la atrición o irritación, ya que se produciría una mayor

acumulación de dentina en el fondo de la cámara pulpar en comparación con el techo pulpar (35).

En 1950, Gustafson llevó a cabo el pionero estudio sobre la edad pulpar mediante radiografías, estableciendo una conexión entre la institución de dentina secundaria y la reducción de la cavidad pulpar. Este método, fundamentado en radiografías dental, se erige como una opción simple, veloz y evolucionado y se aplica tanto a individuos vivos como fallecidos (36, 37).

Con el tiempo, se han desarrollado y refinado diversas metodologías para estimar la edad dental, incluyendo la evaluación de la dentina secundaria. (38) La radiografía sigue siendo una herramienta fundamental en estos estudios, y la introducción de tecnologías como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ha permitido una estimación tridimensional más detallada de las estructuras dentales (39).

La comprensión de la correlación entre las edades cronológicas y la formación de dentina secundaria ha evolucionado desde las primeras observaciones hasta la aplicación de tecnologías avanzadas. La investigación continua en este campo contribuye a mejorar las técnicas de consideración de las edades dentales y a comprender mejor los procesos biológicos que ocurren en la cavidad pulpar a lo largo del tiempo (40).

2.2.9.2. Análisis de la pulpa dental como estimador de edades

El análisis de la pulpa dental como estimador de la edad es una práctica importante en odontología y medicina forense. La pulpa dental, ubicada en el centro del diente, experimenta cambios a lo largo del tiempo que pueden ser utilizados para estimar la edad de un paciente. Este enfoque se centra en la observación de las alteraciones morfológicas y la reducción progresiva de la cavidad pulpar a medida que avanza la edad. (7)

2.2.10. Tomografía computarizada

En el vasto campo de la odontología y la salud bucal, la correlación entre las edades cronológica y la formación de dentina secundaria ha sido finalidad de estudio al transcurso de la historia. Desde las primeras propuestas, como la de Bodecker en 1925, que estableció una correlación entre la edad y la formación de dentina secundaria, hasta los avances más recientes en técnicas de evaluación de la edad dental, la investigación en este ámbito ha evolucionado considerablemente. La evaluación de la edad en odontología ha transitado desde propuestas iniciales basadas en la observación de la dentición hasta métodos más avanzados que involucran tecnologías de imagenología como la tomografía computarizada (TC) y de haz cónico (CBCT). Estos métodos permiten una visión tridimensional detallada de las estructuras dentales, incluida la pulpa dental, lo que se ha vuelto fundamental en la estimación precisa de la edad. (41).

2.2.11. Tomografía computarizada de haz cónico (CBCT)

La determinación de la edad en el ámbito odontológico ha experimentado una evolución histórica significativa, desde enfoques simples hasta tecnologías avanzadas. La edad cronológica, que mide el tiempo transcurrido desde el nacimiento, se ha vuelto esencial en diversos contextos, incluyendo la odontología forense y la evaluación dental (42). El método inicial de radiografías dentales, propuesto por Gustafson en la década de 1950, marcó un hito al relacionar la formación de dentina secundaria con el estrechamiento de la cavidad pulpar. (43)

La pulpa dental, en su fase inicial, presenta una cámara pulpar extensa con una configuración externa similar al diente mismo. A lo largo del tiempo, diversos estímulos, internos y externos, provocan una reducción gradual de su tamaño, con la formación simultánea de depósitos de dentina secundaria en las paredes pulpar, generando alteraciones morfológicas. Este proceso evolutivo se ha utilizado como indicador de la edad dental en adultos. (44)

La tecnología ha revolucionado la evaluación dental, y la Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) se erige como un recurso avanzado en radiología odontológica. Este método, centrado en la región craneofacial, emplea un haz de rayos X cónico y realiza una rotación completa alrededor del paciente, capturando imágenes desde múltiples ángulos para una reconstrucción tridimensional detallada. La CBCT ofrece vóxeles isotrópicos y una reducción de la dosis de radiación, haciéndola especialmente útil en la planificación de implantes dentales, diagnóstico de patologías orales y evaluación de estructuras óseas y dentales. (45)

La investigación en la correlación entre la edad y la dimensión de la cavidad pulpar se basa en la aplicación de esta tecnología avanzada. El análisis del complejo dentina-pulpar, junto con mediciones de longitud, área o volumen mediante técnicas de imagen, se presenta como un enfoque valioso para la valoración de las edades dentaria. La implementación de la CBCT en la práctica clínica requiere consideraciones éticas, como la dosis de radiación y las limitaciones en la interpretación de ciertas estructuras (46).

2.2.12 Dosis radiológica de CBTC

La dosis radiológica en Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) es un aspecto crítico a considerar debido a la exposición a radiación ionizante. Aunque la CBCT ha demostrado una reducción significativa de la dosis en comparación con la Tomografía Computarizada convencional (TC), aún es esencial entender y manejar la cantidad de radiación administrada a los pacientes. Las unidades de CBCT se clasifican según el volumen de la imagen o el campo de visión (Field Of View, FOV) (37). La dosis de radiación se determina según la región de la cavidad oral que se escaneará, el tipo de equipo utilizado y el tamaño del FOV. La medida comúnmente utilizada para la radiación es el micro Sievert (μSV), equivalente a un micro Joule por kilogramo (μJkg^{-1}) (44).

Los equipos con FOV grandes, que comprenden un alto similar o superior a 16 cm, son beneficiosos para cefalometrías volumétricas y ofrecen una visualización completa del macizo facial. Aquellos con FOV medio cubren aproximadamente el 45% del macizo facial, mientras que los equipos con FOV pequeño se enfocan en áreas específicas, con un volumen promedio de alrededor de 4 x 5 cm (39).

Estos últimos son especialmente útiles en el campo de la endodoncia, ya que proporcionan una resolución de imagen superior, permitiendo un detalle preciso de la zona de interés. A pesar de las ventajas de la CBCT, es crucial optimizar la dosis de radiación y limitarla tanto como sea posible sin exponer la cualidad de la imagen. Los avances tecnológicos han permitido reducir la dosis a niveles que pueden ser equivalentes o incluso inferiores a los de radiografías convencionales en algunas situaciones (45).

Sin embargo, la optimización de la dosis debe equilibrarse con la necesidad de obtener imágenes diagnósticas de alta calidad. La elección del FOV y la consideración cuidadosa de la indicación clínica son aspectos clave para minimizar la exposición del paciente. Además, es fundamental seguir las pautas y directrices de radioprotección para garantizar que los beneficios diagnósticos superen los riesgos asociados con la radiación. En la práctica, los profesionales deben estar actualizados en las mejores prácticas y ajustar la configuración del equipo según la situación clínica específica (46).

2.2.13 Limitaciones de CBCT

La evolución histórica en la correlación entre las edades cronológicas y la generación de dentina secundaria ha sido un área de constante exploración en odontología. A lo largo de los años, diversos estudios han buscado comprender y correlacionar la formación de pulpa dentaria secundaria con la edad cronológica de los individuos. Gustafson, en 1950, realizó un estudio pionero que estableció una conexión entre la formación de pulpa dentaria secundaria y

el angostamiento de la cavidad pulpar (44). Su enfoque, basado en radiografías, marcó el inicio de la aplicación de métodos no invasivos para estimar la edad pulpar. Esta metodología ha evolucionado con el tiempo, incorporando avances tecnológicos como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), específicamente diseñada para aplicaciones en odontología. La dentometría, centrada en la medición de variables clave, como el volumen de los caninos y premolares, ha sido una herramienta valiosa en la determinación de la edad dental. Este análisis se apoya en parámetros como el diámetro mesiodistal y bucolingual, así como la altura de la corona y la raíz. La aplicación de métodos odontológicos con fines médico-legales ha destacado la capacidad única de los dientes para resistir agentes descomponedores y servir como elementos identificativos en odontología forense. La cámara pulpar, ubicada en la región coronal del diente, se ha convertido en un recurso relevante para la estimación de la edad dental en adultos (43).

A medida que un diente envejece, la cavidad pulpar experimenta cambios, desde una configuración extensa hasta una reducción gradual, acompañada de la formación de dentina secundaria en las paredes pulpar, generando alteraciones morfológicas. La introducción de tecnologías como la tomografía computarizada ha mejorado la capacidad de diagnóstico en odontología. La CBCT, al proporcionar una estimación tridimensional del sistema de conductos radiculares, ha permitido una apreciación detallada de la morfología interna de los dientes. Sin embargo, a pesar de sus ventajas, la CBCT presenta limitaciones, como la radiación ionizante y la posibilidad de artefactos (43).

2.2.9 La evaluación mediante tomografías

La evaluación mediante tomografías, específicamente la tomografía computarizada (TC) y la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), constituye un instrumento fundamental en el área de la odontología para obtener imágenes detalladas y tridimensionales

de las estructuras orales. Estas técnicas han revolucionado la capacidad de diagnóstico y planificación en la práctica odontológica, proporcionando información precisa sobre la anatomía dental y maxilofacial. La tomografía computarizada (TC) es una técnica que combina radiografías y tecnología computarizada para generar imágenes transversales detalladas del cuerpo (46). En odontología, la TC se utiliza para evaluar estructuras como los dientes, la mandíbula y otras áreas maxilofaciales. Proporciona información valiosa sobre la posición de los dientes, la calidad del hueso, la presencia de quistes u otras anomalías (47).

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) es variante de la TC que se ha vuelto fundamental en odontología. A diferencia de la TC convencional, la CBCT emplea un haz de rayos X cónico, se efectúa un giro completa en torno de los pacientes y captura información en 360 grados. Esta técnica ofrece imágenes tridimensionales de alta resolución, lo que la hace especialmente útil para visualizar las estructuras dentales en detalle. La evaluación mediante tomografías es crucial en la planificación de tratamientos odontológicos, como la colocación de implantes dentales, extracciones de dientes impactados y cirugías ortognáticas (46).

Permite a los profesionales visualizar con precisión las relaciones anatómicas, evaluar la densidad ósea, identificar posibles complicaciones y mejorar la precisión en la toma de decisiones clínicas. Aunque estas técnicas ofrecen ventajas significativas en términos de diagnóstico, es importante considerar la dosis de radiación asociada, especialmente en la tomografía computarizada convencional. La CBCT, por otro lado, ha mejorado la relación beneficio-riesgo al reducir la dosis de radiación en semejanza con la TC convencional, haciéndola más segura para los pacientes. (48).

2.2.9.1. Estudios sobre edad y volumen pulpar visto con tomografías Cone Beam

Los estudios que abordan la correlación entre las edades y la dimensión pulpar utilizando tomografías Cone Beam (CBCT) han contribuido significativamente al campo de la odontología, ofreciendo una perspectiva tridimensional detallada de las estructuras dentales y pulpar. (9) En estos estudios, la utilización de tecnología CBCT permite la captura de imágenes precisas de la cavidad pulpar y sus cambios asociados con el envejecimiento (49). Algunos de estos estudios han investigado cómo el volumen de la cavidad pulpar puede variar a lo largo de diferentes etapas de la vida y si existen patrones específicos en relación con la edad cronológica (42).

La capacidad del CBCT para proporcionar imágenes tridimensionales detalladas permite una evaluación más completa de la morfología pulpar en comparación con las técnicas radiográficas convencionales. Esto es especialmente relevante en la estimación de las edades dentales, donde la evaluación de la pulpa dentaria secundaria y la reducción de la cavidad pulpar con el tiempo son indicadores importantes (49).

Los resultados de estos estudios pueden tener implicaciones tanto en el campo de la odontología clínica como en la odontología forense. En la práctica clínica, comprender cómo cambia el volumen pulpar con la edad puede ser valioso para la planificación de tratamientos, la identificación de patologías y la toma de decisiones clínicas (48).

En el ámbito forense, la correlación entre la edad y la morfología pulpar puede ser utilizada para estimar las edades de un paciente a partir de restos dentales (50).

Es crucial considerar la diversidad de la población y factores individuales que pueden influir en la correlación entre las edades y la dimensión pulpar. Además, la estandarización de los métodos de medición y la validación de estos enfoques son aspectos importantes para garantizar la confiabilidad y la reproducibilidad de los resultados (51,52).

2.3. Formulación de hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Hi: Existe relación significativa entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada, Lima 2026.

Ho: No existe relación significativa entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada, Lima 2026.

2.3.2. Hipótesis específicas

Hi¹: Existe relación significativa entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica.

Ho: No existe relación significativa entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica.

Hi²: Existe diferencias significativas entre la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar y la edad cronológica.

Ho: No existe diferencias significativas entre la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar y la edad cronológica.

Hi³: Existe diferencias en la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar según el sexo.

Ho: No existe diferencias en la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar según el sexo.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

El estudio fue de tipo hipotético-deductivo, dado que este enfoque permitió el desarrollo sistemático de la investigación científica, partiendo de fundamentos teóricos previamente establecidos para formular hipótesis que serán sometidas a verificación empírica. A través de este método, se dedujeron consecuencias observables que fueron contrastadas mediante el análisis de los datos obtenidos (53).

3.2. Enfoque de la investigación

El presente estudio adoptó un enfoque cuantitativo, ya que se orientó a la medición objetiva y al análisis estadístico del volumen de la cavidad pulpar de la tercera molar inferior mediante tomografía computarizada. A través de la recolección sistemática de datos numéricos, se buscó estimar la edad cronológica de los pacientes atendidos en un centro radiológico especializado de Lima durante el año 2026. Los resultados permitieron establecer relaciones y modelos predictivos basados en variables medibles, garantizando precisión, validez y reproducibilidad científica. Este enfoque facilitó la obtención de conclusiones sustentadas en evidencia empírica y análisis estadístico riguroso (54).

3.3. Tipo de investigación

Se desarrolló un tipo de investigación aplicada, ya que buscó generar conocimiento con utilidad práctica en el ámbito odontológico y forense. El estudio permitió estimar la edad cronológica a partir del volumen de la cavidad pulpar de la tercera molar inferior mediante tomografía computarizada, aplicando herramientas diagnósticas actuales. Los resultados que se obtuvieron contribuyen a mejorar los métodos de estimación de edad en poblaciones atendidas en centros radiológicos especializados (52). De este modo, la investigación aportó evidencia científica útil para la práctica clínica y pericial en la ciudad de Lima durante el año 2026.

3.4. Diseño de la investigación

El presente estudio fue de enfoque no experimental, ya que no se manipularon de manera directa las variables independientes ni se intervino en las condiciones propias de la investigación, limitándose a la observación y análisis de los datos obtenidos (54).

Corte. - diseño transversal u horizontal, dado que la recolección de la información se realizó en un período de tiempo específico. El corte del estudio permitió analizar la relación entre la edad y el volumen de la cavidad pulpar de la tercera molar inferior mediante tomografía computarizada (55).

Alcance. - el alcance de la investigación fue descriptivo y correlacional, aplicado a pacientes atendidas en un centro radiológico especializado de Lima durante el año 2026 (54).

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1 Población

Población estuvo conformada por 300 tomografías.

3.5.2 Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Tomografías computarizadas de pacientes de ambos sexos de 18 a 40 años atendidos en un centro radiológico especializado de Lima durante el año 2026.
- Presencia de ambas terceras molares inferiores claramente identificables en la tomografía computarizada.
- Tomografías con calidad diagnóstica adecuada, que permitan la correcta visualización y medición del volumen de la cavidad pulpar.
- Pacientes con edad cronológica registrada y verificable, consignada en la base de datos del centro radiológico.
- Terceras molares inferiores sin tratamientos previos ni alteraciones severas que modifiquen la anatomía pulpar.

Criterios de exclusión

- Tomografías computarizadas que presenten artefactos, distorsiones o baja resolución que dificulten la medición del volumen de la cavidad pulpar.
- Terceras molares inferiores con tratamiento endodóntico, restauraciones extensas o materiales intracamerales.
- Tomografías que evidencien presencia de caries profundas, pulpitis, necrosis pulpar, tratamiento endodóntico previo, calcificaciones pulpares (pulpolitos), reabsorciones radiculares internas o externas, fracturas coronarias o radiculares, lesiones periapicales (granulomas, quistes o abscesos), así como patologías odontogénicas o maxilomandibulares (quistes dentígeros, tumores odontogénicos o displasias óseas) que puedan alterar la morfología dentaria o el volumen de la cavidad pulpar.
- Terceras molares inferiores con caries profundas, fracturas coronarias o desgaste severo que comprometan la cavidad pulpar.
- Registros tomográficos con datos incompletos, inconsistentes o no verificables respecto a la edad cronológica del paciente.

3.5.3 Muestra

Se aplicó la fórmula diseñada para variables cualitativas cuando se trabaja con poblaciones finitas:

$$\frac{k^2 N p q}{e^2 (N - 1) + k^2 p q}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población total= 300

P = Probabilidad de aparición de un suceso = 0.5

Q = Probabilidad de no ocurrencia de un suceso = 0.5

E = Error muestral o estimación permitido = 5% = 0.05

Z = Constante para medir nivel de confianza = 1.96

$$n = \frac{1.96^2 \times 300 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2 \times (300 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 168.7$$

Finalmente, la muestra quedó conformada por 169 tomografías de la clínica dental plusdent en Lima.

3.5.4. Tipo de muestreo

El tipo de muestreo que se utilizó fue no probabilístico por conveniencia, ya que la selección de las unidades de análisis se realizó a partir de tomografías computarizadas disponibles en el archivo del centro radiológico especializado. Las muestras fueron seleccionadas considerando el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión

establecidos, sin que todos los elementos de la población tengan la misma probabilidad de ser elegidos. Este tipo de muestreo resulta pertinente debido al carácter observacional y retrospectivo del estudio, así como a la accesibilidad de los registros imagenológicos.

3.6. Variables y operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA / INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN	ESCALA VALORATIVA
Volumen de la cavidad pulpar)	Espacio anatómico interno ocupado por tejido pulpar dentro del tercer molar inferior, el cual disminuye progresivamente con la edad debido al depósito de dentina secundaria.	Medición tridimensional del volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior (38 y/o 48) obtenida mediante imágenes CBCT y software de segmentación volumétrica.	Volumen pulpar coronario	mm ³ de cavidad pulpar coronaria	Observación radiográfica CBCT / Software de segmentación 3D	Razón	Valor continuo (mm ³)
			Volumen pulpar radicular	mm ³ de cavidad pulpar radicular	Observación radiográfica CBCT / Software de segmentación 3D	Razón	Valor continuo (mm ³)
			Volumen pulpar total	mm ³ total de cavidad pulpar	Observación radiográfica CBCT / Software de segmentación 3D	Razón	Valor continuo (mm ³)
Edad cronológica	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha de realización de la tomografía computarizada.	Edad registrada en años cumplidos según documento de identidad e historia clínica del paciente al momento del examen tomográfico.	Edad biológica registrada	Años cumplidos	Revisión documental / Ficha de recolección de datos	Razón	Valor continuo (años)
Sexo biológico	Característica biológica determinada por diferencias anatómicas y fisiológicas entre hombres y mujeres.	Sexo consignado en la historia clínica y registro tomográfico del paciente.	Sexo masculino	Masculino	Revisión documental / Ficha de datos	Nominal dicotómica	Masculino
			Sexo femenino	Femenino	Revisión documental / Ficha de datos	Nominal dicotómica	Femenino

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica

Se empleó una metodología de carácter observacional, basada en la recopilación y análisis sistemático de información sin intervención directa del investigador sobre las variables de estudio.

Procedimientos:

Para la ejecución y aplicación del instrumento, en primer lugar se gestionó la autorización correspondiente ante el centro radiológico especializado donde se realizará el estudio.

Posteriormente, se procedió a la selección de las tomografías computarizadas de pacientes que cumplan con los criterios de inclusión establecidos.

Las imágenes fueron analizadas mediante un software especializado, a través del cual se realizó la medición del volumen de la cavidad pulpar de la tercera molar inferior.

Los datos obtenidos fueron registrados de manera sistemática en una ficha de recolección de datos diseñada para el estudio, garantizando la confidencialidad y el anonimato de la información.

Finalmente, la información recopilada fue organizada y preparada para su posterior análisis estadístico.

3.7.2. Descripción de instrumentos

El instrumento utilizado en la presente investigación estuvo constituido por una ficha de recolección de datos estructurada y software de segmentación volumétrica, diseñada específicamente para registrar información demográfica y mediciones volumétricas obtenidas a partir de tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT). Esta ficha permitió organizar de manera sistemática los datos necesarios para establecer la relación entre la edad cronológica y el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior.

La ficha incluyó las siguientes variables: código de identificación (ID), sexo, edad cronológica, presencia y condición del tercer molar inferior izquierdo (38) y derecho (48), así como el volumen pulpar correspondiente a cada pieza dental expresado en milímetros cúbicos (mm^3). El código ID fue asignado de manera correlativa con la finalidad de preservar la confidencialidad de los pacientes. El sexo fue registrado según la información consignada en la historia clínica del centro radiológico. La edad cronológica se determinó en años cumplidos al momento de la toma tomográfica, calculada a partir de la fecha de nacimiento y la fecha de realización del estudio.

La medición del volumen pulpar se realizó mediante análisis volumétrico tridimensional utilizando imágenes obtenidas por tomografía computarizada de haz cónico. Las imágenes fueron exportadas en formato DICOM y procesadas en un software especializado de segmentación tridimensional validado para análisis morfométrico dental. Previamente al proceso de medición, se verificó que el tercer molar inferior se encuentre completamente formado y con cierre apical completo, descartando piezas con alteraciones estructurales o patológicas que puedan modificar el volumen real de la cavidad pulpar.

El procedimiento de medición consistió en la correcta orientación del diente en los planos axial, sagital y coronal, con el fin de evitar distorsiones en la segmentación. Posteriormente, se realizó la delimitación manual o semiautomática de la cavidad pulpar en cada uno de los cortes tomográficos, identificando los límites anatómicos entre la dentina y el espacio pulpar mediante diferencias de densidad. Se procedió al trazado preciso del contorno pulpar a lo largo de toda la extensión coronaria y radicular del diente. Una vez completada la segmentación en todos los cortes, el software generó una reconstrucción tridimensional de la cavidad pulpar y calculó automáticamente el volumen total, el cual será registrado en milímetros cúbicos (mm^3) en la ficha de recolección de datos.

De esta manera, el instrumento empleado permitió obtener mediciones cuantitativas precisas y reproducibles del volumen pulpar, asegurando la validez metodológica necesaria para el análisis estadístico y la posterior estimación de la edad cronológica.

3.7.3. Validación

En cuanto a la validez del instrumento, ésta fue considerada viable, ya que la ficha de recolección de datos estará basada en procedimientos y criterios previamente establecidos en estudios científicos relacionados con la estimación de la edad mediante el análisis del volumen de la cavidad pulpar a partir de tomografías computarizadas. Asimismo, el instrumento fue sometido a un proceso de validación por juicio de expertos, conformado por profesionales con experiencia en radiología oral y maxilofacial y odontología forense, quienes evaluaron la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems en relación con las variables de estudio. Las observaciones y sugerencias emitidas permitieron realizar los ajustes necesarios, garantizando que el instrumento mida de manera adecuada y precisa los aspectos que se pretende evaluar.

3.7.4. Confiabilidad

La confiabilidad del instrumento se aseguró mediante la estandarización del procedimiento de medición y el uso de un software especializado para el análisis del volumen de la cavidad pulpar de la tercera molar inferior, lo que permitió obtener resultados consistentes y reproducibles. Previo a la recolección de datos, se realizó un proceso de calibración del investigador mediante la medición repetida de un conjunto de tomografías seleccionadas aleatoriamente. La concordancia intraobservador fue evaluada a través del coeficiente de correlación intraclase (CCI), considerándose valores iguales o superiores a 0.80 como indicativos de una adecuada confiabilidad. Este procedimiento garantizó la precisión y estabilidad de las mediciones obtenidas durante el estudio.

3.8. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de los datos se realizó mediante la codificación y tabulación de la información registrada en la ficha de recolección de datos, la cual será ingresada en una base de datos diseñada en un programa estadístico especializado. Previamente al análisis, se efectuó una depuración de los datos con el fin de identificar posibles errores u omisiones. Para el análisis descriptivo, se emplearon medidas de tendencia central y dispersión, como media, desviación estándar, valores mínimos y máximos, a fin de caracterizar la edad cronológica y el volumen de la cavidad pulpar de la tercera molar inferior.

Posteriormente, se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro - Wilk. De acuerdo con los resultados obtenidos, se aplicó la prueba de correlación de Pearson en caso de distribución normal, con el objetivo de determinar la relación entre la edad cronológica y el volumen de la cavidad pulpar. Asimismo, se empleó un análisis de regresión lineal para estimar la edad a partir del volumen pulpar. Todas las pruebas estadísticas se realizaron con un nivel de significancia de 0.05, y los resultados fueron presentados en tablas para facilitar su interpretación.

3.9. Aspectos éticos

El presente estudio respetó los principios éticos fundamentales de la investigación científica. La información utilizada derivó de tomografías computarizadas previamente realizadas, garantizando en todo momento la confidencialidad y el anonimato de los datos personales de las pacientes. No se realizará intervención directa ni se generó riesgo adicional para las participantes, ya que el análisis fue de carácter observacional. Asimismo, el estudio contó con la autorización del centro radiológico especializado y fue conducido conforme a las normas éticas vigentes. Los datos obtenidos fueron utilizados exclusivamente con fines académicos y científicos.

IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1 Análisis descriptivos de resultados.

Tabla 1 Estadísticos descriptivos del volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada, Lima 2026.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Estandar
Edad cronológica (años)	169	18.00	40.00	28.18	5.78
Volumen pulpar 38 (mm³)	169	10.03	41.77	24.41	5.77
Volumen pulpar 48 (mm³)	169	12.22	38.35	24.35	5.79
Volumen pulpar promedio (mm³)	169	11.54	40.06	40.06	5.67

Fuente: propia

Interpretación: En la Tabla 1 se observó Se presentan los estadísticos descriptivos de las variables analizadas. La edad cronológica osciló entre 18 y 40 años, con una media de 28.18 $\pm$ 5.78 años. Asimismo, el volumen pulpar promedio presentó una media de 24.38 $\pm$ 5.67 mm³, evidenciando variabilidad suficiente para el análisis de estimación de la edad.

Tabla 2 Relación entre volumen pulpar promedio y edad cronológica.

Variable	Coefficiente (r)	Sig. (bilateral)	N
Edad vs Volumen pulpar promedio	-0.792	0.000	169

Fuente: propia

Interpretación:

Se observó que la edad cronológica presentó una correlación negativa alta y estadísticamente significativa con el volumen de la cavidad pulpar promedio de pieza 38 y 48 ($\rho = -0.792$; $p < 0,001$), lo que indicó que a menor volumen pulpar correspondieron mayores edades. Este hallazgo evidenció una fuerte asociación inversa entre ambas variables, justificando la aplicación de modelos de regresión lineal para la estimación de la edad.

Tabla 3 Resumen del modelo de regresión lineal para la estimación de la edad a partir del volumen pulpar promedio.

Modelo	R	R ²	R ² ajustado	Error estándar
1	0.792	0.627	0.625	4.21

Nota. Variable dependiente: Edad cronológica (años). Variable predictora: Volumen pulpar

Fuente: propia

Interpretación:

En la tabla 3 Se observó que el modelo de regresión lineal explicó el 62,7% de la variabilidad de la edad cronológica ($R^2 = 0.627$), con un error estándar de estimación de 4.21 años, lo que indicó un buen nivel de ajuste para la estimación de la edad en la muestra estudiada.

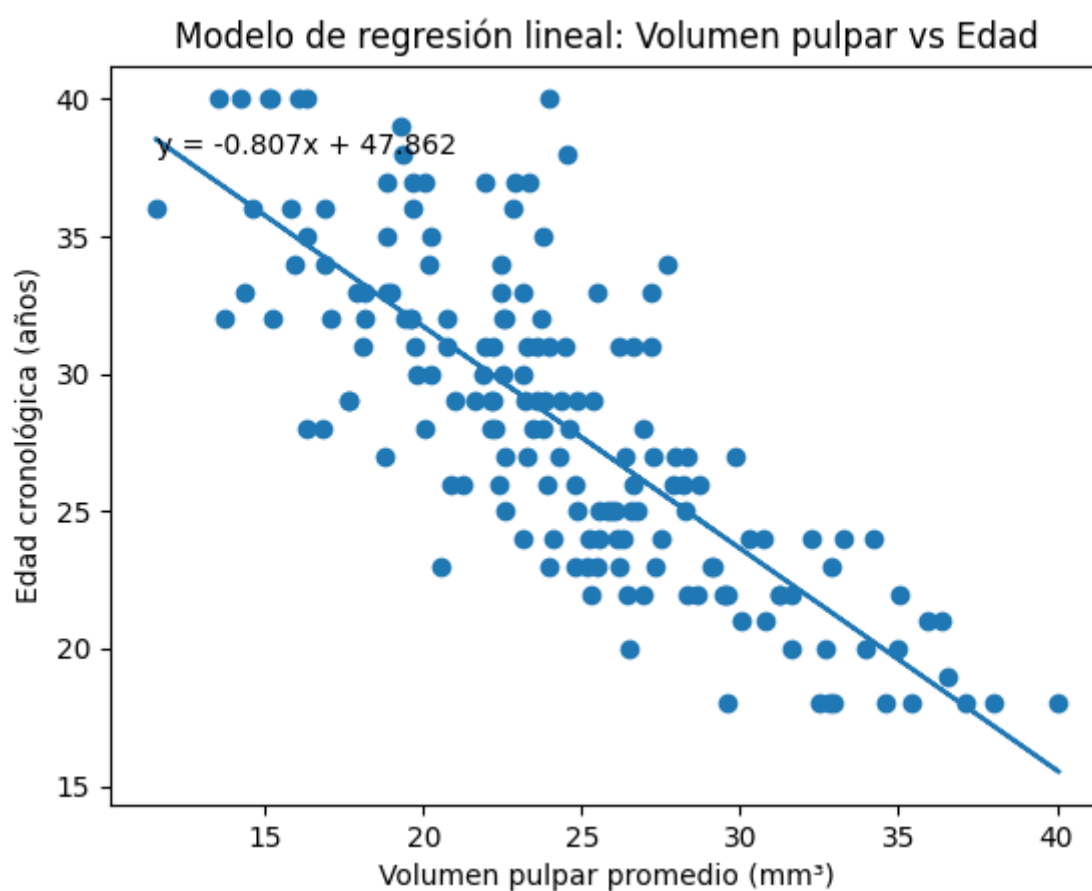
Tabla 4 Coeficientes del modelo de regresión lineal para la estimación de la edad a partir del volumen pulpar promedio

Variable	B	Error típ.	Beta estand.	t	Sig.
Constante	47.862	1.25	–	38.29	0,000
Volumen pulpar promedio	-0.807	0,045	-0.792	-17.65	0,000

Nota. Variable dependiente: Edad cronológica (años).

Fuente: propia

Gráfico 1 Modelo de regresión lineal para la estimación de la edad a partir del volumen pulpar promedio



Fuente: propia

Interpretación:

El coeficiente de la pendiente para el volumen pulpar fue negativo y estadísticamente significativo ($B = -0.807$; $p < 0,001$), lo que indicó que a medida que disminuye el volumen pulpar, la edad cronológica estimada aumenta. El intercepto del modelo fue de 47.862 años, configurando la ecuación final de estimación de la edad.

Ecuación de regresión:

A partir del modelo de regresión lineal construido en el modelo 1, se obtuvo la ecuación para la estimación de la edad cronológica a partir del promedio del volumen pulpar de la pieza 38 y 48:

$$\text{Edad estimada (años)} = 47.862 - 0.807 \times \text{Volumen pulpar promedio}$$

Esta ecuación indica que la edad cronológica estimada se obtiene multiplicando el volumen de la cavidad pulpar por -0.807 y sumando posteriormente 47.862.

Tabla 5 Diferencias entre la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar y la edad cronológica.

	Media	Desv. estándar
Edad cronológica	28.18	5.78
Edad estimada	28.19	4.57
Error absoluto	2.78	2.17

Fuente: propia

Interpretación: La edad cronológica presentó una media de 28.18 ± 5.78 años, mientras que la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar mostró una media de 28.19 ± 4.57 años. La similitud entre ambas medias evidenció que el modelo de regresión lineal proporcionó estimaciones cercanas a la edad cronológica de los pacientes. Asimismo, el error absoluto promedio fue de 2.78 ± 2.17 años, indicando una adecuada precisión del método para la estimación de la edad en la muestra estudiada.

Tabla 6 Diferencias en la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar según el sexo.

Sexo	Edad cronológica	Edad estimada	Error promedio
Femenino	28.09	29.24	+1.15
Masculino	28.28	27.10	-1.18

Fuente: propia

Interpretación:

En relación con la estimación de la edad según el sexo, se observó que en el grupo femenino la edad estimada presentó una ligera sobreestimación respecto a la edad cronológica, con un error promedio de +1.15 años. Por otro lado, en el grupo masculino se evidenció una leve subestimación, con un error promedio de -1.18 años. No obstante, las diferencias encontradas fueron mínimas, lo que indicó que el modelo de regresión mantuvo una adecuada precisión predictiva en ambos sexos.

4.1.1. Análisis inferencial

Hipótesis general

Hi: Existe relación significativa en la estimación de la edad mediante volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada, Lima 2026.

Ho: No existe relación significativa en la estimación de la edad mediante volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada, Lima 2026.

Significancia: 95%

Estadístico: Regresión lineal

Criterio de selección:

Si p-valor < 0.05 rechaza H_0

Tabla 7 Prueba de regresión lineal.

	R	R²	F	gl	Sig.
Regresión lineal	0.792	0.627	280.314	1;167	0.000

Fuente: propia

Toma de decisión:

El modelo de regresión lineal fue estadísticamente significativo ($F = 280.314$; $p < 0.001$), por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna. Esto indicó que el volumen pulpar promedio del tercer molar inferior permitió estimar significativamente la edad cronológica.

Hipótesis específica 1

H_{i1}: Existe relación significativa entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica.

H₀: No existe relación significativa entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica.

Tabla 8 Prueba de r de Pearson para volumen de la cavidad pulpar y edad cronológica.

Variables relacionadas	r de Pearson	Sig.	N
Volumen pulpar promedio – Edad cronológica	-0.792	0.000	169

Fuente: propia

Toma de decisión:

Se evidenció una correlación negativa alta y significativa entre el volumen pulpar promedio y la edad cronológica ($r = -0.792$; $p < 0.001$). Por tanto, se rechazó H_0 y se aceptó H_1 , concluyendo que a menor volumen pulpar corresponde mayor edad cronológica.

Hipótesis específica 2

H_i²: Existe diferencias significativas entre la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar y la edad cronológica.

H₀: No existe diferencias significativas entre la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar y la edad cronológica.

Tabla 9 Prueba T para las diferencias entre edad estimada y edad cronológica.

Variables comparadas	Media	Desv. estándar	t	gl	Sig.
Edad real	28.18	5.78	-0.015	168	0.988
Edad estimada	28.19	4.57			

Fuente: propia

Toma de decisión:

La prueba t de Student para muestras relacionadas mostró que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la edad real y la edad estimada ($p = 0.988$). Por ello, se aceptó la hipótesis nula para esta comparación, lo cual resultó favorable para el modelo, ya que indicó que la edad estimada fue estadísticamente similar a la edad cronológica.

Hipótesis específica 3

H_i³: Existe diferencias en la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar según el sexo.

H₀: No existe diferencias en la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar según el sexo.

Tabla 10 Prueba t para diferencias de la edad estimada según sexo.

Sexo	N	Error promedio	Desv. estándar	t	gl	Sig.
Femenino	86	+1.15	3.02	4.531	167	0.000
Masculino	83	-1.18	3.64			

Fuente: propia

Toma de decisión:

La prueba t de Student para muestras independientes evidenció diferencias estadísticamente significativas en el error de estimación según el sexo ($p < 0.001$). En el grupo femenino se observó una ligera sobreestimación de la edad (+1.15 años), mientras que en el grupo masculino se presentó una leve subestimación (-1.18 años). Por tanto, se rechazó H₀ y se aceptó H₁.

4.2. Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidenciaron que el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior evaluado mediante tomografía computarizada presentó una alta capacidad para estimar la edad cronológica. Se encontró una correlación negativa alta y estadísticamente significativa entre el volumen pulpar promedio de las piezas 38 y 48 y la edad cronológica ($r = -0.792$; $p < 0.001$), indicando que conforme disminuyó el volumen pulpar, aumentó la edad de los pacientes. Este comportamiento puede explicarse fisiológicamente por la formación continua de dentina secundaria, la cual reduce progresivamente el tamaño de la cavidad pulpar con el envejecimiento.

Los hallazgos del presente estudio coinciden con lo reportado por Mangulkar et al. (13), quienes encontraron una fuerte correlación entre las proporciones del volumen pulpa-esmalte y la edad cronológica utilizando imágenes tridimensionales, obteniendo coeficientes de determinación superiores a 0.8 y un error estándar de 4.34 años. De manera similar, en la presente investigación se obtuvo un modelo con un coeficiente de determinación de 62.7% ($R^2 = 0.627$) y un error estándar de 4.21 años, lo que demuestra un adecuado nivel de precisión del modelo predictivo. La similitud entre ambos estudios podría atribuirse al uso de técnicas tridimensionales como la tomografía computarizada, las cuales permiten una medición volumétrica más exacta de la cavidad pulpar en comparación con métodos bidimensionales.

Asimismo, los resultados guardan relación con lo encontrado por Rathore et al. (14), quienes utilizaron CBCT y software de segmentación volumétrica para estimar la edad mediante proporciones pulpa/diente, concluyendo que la diferencia entre la edad estimada y la edad cronológica no fue estadísticamente significativa ($p = 1.00$). En el presente estudio también se observó que no existieron diferencias significativas entre la edad cronológica y la edad estimada ($p = 0.988$), lo que evidenció que el modelo predictivo proporcionó estimaciones

cercanas a la edad real. Esta similitud refuerza la utilidad de la tomografía computarizada y del análisis volumétrico pulpar como herramientas confiables para la estimación etaria.

Por otro lado, Salvatierra et al. (15), en una muestra peruana, reportaron una correlación débil entre el volumen pulpar y la edad cronológica, con un coeficiente de determinación cercano al 30%. Dichos resultados difieren de los hallazgos de la presente investigación, donde se obtuvo una correlación negativa alta y un R^2 de 0.627. Esta discrepancia podría deberse a diferencias metodológicas, principalmente relacionadas con el tipo de dientes evaluados, el tamaño y distribución de la muestra, así como el rango etario incluido. Mientras Salvatierra et al. analizaron distintas categorías dentarias, el presente estudio se centró exclusivamente en terceros molares inferiores, lo que posiblemente permitió una mayor homogeneidad en el comportamiento del volumen pulpar.

Los resultados también presentan similitud con el estudio de Du et al. (16), quienes desarrollaron modelos específicos de estimación de edad basados en el volumen de la cámara pulpar de primeros molares mediante CBCT. Dichos autores obtuvieron un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.600$ y un MAE cercano a 7.9 años en la población afroamericana. En comparación, el presente estudio obtuvo un R^2 ligeramente superior (0.627) y un error absoluto promedio considerablemente menor (2.78 años), lo que podría sugerir una mejor precisión del modelo desarrollado en la población evaluada. Estas diferencias podrían explicarse por factores poblacionales, variaciones anatómicas y el rango de edad estudiado.

De igual manera, Molina et al. (20) reportaron que la relación pulpa/volumen dental medida mediante CBCT presentó utilidad para la estimación de la edad en adultos españoles, aunque el mayor coeficiente de determinación obtenido fue de 36.6%. En comparación, el modelo desarrollado en la presente investigación mostró una capacidad predictiva superior ($R^2 = 62.7\%$), lo cual podría estar relacionado con el uso del volumen pulpar promedio de dos

terceros molares inferiores y con la aplicación de un modelo específico para la población estudiada.

En relación con la diferencia según sexo, en el presente estudio se observó una ligera sobreestimación de la edad en mujeres (+1.15 años) y una leve subestimación en hombres (-1.18 años), aunque dichas diferencias fueron pequeñas. Estos resultados sugieren que el modelo mantuvo una adecuada precisión predictiva en ambos sexos. Aunque algunos antecedentes no evaluaron específicamente las diferencias según sexo, Du et al. (16) resaltaron la necesidad de desarrollar modelos específicos para cada población debido a variaciones anatómicas y biológicas, lo cual coincide parcialmente con los hallazgos encontrados en esta investigación.

Finalmente, los resultados del presente estudio permitieron aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula, demostrando que el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior evaluado mediante tomografía computarizada constituye un método significativo y confiable para la estimación de la edad cronológica. La ecuación de regresión obtenida mostró un adecuado ajuste y precisión predictiva, aportando evidencia científica útil para el campo de la odontología forense y la identificación humana en población peruana.

A partir de los resultados obtenidos, se identifican diversas líneas de investigación futura que permitirían fortalecer la aplicación forense de la estimación de edad mediante volumen pulpar. En primer lugar, se recomienda desarrollar estudios multicéntricos con muestras de mayor tamaño y representativas de distintas regiones del Perú, con la finalidad de construir ecuaciones de regresión específicas para cada grupo poblacional y mejorar la precisión predictiva. Asimismo, sería pertinente evaluar la utilidad del volumen pulpar en otros grupos dentarios permanentes y comparar su desempeño con el observado en terceros molares inferiores. De igual manera, futuras investigaciones podrían analizar modelos diferenciados según sexo y grupos etarios, considerando las posibles variaciones biológicas que influyen en la deposición de dentina secundaria. También se sugiere incorporar técnicas de inteligencia

artificial y aprendizaje automático para la segmentación automática de la cavidad pulpar y la generación de modelos predictivos más robustos. Finalmente, resulta necesario realizar estudios longitudinales que permitan evaluar los cambios volumétricos pulpares a lo largo del tiempo y validar externamente la ecuación propuesta en poblaciones distintas a la estudiada, contribuyendo así a su aplicación en el ámbito de la odontología forense peruana

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Primera:

Se determinó que el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior evaluado mediante tomografía computarizada permitió estimar significativamente la edad cronológica. El modelo de regresión lineal obtenido presentó una correlación negativa alta y estadísticamente significativa ($r = -0.792$; $p < 0.001$), además de un adecuado nivel de ajuste ($R^2 = 0.627$), evidenciando la utilidad del método para fines de estimación etaria.

Segunda:

Se identificó una relación inversa y significativa entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica, observándose que a medida que disminuyó el volumen pulpar aumentó la edad de los pacientes.

Tercera:

Se identificó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar y la edad cronológica ($p = 0.988$). Asimismo, el error absoluto promedio fue de 2.78 ± 2.17 años, lo que evidenció una adecuada precisión predictiva del modelo de regresión lineal desarrollado.

Cuarta:

Se identificaron diferencias mínimas en la edad estimada según el sexo de los pacientes. En el grupo femenino se observó una ligera sobreestimación de la edad (+1.15 años), mientras que en el grupo masculino se evidenció una leve subestimación (-1.18 años).

5.2. Recomendaciones**Primera:**

Se recomienda promover el uso de la tomografía computarizada y del análisis del volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior como herramienta complementaria en la estimación de la edad cronológica dentro del ámbito odontológico forense, debido a la adecuada capacidad predictiva demostrada por el modelo de regresión lineal obtenido.

Segunda:

Se recomienda desarrollar futuras investigaciones con muestras más amplias y diversos grupos etarios, con la finalidad de fortalecer la evidencia científica sobre la relación inversa entre el volumen pulpar y la edad cronológica, así como validar el comportamiento de esta variable en diferentes poblaciones.

Tercera:

Se recomienda implementar modelos de regresión específicos para poblaciones peruanas utilizando tomografía computarizada y análisis volumétrico pulpar, debido a la adecuada precisión predictiva observada y al bajo error absoluto promedio obtenido en la presente investigación.

Cuarta:

Se recomienda considerar el sexo como una variable complementaria en futuros estudios de estimación etaria, con el propósito de evaluar posibles diferencias biológicas que permitan optimizar la precisión de los modelos predictivos aplicados a distintas poblaciones.

REFERENCIAS

1. Vila-Blanco N, Varas-Quintana P, Tomás I, Carreira MJ. A systematic overview of dental methods for age assessment in living individuals: from traditional to artificial intelligence-based approaches. *Int J Legal Med.* 2023;137(4):1117-1146. doi: 10.1007/s00414-023-02960-z. Epub 2023 Apr 14. PMID: 37055627; PMCID: PMC10247592.
2. Yousefi F, Mohammadi Y, Ahmadvand M, Razaghi P. Dental age estimation using cone-beam computed tomography: A systematic review and meta-analysis. *Imaging Sci Dent.* 2023;53(2):91-99. doi: 10.5624/isd.20221226. Epub 2023 Feb 11. PMID: 37405204; PMCID: PMC10315230..
3. Barbosa MG, Franco A, De Oliveira RDB, Mamani MP, Junqueira JLC, Soares M. Pulp volume quantification methods in cone-beam computed tomography for age estimation: a critical review and meta-analysis. *J Forensic Sci.* 2023;68(3):743-756. doi:10.1111/1556-4029.15248.
4. Abdinian M, Katiraei M, Zahedi H, Rengo C, Soltani P, Spagnuolo G. Age estimation based on pulp–tooth volume ratio of anterior teeth in cone-beam computed tomographic images in a selected population: a cross-sectional study. *Appl Sci (Basel).* 2021;11(21):9984. <https://doi.org/10.3390/app11219984>
5. Molina A, Bravo M, Fonseca GM, Márquez-Grant N, Martín-de-Las-Heras S. Dental age estimation based on pulp chamber/crown volume ratio measured on CBCT images in a Spanish population. *Int J Legal Med.* 2021;135(1):359-364. doi: 10.1007/s00414-020-02377-y. Epub 2020 Jul 17. PMID: 32676887..
6. Al-Omoush SA, Alhadidi A, Al-Kayed A, Saoud H, Alsoleihat F. Do upper third molars provide more accurate age estimation in the adult based on the pulp-to-tooth ratio than lower third molars? A cone-beam CT study. *Saudi Dent J.* 2021;33(7):702-706. doi:

- 10.1016/j.sdentj.2020.04.006. Epub 2020 Apr 18. PMID: 34803322; PMCID: PMC8589583..
7. Kucuk Kurtgoz M, Hammudioglu ZE, Cecen Erol E, Aktuna Belgin C. Comparison of the accuracy of two different methods in dental age estimation. *J Forensic Leg Med*. 2025;115:102980. doi: 10.1016/j.jflm.2025.102980. Epub 2025 Sep 22. PMID: 40997611..
 8. Abbas GA, Rahmat RA, Abdul Rahim AH, Abdullah M, Zaini Z, Asif MK, et al. Legal age estimation using developing mandibular third molar roots of various developmental stages in Malaysian population: a CBCT study. *Legal Med (Tokyo)*. 2026;80:102742. doi:10.1016/j.legalmed.2025.102742.
 9. Pereira DM, Pacelli AVP, Lopes Junior WJ, Villela SM, Bernardino HS, Vieira MB, Devito KL. Incisor pulp chamber tomographic image dataset for dental age estimation. *Data Brief*. 2025;62:112033. doi: 10.1016/j.dib.2025.112033. PMID: 41048981; PMCID: PMC12495079..
 10. Quinteros Marquina, V. M. (2026). Desaparecidos en 2025: búsqueda ciega y alarmante repunte de denuncias (cifras RENIPED 2024–2025). Instituto de Democracia y Derechos Humanos de la Pontificia Universidad Católica del Perú (IDEHPUCP). https://idehpucp.pucp.edu.pe/boletin-eventos/desaparecidos-en-2025-busqueda-ciega-y-alarmanete-repunte-de-denuncias/?utm_source
 11. Instituto de Democracia y Derechos Humanos de la Pontificia Universidad Católica del Perú (IDEHPUCP). ¿Cuántos son y dónde están? Las personas desaparecidas y una búsqueda sin respuestas [Internet]. Lima: IDEHPUCP; 2025. https://idehpucp.pucp.edu.pe/boletin-eventos/cuantos-son-y-donde-estan-las-personas-desaparecidas-y-una-busqueda-sin-respuestas/?utm_source

12. Salvatierra J. M, Díaz-Suyo A, Alvarado E. R, Kapoor P, Chowdhry A, Velezmoro Montes Y. W, Rivas Quispe A. G. Dental Age Estimation by Assessing the Pulp Volume of Five Teeth in a Peruvian Population Using Cone Beam Computed Tomography Images. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences*. 2023, 25(3), 118–129. <https://doi.org/10.15517/ijds.2023.54932>.
13. Mangulkar AP, Khelkar PC, S B, Karjodkar FR, Khanna S, Sonawane N, Pakhmode RV, Unnikrishnan A, Singh S, Jadhav T. Comparative Age Estimation Using 2D and 3D Imaging of Maxillary and Mandibular Molars: A Prospective Study. *Cureus*. 2025;17(3):e80141. doi: 10.7759/cureus.80141. PMID: 40190892; PMCID: PMC11971981.
14. Rathore A, Puri N, Singh B, Kaur K, Singh B, Singh S. Mandibular Teeth as Predictors in Forensic Age Estimation: A Cone-Beam Computed Tomography-Based Pulp Volume Regression Study. *Contemp Clin Dent*. 2023;14(1):11-17. doi: 10.4103/ccd.ccd_508_21. Epub 2022 Nov 3. PMID: 37249999; PMCID: PMC10209780.
15. Salvatierra-Gálvez Juliana Magaly, Díaz-Suyo Antonio, Alvarado-Muñoz Erika Ruth, Kapoor Priyanka, Chowdhry Aman, Velezmoro-Montes Ymelda Wendy et al . Dental age estimation by assessing the pulp volume of five teeth in a peruvian population using cone beam computed tomography images. *Odovtos* [Internet]. 2023; 25(3): 118-129. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-34112023000300118&lng=en. <http://dx.doi.org/10.15517/ijds.2023.54932>.
16. Du H, Li G, Zheng Q, Yang J. Population-specific age estimation in Black Americans and Chinese people based on pulp chamber volume of first molars from cone beam computed tomography. *Int J Legal Med*. 2022;136(3):811-819. doi: 10.1007/s00414-022-02776-3. Epub 2022 Jan 19. PMID: 35044511.

17. Tapahuasco L. Correspondencia entre la radiografía panorámica y tomografía computarizada de haz cónico en la relación del tercer molar inferior y el conducto dentario inferior del servicio de radiología oral y maxilofacial del instituto de salud oral F.A.P. Lima periodo 2019-2021. [Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal; 2022.
<https://hdl.handle.net/20.500.13084/5785>

18. Cobos D. Evaluación tomográfica de la anatomía interna de primeros y segundos premolares maxilares de pacientes que acudieron al servicio de radiología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. [Tesis para optar por el Título de Especialista en Endodoncia]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2022.
https://repositorio.upch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2ae64c5e-b9da-477e-b751-3c7b4e66cf78/content?utm_source

19. Perales-Quito LM, Huaman-Ñahuinlla AG, León-Ríos XA, Caballero-García CS, Agurto-Huerta MA. Comparación entre edad cronológica y dental según tres métodos de estimación en una población peruana. *Investigación Clínica*. 2022;63(1):47-56.
Disponible en: DOI: 10.54817/IC.v63n1a04

20. Molina A, Bravo M, Fonseca GM, Márquez-Grant N, Martín-de-Las-Heras S. Dental age estimation based on pulp chamber/crown volume ratio measured on CBCT images in a Spanish population. *Int J Legal Med*. 2021;135(1):359-364. doi: 10.1007/s00414-020-02377-y. Epub 2020 Jul 17. PMID: 32676887.

21. Tofangchiha, M., Koushaei, S., Mortazavi, M., Souri, Z., Alizadeh, A. y Patini, R. Positive Predictive Value of Panoramic Radiography for Assessment of the Relationship of Impacted Mandibular Third Molars with the Mandibular Canal Based on Cone-Beam Computed Tomography: A Cross-Sectional Study. 2021, 11(9), 1578.
Disponible en: <https://doi.org/10.3390/diagnostics11091578>

22. Carelli J, da Silva GS, Gomes MV, Vilalba T, Baratto-Filho F, Armando Brancher J., Beisel-Memmert S, Kirschneck C, Lopes C, Moro A, K  chler E.C. Métodos de Demirjian y Cameriere para la evaluación de la estimación de la edad dental en niños de una ciudad del sur de Brasil. *Diagnostics*. 2024, 14 (14), 1513. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14141513>
23. Altan H, S  nmezg  z E, Belevcikli M, Altunok   nl   N, G  l A, Demiray MD, Altan A. Dental Age Estimation by Demirjian, Willems, and Cameriere Methods in Children with Familial Mediterranean Fever: A Case-Control Study. *Children (Basel)*. 2025;12(11):1458. doi: 10.3390/children12111458. PMID: 41300576; PMCID: PMC12650933.
24. Urteaga-Villanueva, A. Proximidad de terceros molares inferiores al conducto dentario inferior mediante estudio tomográfico de haz cónico [Tesis de para optar el título de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2018 <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/9473/Urteagava.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
25. Cho MI, Garant PR. Development and general structure of the periodontium. *Periodontol 2000*. 2000;24:9-27. doi: 10.1034/j.1600-0757.2000.2240102.x. PMID: 11276876.
26. Vieira I, Pereira ML, Caldas IM. The Applicability of the Demirjian and Willems Standards to Age Estimation of 6–9-Year-Old Portuguese Children. *Humans*. 2025; 5(1):6. <https://doi.org/10.3390/humans5010006>.
27. Ong SH, Kim H, Song JS. Enfoque de aprendizaje profundo totalmente automatizado para la evaluación del desarrollo dental en radiografías panorámicas. *BMC Oral Health* **24** , 426 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04160-6>.

28. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol.* 1973;45(2):211-27. PMID: 4714564.
29. Kelmendi J, Berisha N, Krasniqi D, Dragidella F, Hoxha V, Aliu N, et al. Applicability of Nolla's method for dental age estimation in children: cross-sectional study. *Eur J Paediatr Dent.* 2021;22(3):185-190. Disponible en: https://www.ejpd.eu/pdf/EJPD_2021_3_7.pdf.
30. Liversidge HM. Interpreting tooth development stages for age estimation. *Ann Hum Biol.* 2020;47(5):417-429.
https://doi.org/10.1080/03014460.2020.1787384?utm_source=chatgpt.com
31. Cameriere R, De Luca S, Biagi R, Cingolani M, Farronato G. Accuracy of Cameriere's method for age estimation in children: a meta-analysis. *Int J Legal Med.* 2021;135(4):1585-1596. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00414-021-02510-8>
32. Marconi V, Iommi M, Monachesi C, Faragalli A, Skrami E, Gesuita R, et al. Validity of age estimation methods and reproducibility of bone/dental maturity indices for chronological age estimation: a systematic review and meta-analysis of validation studies. *Sci Rep.* 2022;12:15607. doi:10.1038/s41598-022-19944-5
33. Khare P, Li J, Velandia Palacio LA, Galić I, Ferrante L, Cameriere R. Validation of the third molar maturity index cut-off value of <0.08 for indicating legal age of 18 years in Eastern Chinese region. *Leg Med (Tokyo).* 2020;42:101645. doi: 10.1016/j.legalmed.2019.101645. Epub 2019 Dec 14. PMID: 31891866.
34. Yousefi F, Mohammadi Y, Ahmadvand M, Razaghi P. Dental age estimation using cone-beam computed tomography: A systematic review and meta-analysis. *Imaging Sci Dent.* 2023;53(2):91-99. doi: 10.5624/isd.20221226. Epub 2023 Feb 11. PMID: 37405204; PMCID: PMC10315230.

35. Embriología humana. Armando Valdés Valdés, Hilda María Pérez Núñez, Ramón Enrique García Rodríguez, Antonio López Gutiérrez. Capítulo 10: Desarrollo de cabeza y cuello. Pg. 148-149 La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2010. Disponible en: https://dokumen.pub/embriologia-humana.html?utm_source
36. Vandervoort FM, Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Bielen DJ, Lambrechts P, Wevers M, Peirs A, Willems G. Age calculation using X-ray microfocus computed tomographical scanning of teeth: a pilot study. J Forensic Sci. 2004 Jul;49(4):787-90. PMID: 15317195.
37. AS Panchbhai, Dental radiographic indicators, a key to age estimation, Dentomaxillofacial Radiology, Volume 40, Issue 4, 1 May 2011, Pages 199–212, <https://doi.org/10.1259/dmfr/19478385>.
38. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Variations in pulp/tooth area ratio as an indicator of age: a preliminary study. J Forensic Sci. 2004;49(2):317-9. PMID: 15027553..
39. Kvaal, S. I., Kolltveit, K. M., Thomsen, I. O., & Solheim, T. (1995). Age estimation of adults from dental radiographs. Forensic Science International, 74(3), 175-185. [https://doi.org/10.1016/0379-0738\(95\)01760-G?utm_source](https://doi.org/10.1016/0379-0738(95)01760-G?utm_source)
40. Limdiwala PG, Shah JS. Age estimation by using dental radiographs. J Forensic Dent Sci. 2013 Jul;5(2):118-22. doi: 10.4103/0975-1475.119778. PMID: 24255560; PMCID: PMC3826039.
41. Pooja Rajpal, Vasavi Krishnamurthy, Sandeep Pagare, & Geeta Sachdev. Age estimation using intraoral periapical radiographs. Journal of Forensic Dental Sciences. 2016, 8(1), 61–66. <https://doi.org/10.4103/0975-1475.176955>.
42. Cano Organista Elizabeth Manuelita Morfología de cámara pulpar, conductos radiculares y ápice de premolares inferiores usando CBTC. [Tesis que para obtener el

título de Cirujana Dentista]. México: Universidad Nacional Autónoma de México D.F. 2016

43. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol.* 1999;28(4):245-8. doi: 10.1038/sj/dmfr/4600448. PMID: 10455389.
44. Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J.* 2009;42(6):463-475. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2591.2008.01531.x> DOI: 10.1111/j.1365-2591.2008.01531.x.
45. Patel S, New R, Dawood, A, Mannoci F. The detection of periapical radiography and cone beam, computed tomography- Part 1: preoperative status. *International Endodontic Journal*, 2012, 45. 702-710. Http: //www.carlosboveda.com/tvd.htm
46. Scarfe WC, Farman AG, LEVIN MD, Gane D. Essentials of maxillofacial cone beam computed tomography. *Alpha Omegan* 2010 06; 103(2):62-67.
47. Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roig M, Lemberg K. Cone beam computed tomography in Endodontics - a review. *Int Endod J.* 2015;48(1):3-15. doi: 10.1111/iej.12270. Epub 2014 Apr 2. PMID: 24697513.
48. Ge ZP, Yang P, Li G, Zhang JZ, Ma XC. Age estimation based on pulp cavity/chamber volume of 13 types of tooth from cone beam computed tomography images. *Int J Legal Med.* 2016;130(4):1159-1167. doi: 10.1007/s00414-016-1384-6. Epub 2016 May 24. PMID: 27221534.
49. Yang F, Jacobs R, Willems G. Dental age estimation through volume matching of teeth imaged by cone-beam CT. *Forensic Sci Int.* 2006;159 Suppl 1:S78-83. doi: 10.1016/j.forsciint.2006.02.031. Epub 2006 Mar 23. PMID: 16563678.

50. Merdietio Boedi R, Shepherd S, Mânica S, Franco A. CBCT in dental age estimation: A systematic review and meta analysis. *Dentomaxillofac Radiol.* 2022 May 1;51(4):20210335. doi: 10.1259/dmfr.20210335. Epub 2022 Jan 7. PMID: 34995103; PMCID: PMC9499196.
51. De Angelis D, Gaudio D, Guercini N, Cipriani F, Gibelli D, Caputi S, Cattaneo C. Age estimation from canine volumes. *Radiol Med.* 2015;120(8):731-6. doi: 10.1007/s11547-015-0521-5. Epub 2015 Feb 20. PMID: 25698302.
52. Queiroz CL, Silva RF, Silva RHA. Computed tomography use on age estimation in forensic dentistry: A review. *J Forensic Sci Criminol.* 2016;4(1):105. Disponible en: <https://www.annexpublishers.com/articles/JFSC/4105-Computed-Tomography-Use-on-Age-Estimation-in-Forensic-Dentistry-A-Review.pdf> DOI: 10.15744/2348-9804.4.105.
53. Aranzamendi, Lino. Investigación jurídica. Diseño de proyecto de investigación. Estructura y redacción de la tesis. 2010. Editorial Grijley. Pág. 41-47
54. Guía para la elaboración de la tesis. enfoque cuantitativo Dra. Oriana Rivera Lozada de Bobadilla y Dra. Judith Soledad Yangali Vicente. Lima, mayo 2022, Páginas 10 al 14. Editorial: U. Privada Norbert Wiener. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.uwiener.edu.pe/wp-content/uploads/2025/09/guia-elaboracion-tesis-cuantitativo.pdf?utm_source

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
Problema general: ¿Cuál es la relación entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica mediante tomografía computarizada de haz cónico en pacientes de un centro radiológico de Lima durante el año 2026? Problemas específicos ¿Cuál es la relación entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica? ¿Qué diferencia existe entre la edad cronológica y la edad estimada obtenida mediante el modelo predictivo basado en el volumen pulpar? ¿Existen diferencias de la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar según el sexo de los pacientes?	Objetivo general: Determinar la relación entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica mediante tomografía computarizada de haz cónico en pacientes de un centro radiológico de Lima durante el año 2026. Objetivos específicos Analizar la relación entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica. Comparar la edad cronológica y la edad estimada obtenida mediante el modelo predictivo basado en el volumen pulpar. Evaluar las diferencias de la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar según el sexo de los pacientes.	Hipótesis general: Hi: Existe relación significativa entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada, Lima 2026. Ho: No existe relación significativa entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada, Lima 2026. Hipótesis específicas Hi¹: Existe relación significativa entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica. Ho: No existe relación significativa entre el volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior y la edad cronológica. Hi²: Existe diferencias significativas entre la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar y la edad cronológica. Ho: No existe diferencias significativas entre la edad	Variable 1 Estimación de la edad Variable 2 Edad cronológica Variable 3: Sexo	3.1. Método de la investigación: El estudio será de tipo hipotético-deductivo, dado que este enfoque permitirá el desarrollo sistemático de la investigación científica. 3.2. Enfoque de la investigación: El presente estudio adoptará un enfoque cuantitativo, ya que se orientará a la medición objetiva y al análisis estadístico del volumen de la cavidad pulpar de la tercera molar inferior mediante tomografía computarizada. 3.3. Tipo de investigación: Se desarrollará un tipo de investigación aplicada, ya que buscará generar conocimiento con utilidad práctica en el ámbito odontológico y forense. 3.4. Diseño de la investigación: El presente estudio será de enfoque no experimental, ya que no se manipularán de manera directa.

		estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar y la edad cronológica. H_1^3: Existe diferencias en la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar según el sexo. H_0: No existe diferencias en la edad estimada mediante el volumen de la cavidad pulpar según el sexo. . .		Corte. - tendrá un diseño transversal u horizontal, dado que la recolección de la información se realizará en un período de tiempo específico. Alcance. - el alcance de la investigación será descriptivo y correlacional, aplicado a pacientes atendidas en un centro radiológico especializado de Lima durante el año 2026 (47). 3.5. Población, muestra y muestreo Población 300 tomografías, muestreo probabilístico, porque todos los sujetos tienen las mismas posibilidades de ser estudiados. .
--	--	--	--	---

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

**Estimación de la edad mediante volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior
por tomografía computarizada, Lima 2026**

ID	Sexo	Edad	Molar_38	Molar_48	Vol_pulpar_38_mm3	Vol_pulpar_48_mm3
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

Anexo 3: Validación por juicio de expertos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Enciso Lacunza Jorge Antonio
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente Universidad Norbert Wiener
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumento de recolección de datos.
 1.4. Autor del instrumento: Castañeda Ocola, José María
 1.5 Título de la Investigación: Estimación de la edad mediante volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada, Lima 2026.

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades 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)					40	
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0.8$$

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, 10 de marzo del 2026.


 Dr. Enciso Lacunza Jorge Antonio
 CIRUJANO DENTISTA
 C.O.P. 27605

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Rojas Ortega Raul Antonio
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente Universidad Norbert Wiener
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumento de recolección de datos.
 1.4. Autor del instrumento: Castañeda Ocola, José María
 1.5 Título de la Investigación: Estimación de la edad mediante volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada, Lima 2026.

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades 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)					40	
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0.8$$

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, 10 de marzo del 2026.


 Dr. CD. Esp. Rojas Ortega, Raúl Antonio
 Docente / Metodólogo
 DNI 07761772

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: Omar Minaya Rondón
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente Universidad Norbert Wiener
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Instrumento de recolección de datos.
 1.4. Autor del instrumento: Castañeda Ocola, José María
 1.5 Título de la Investigación: Estimación de la edad mediante volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada, Lima 2026.

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognoscitivas.				X	
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					X
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación.					X
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)					32	10
		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: Aplicable

Lima, 10 de marzo del 2026.


 Mg./CD. Minaya rondón Omar
 Docente / Metodólogo
 DNI 25713506

Prueba de calibración Inter observador

I. Datos informativos

Estudiante	Castañeda Ocola, José María
Título de proyecto de investigación	Estimación de la edad mediante volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada, Lima 2026
Escuela Profesional	Odontología
Tipo de Instrumento	Ficha de recolección
Coefficiente de confiabilidad empleada	Coefficiente de correlación de interclase
Fecha de aplicación	20 de febrero de 2026
Muestra aplicada	17 CBCT

II. Confiabilidad

Índice de confiabilidad alcanzado	0,809
-----------------------------------	-------

III. Descripción del proceso

Se realizó evaluación de 17 CBCT, así como el especialista obteniéndose juicio para el volumen pulpar (mm³), evidenciándose un coeficiente de correlación intraclase con un valor de 0,809 lo que significa concordancia excelente.

Estudiante: Castañeda Ocola, José María

Código: a2020101841



C.D. CESAR RICARDO CASTILLO RIOS
ESPECIALISTA EN RADIOLOGIA BUCAL Y MAXILOFACIAL
COP: 51361 RNE: 5546

Anexo 4: Aprobación del Comité de Ética



COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA E INTEGRIDAD CIENTÍFICA

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Lima, 27 de marzo del 2026.

Autor Responsable:
JOSE MARIA CASTAÑEDA OCOLA

Exp. N°: 0659-2026

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: **"ESTIMACION DE LA EDAD MEDIANTE VOLUMEN DE LA CAVIDAD PULPAR DEL TERCER MOLAR INFERIOR POR TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA, LIMA 2026"**

Versión Nro. 1, aprobada por el asesor en fecha 18/03/ 2026.

El cual tiene como Autor(es) a:
JOSE MARIA CASTAÑEDA OCOLA

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

Anexo 5: Constancia de realización de estudio de campo



CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

Yo, ESPINOZA RIOS ROSA MONICA, identificado(a) con D.N.I N° 10040304, en mi calidad de Gerente General de la empresa: PLUS DENTAL CARE S.A.C., con R.U.C. N° 20544879759, ubicado en AV. ALEJANDRO VELASCO ASTETE NRO. 1429 URB. PANCHO FIERRO, distrito de SANTIAGO DE SURCO provincia y departamento de LIMA. Otorgo la AUTORIZACIÓN, al Sr. JOSÉ MARÍA CASTAÑEDA OCOLA, identificado con D.N.I. N° 75613466, del Facultad de Ciencias de la Salud, Programa académico de Odontología de la Universidad Privada Norbert Wiener S.A, para que ejecute su investigación titulada Estimación de la edad mediante volumen de la cavidad pulpar del tercer molar inferior por tomografía computarizada, Lima 2026, dentro de las instalaciones o utilice la información de nuestra empresa PLUS DENTAL CARE S.A.C.

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

Finalmente, respecto al uso del nombre y/o cualquier distintivo de la empresa PLUS DENTAL CARE S.A.C., se determina:

- () Mantener en RESERVA el nombre y/o información sensible y/o cualquier distintivo de la empresa PLUS DENTAL CARE S.A.C.
- (X) Autorizo mencionar el nombre y/o información y/o cualquier distintivo de la empresa PLUS DENTAL CARE S.A.C.

Lima, 30 de MARZO del 2026

ESPINOZA RIOS ROSA MONICA
GERENTE GENERAL
PLUS DENTAL CARE S.A.C.
D.N.I.: 10040304

Av. Alejandro Velasco Astete 1429
 946 262 715

<https://plusdentalcare.com/>

Anexo 8: Informe de Turnitin



Página 1 de 63 - Portada

Identificador de la entrega: trn:oid::14912:602519790

José María Castañeda

Tesis

 Universidad Wlener

Detalles del documento

Identificador de la entrega:

trn:oid::14912:602519790

Fecha de entrega:

24 jun 2026, 10:18 p.m. GMT-5

Fecha de descarga:

24 jun 2026, 10:20 p.m. GMT-5

Nombre del archivo:

TESIS JOSÉ MARÍA CASTAÑEDA OCOLA -jurado (4).docx

Tamaño del archivo:

140.8 KB

56 páginas

12.362 palabras

70.509 caracteres



Página 1 de 63 - Portada

Identificador de la entrega: trn:oid::14912:602519790

13% 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

- 12%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 9%  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

- 12% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 9% 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.uwliener.edu.pe	3%
2	Internet	repositorio.ucsm.edu.pe	<1%
3	Internet	eprints.ucm.es	<1%
4	Internet	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe	<1%
5	Internet	www.researchgate.net	<1%
6	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
7	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2025-07-04	<1%
8	Trabajos entregados	Universidad Católica de Santa María on 2024-05-20	<1%
9	Trabajos entregados	Universidad Nacional de Colombia on 2017-05-30	<1%
10	Trabajos entregados	Blackboard on 2026-06-07	<1%
11	Trabajos entregados	Universidad Europea de Madrid on 2026-05-20	<1%



13% 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

- 12%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 9%  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

- 12% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 9% 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	repositorio.ucsm.edu.pe	<1%
3	Internet	eprints.ucm.es	<1%
4	Internet	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe	<1%
5	Internet	www.researchgate.net	<1%
6	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
7	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2025-07-04	<1%
8	Trabajos entregados	Universidad Católica de Santa María on 2024-05-20	<1%
9	Trabajos entregados	Universidad Nacional de Colombia on 2017-05-30	<1%
10	Trabajos entregados	Blackboard on 2026-06-07	<1%
11	Trabajos entregados	Universidad Europea de Madrid on 2026-05-20	<1%