

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Odontología**  
**Escuela Profesional de Odontología**



**Concordancia en el diagnóstico cefalométrico de Mc Namara utilizando  
inteligencia artificial y trazado digital modificado manualmente con la  
plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo del Centro  
Radiológico UCSM 2025**

Tesis presentada por la Bachiller:

**Velarde Lima, Angela Solange**

**ORCID: 0009-0001-2661-1219**

para optar por el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor:

**Dr. Centeno San Román, Gilberto**

**ORCID: 0000-0001-6275-7672**

Arequipa-Perú

2026

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**ODONTOLOGIA**

**TITULACIÓN CON TESIS**

**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 10 de Diciembre del 2025

**Dictamen: 014453-C-EPO-2025**

Visto el borrador del expediente 014453, presentado por:

**2019204402 - VELARDE LIMA ANGELA SOLANGE**

Titulado:

**CONCORDANCIA EN EL DIAGNÓSTICO CEFALOMÉTRICO DE MC NAMARA UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y TRAZADO DIGITAL MODIFICADO MANUALMENTE CON LA PLATAFORMA WEB CEPH EN RADIOGRAFÍAS LATERALES DE CRÁNEO DEL CENTRO RADIOLÓGICO UCSM 2025**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

**CIRUJANO DENTISTA**

**06292199 - DE LOS RIOS FERNANDEZ ENRIQUE MANUEL  
DICTAMINADOR**



**29641245 - BERNAL RIQUELME PEDRO PAUL  
DICTAMINADOR**



**43295200 - SALAS BEDOYA ELARD DANIEL  
DICTAMINADOR**



# Concordancia en el diagnóstico cefalométrico de Mc Namara utilizando inteligencia artificial y trazado digital modificado manualmente con la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo de

## INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María	6%
	Trabajo del estudiante	
2	tesis.ucsm.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
3	pubmed.ncbi.nlm.nih.gov	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.ucsm.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
5	www.teses.usp.br	<1%
	Fuente de Internet	
6	www.coursehero.com	<1%
	Fuente de Internet	
7	1library.co	<1%
	Fuente de Internet	

## *Dedicatoria*

*Dedico esta investigación a las personas que me acompañaron silenciosamente, con  
paciencia y buen humor.*

*A quienes hicieron posible mi formación académica y personal.*

*A la versión de mí que empezó este camino y a la que hoy lo culmina. Ambas merecen este  
logro.*



## *Agradecimientos*

*A mi mamá, quien fue un apoyo fundamental en este proceso, por su exigencia y motivación.*

*A mi papá, quien confió en mí y en mis capacidades.*

*A mis amigos, quienes me aconsejaron y guiaron en este proceso.*



## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el nivel de concordancia entre el trazado cefalométrico automático generado mediante inteligencia artificial en la plataforma WebCeph y el trazado digital modificado manualmente para el análisis de McNamara en radiografías laterales de cráneo del Centro Radiológico UCSM en el año 2025. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, transversal y analítico, evaluando diez variables cefalométricas relacionadas con la posición y longitud maxilar y mandibular, discrepancia maxilomandibular, proporciones verticales, ángulos esqueléticos y posición dentoalveolar. La concordancia entre ambas técnicas se determinó mediante la prueba Kappa de Cohen.

Los resultados evidenciaron niveles de concordancia sustancial y casi perfecta en la mayoría de los parámetros evaluados. Variables como la posición mandibular (0.813), la longitud mandibular (0.841), la diferencia maxilomandibular (0.932), el ángulo del plano mandibular (0.949) y 1-NB (0.945) mostraron los coeficientes más altos, indicando una correspondencia prácticamente total entre el método automático y el manual. Aunque algunas variables, como la posición maxilar (0.742) y el ángulo del eje facial (0.797), presentaron valores ligeramente menores.

Se concluye que el diagnóstico obtenido por WebCeph con inteligencia artificial y modificación manual, es confiable ya que los valores de kappa muestran una concordancia sustancial y confiable. Estos hallazgos refuerzan la utilidad de la inteligencia artificial en la evaluación craneofacial y promueven su integración progresiva en la práctica clínica y académica.

**Palabras clave:** Cefalometría, Inteligencia Artificial, Ortodoncia.

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the level of agreement between the automatic cephalometric tracing generated by artificial intelligence using the WebCeph platform and the manually modified digital tracing for the McNamara analysis in lateral skull radiographs from the UCSM Radiological Center in 2025. The research adopted a quantitative, cross-sectional, and analytical approach, evaluating ten cephalometric variables related to maxillary and mandibular position and length, maxillomandibular discrepancy, vertical proportions, skeletal angles, and dentoalveolar position. Agreement between both techniques was assessed using Cohen's Kappa coefficient.

The results showed substantial to almost perfect agreement across most evaluated parameters. Variables such as mandibular position (0.813), mandibular length (0.841), maxillomandibular difference (0.932), mandibular plane angle (0.949), and 1-NB (0.945) displayed the highest coefficients, indicating an almost complete correspondence between the automatic and manual methods. Although some variables, such as maxillary position (0.742) and facial axis angle (0.797), exhibited slightly lower values, their agreement levels remained robust.

It is concluded that the diagnosis obtained through WebCeph using artificial intelligence and manual modification is reliable, as the Kappa values show substantial and consistent agreement. These findings reinforce the usefulness of artificial intelligence in craniofacial evaluation and support its progressive integration into clinical and academic practice.

Keywords: Cephalometry, Artificial Intelligence, Orthodontic.

## ÍNDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCIÓN ..... 1**

**CAPÍTULO I ..... 2**

PLANTEAMIENTO TEÓRICO ..... 2

1. Problema de investigación..... 3

    1.1. Determinación del problema ..... 3

    1.2. Enunciado del problema..... 3

    1.3. Descripción del problema..... 4

    1.4. Justificación ..... 5

2. Objetivos ..... 6

3. Marco teórico..... 6

    3.1. Fundamentación teórica ..... 6

4. Hipótesis..... 20

**CAPÍTULO II..... 21**

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL..... 21

1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación..... 22

    1.1. Técnica ..... 22

    1.2. Instrumento..... 23

    1.3 Recursos materiales ..... 24

2. Campo de verificación ..... 24

    2.1. Ubicación espacial ..... 24

    2.2. Ubicación temporal..... 24

    2.3. Unidades de estudio ..... 24

2.4. Población.....	25
2.5. Consideraciones éticas .....	26
3. Estrategias de recolección de datos.....	26
3.1. Organización.....	26
3.2. Recursos .....	26
3.3. Validación del instrumento.....	27
4. Estrategia para manejar resultados.....	27
4.1. Plan de procesamiento de datos.....	27
4.2. Plan de análisis de datos.....	28
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>29</b>
RESULTADOS.....	29
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	40
DISCUSIÓN .....	60
CONCLUSIONES .....	63
RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS.....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N.º 1 Distribución de pacientes según edad.....	30
TABLA N.º 2 Distribución de pacientes según género y edad .....	31
TABLA N.º 3 Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos automáticamente por la inteligencia artificial (IA) para diagnósticos: normal, protrusión y retrusión .....	32
TABLA N.º 4 Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos automáticamente por la inteligencia artificial (IA) para diagnósticos: normal, prognatismo y retrognatismo .....	33
TABLA N.º 5 Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos automáticamente por la inteligencia artificial (IA) para diagnósticos: normal, aumentado y disminuido.....	34
TABLA N.º 6 Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos automáticamente por la inteligencia artificial (IA) para diagnósticos: normodivergente, hiperdivergente e hipodivergente.....	35
TABLA N.º 7 Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos mediante la modificación manual en WebCeph para diagnósticos: normal, protrusión y retrusión.....	36
TABLA N.º 8 Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos mediante la modificación manual en WebCeph para diagnósticos: normal, prognatismo y retrognatismo.....	37
TABLA N.º 9 Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos mediante la modificación manual en WebCeph para diagnósticos: normal, aumentado y disminuido .....	38
TABLA N.º 10 Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos mediante la modificación manual en WebCeph para diagnósticos: normodivergente, hiperdivergente e hipodivergente .....	39
TABLA N.º 11 Comparación de posición maxilar (A-Nperp) del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	40

TABLA N.º 12 Comparación de longitud maxilar del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	42
TABLA N.º 13 Comparación de longitud mandibular del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	44
TABLA N.º 14 Comparación de la diferencia maxilomandibular del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	46
TABLA N.º 15 Comparación de la altura facial anterior inferior del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	48
TABLA N.º 16 Comparación del ángulo del plano mandibular del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	50
TABLA N.º 17 Comparación del ángulo del eje facial del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	52
TABLA N.º 18 Comparación de la posición mandibular (Pog-Nperp) del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	54
TABLA N.º 19 Comparación de 1-na del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	56
TABLA N.º 20 Comparación de 1-nb del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 Comparación de posición maxilar (A-Nperp) del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo.....	41
FIGURA 2 Comparación de longitud maxilar del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	43
FIGURA 3 Comparación de longitud mandibular del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	45
FIGURA 4 Comparación de la diferencia maxilomandibular del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo.....	47
FIGURA 5 Comparación de la altura facial anterior inferior del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo.....	49
FIGURA 6 Comparación del ángulo del plano mandibular del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	51
FIGURA 7 Comparación del ángulo del eje facial del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	53
FIGURA 8 Comparación de la posición mandibular (Pog-Nperp) del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo .....	55
FIGURA 9 Comparación de 1-na del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo.....	57

FIGURA 10 Comparación de 1-nb del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo.....59



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXOS.....</b>	<b>70</b>
ANEXO N°1: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO .....	71
ANEXO N°2: REGISTRO VISUAL .....	75
1. PLATAFORMA WEBCEPH, REGISTRO DE PACIENTES.....	76
2. CARGAR LA RADIOGRAFIA LATERAL Y REALIZAR LA DIGITALIZACIÓN.....	76
3. REALIZAR EL ANALISIS CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE MCNAMARA.....	77
4. OBTENCION DE DATOS PARA INVESTIGACIÓN.....	77
ANEXO N°3: FICHAS DE REGISTRO DE DATOS.....	78
FICHA N°1 : FICHA DE RECOLECCIÓN.....	79
FICHA N° 2: MATRIZ DE REGISTRO DE MEDIDAS Y DIAGNOSTICO POR WEB CEPH Y MODIFICACIÓN MANUAL.....	80
ANEXO N°4: CONSTANCIAS Y CERTIFICADOS .....	82

## INTRODUCCIÓN

La cefalometría fue una herramienta fundamental en ortodoncia, ya que permitió evaluar con precisión las relaciones esqueléticas, dentarias y de tejidos blandos mediante radiografías laterales de cráneo. Entre los análisis más utilizados destacó el de McNamara, reconocido por integrar mediciones sagitales y verticales para identificar desbalances maxilomandibular y comprender los patrones de crecimiento facial.

El trazado cefalométrico se realizó tradicionalmente de forma manual, aunque este método presentó limitaciones como la variabilidad entre observadores, la dependencia de la habilidad del operador y el tiempo requerido. Estas dificultades impulsaron el desarrollo de herramientas tecnológicas destinadas a automatizar y estandarizar el diagnóstico.

La inteligencia artificial mostró en los últimos años un gran avance en el análisis de imágenes médicas, incluyendo la automatización del trazado cefalométrico mediante algoritmos de aprendizaje profundo. Plataformas como WebCeph generaron mediciones rápidas y reproducibles, alcanzando niveles de precisión comparables al criterio clínico humano. Estudios previos reportaron buena concordancia entre los trazados automáticos y los manuales, especialmente en variables lineales bien definidas, además de mejoras en eficiencia al reducir errores y tiempo de análisis. Sin embargo, la exactitud varió según el análisis empleado, la población y la complejidad anatómica.

Dado que el análisis de McNamara tuvo gran relevancia diagnóstica, resultó necesario validar el desempeño de la IA específicamente en este método. Por ello, el estudio tuvo como propósito evaluar la concordancia entre el trazado automático de WebCeph y el trazado manual modificado, con el fin de determinar su confiabilidad y aplicabilidad en entornos clínicos y académicos.



## 1. Problema de investigación

### 1.1. Determinación del problema

En la actualidad, la odontología atraviesa un proceso constante de modernización impulsado por la incorporación de tecnologías digitales que influyen directamente en la forma de diagnosticar y planificar tratamientos en sus distintas especialidades. En el campo de la ortodoncia, el análisis cefalométrico continúa siendo un procedimiento esencial para valorar la relación entre las estructuras esqueléticas, dentales y faciales, convirtiéndose en un componente indispensable para establecer diagnósticos precisos y orientar adecuadamente la toma de decisiones clínicas. Tradicionalmente, estos análisis se han llevado a cabo mediante trazados manuales o a través de programas digitales que requieren la intervención y ajuste del operador. Ambos métodos dependen de la correcta identificación de puntos anatómicos, lo que puede generar variaciones entre distintos evaluadores e incluso discrepancias dentro del mismo examinador en diferentes momentos. Además, son procedimientos que demandan tiempo, destreza y una cuidadosa ejecución por parte de quien los realiza. El desarrollo reciente de plataformas basadas en inteligencia artificial, como WebCeph, ha abierto la posibilidad de automatizar los trazados cefalométricos, reduciendo la influencia del operador y potencialmente mejorando la uniformidad de las mediciones. Sin embargo, persiste la necesidad de determinar si estas herramientas automatizadas ofrecen resultados equivalentes a los obtenidos mediante el trazado digital modificado manualmente, y si su uso puede considerarse suficientemente confiable dentro del entorno clínico. En este contexto, surge la inquietud respecto al nivel de concordancia entre el diagnóstico cefalométrico de McNamara generado por inteligencia artificial y el obtenido mediante el trazado digital modificado manualmente. Por ello, resulta fundamental evaluar la discrepancia o similitud entre ambos procedimientos en radiografías laterales de cráneo del Centro Radiológico UCSM, con el propósito de valorar la precisión, consistencia y utilidad clínica de estas nuevas tecnologías aplicadas a la práctica odontológica.

### 1.2. Enunciado del problema

“Concordancia en el diagnóstico cefalométrico de Mc Namara utilizando inteligencia artificial y trazado digital modificado manualmente con la plataforma Web Ceph en radiografías laterales de cráneo del Centro Radiológico UCSM 2025”

### 1.3. Descripción del problema

#### 1.3.1. Área del conocimiento

- a) Campo: Ciencias de la salud.
- b) Área específica: Odontología.
- c) Área de Especialidad: Ortodoncia
- d) Línea: Análisis y diagnóstico por imágenes en odontología.

#### 1.3.2. Operacionalización de variables

VARIABLE	INDICADORES	SUBINDICADOR DE PRIMER ORDEN		
DIAGNÓSTICO DE MC NAMARA	Posición maxilar (A-Nperp)	Protrusión maxilar:	F: +2	M: +3
		Normal:	F: 0±2	M: 1±3
		Retrusión maxilar:	F: -2	M: -1
	Longitud maxilar (Co-A)	Protrusión maxilar:	F: +95	M: +105
		Normal:	F: 91±4	M: 99±6
		Retrusión maxilar:	F: -87	M: -93
	Longitud mandibular (Co-Gn)	Prognatismo mandibular:	F: +125	M: +136
		Normal:	F: 120±5	M: 130±6
		Retrognatismo mandibular:	F: -115	M: -124
	Diferencia maxilomandibular (Co-A - Co-Gn)	Aumentada:	F: +32	M: +38
		Normal:	F: 29±3	M: 34±4
		Disminuida:	F: -26	M: -30
	Altura facial anterior inferior (ANS-Me)	Aumentada:	F: +70	M: +79
		Normal:	F: 66±4	M: 74±5
		Disminuida:	F: -62	M: -69
	Angulo plano mandibular (SN-GoGn)	Hiperdivergente:	F: +26	M: +25
		Normal:	F: 22±4	M: 21±4
		Hipodivergente:	F: -18	M: -17
	Angulo del eje Facial	Hiperdivergente:	F: +93	M: +93
		Normal:	F: 90±3°	M: 90±3°
		Hipodivergente:	F: -87	M: -87
	Posición mandibular (Pog-Nperp)	Protrusión maxilar:	F: +2	M: +4.3
		Normal:	F: -2±4	M: -0.3±4
		Retrusión maxilar:	F: -6	M: -2.3
	1-NA (mm)	Protrusión maxilar:	F: +7	M: +7
		Normal:	F: 5±2	M: 5±2
		Retrusión maxilar:	F: -3	M: -3
	1-NB (mm)	Protrusión maxilar:	F: +6	M: +4
Normal:		F: 3±3	M: 2±2	
Retrusión maxilar:		F: <0	M: <0	

Fuente: Adaptada de: Mc Namara JA. A method of cephalometric evaluation. Am J Orthod. 1984;86(6):449-69.

### 1.3.3. Interrogante Básica

¿Cuál es el nivel de concordancia entre el análisis cefalométrico de McNamara realizado automáticamente mediante inteligencia artificial en la plataforma WebCeph y el trazado digital modificado manualmente en radiografías laterales de cráneo del Centro Radiológico de la Universidad Católica de Santa María (UCSM)?

#### Interrogante específica

¿Cuál es la concordancia entre el diagnóstico brindado por la inteligencia artificial para el análisis cefalométrico de Mc Namara en radiografías laterales de cráneo del centro radiológico de la UCSM?

¿Cuál es la concordancia entre el diagnóstico brindado por la modificación manual para el análisis cefalométrico de Mc Namara en radiografías laterales de cráneo del centro radiológico de la UCSM?

### 1.3.4. Taxonomía de la investigación

ABORDAJE	TIPO DE ESTUDIO					DISEÑO	NIVEL
	1. Por la técnica de recolección	2. Por el tipo de dato que se planifica recoger	3. Por el número de mediciones de la variable	4. Por el número de muestras o poblaciones	5. Por el ámbito de recolección		
Cualitativo	Observacional	Retrospectivo	Transversal	Comparativo	Documental	No experimental	Comparativo

*Fuente: Elaboración propia, 2025.*

### 1.4. Justificación

- **Relevancia científica:** El análisis de herramientas basadas en inteligencia artificial aplicadas a la cefalometría constituye un aporte significativo para la ortodoncia contemporánea, ya que introduce tecnología avanzada en un procedimiento que históricamente se ha ejecutado de manera manual. Este tipo de evaluación permite comprender el alcance real de estas plataformas dentro del campo diagnóstico.
- **Relevancia social:** Evaluar un programa de inteligencia artificial para el análisis cefalométrico puede resultar en diagnósticos más precisos y tratamientos

ortodónticos más eficaces, lo que mejoraría la salud dental y la calidad de vida de la población.

- Originalidad: Al explorar la concordancia entre métodos cefalométricos de la inteligencia artificial en un área donde tradicionalmente se utilizan técnicas manuales, el estudio aporta nuevos datos que pueden ser valiosos para la comunidad científica y clínica, contribuyendo al avance del conocimiento en la odontología.
- Actualidad: Hay un impulso continuo para investigar y validar aplicaciones de IA en la salud, lo que hace que este estudio se alinee con las tendencias actuales de investigación y desarrollo en la ciudad de Arequipa, Perú.
- Interés personal: Participar en una investigación que involucra la evaluación de tecnologías avanzadas permite adquirir habilidades valiosas en el análisis de datos y la interpretación de resultados
- Viabilidad: actualmente la inteligencia artificial se está implementando más en entornos clínicos por ser cada día más accesible. Además, con la base de datos de la UCSM se asegura un entorno adecuado para la recolección de datos y la realización óptima de la investigación.

## 2. Objetivos

Determinar la concordancia en el diagnóstico cefalométrico de Mc Namara entre la inteligencia artificial de la plataforma WebCeph y el trazado digital modificado manualmente en radiografías laterales de cráneo del Centro Radiológico UCSM, 2025.

2.1. Objetivo específico 1: Analizar el diagnóstico obtenido mediante el análisis cefalométrico de Mc Namara realizado automáticamente por inteligencia artificial en la plataforma WebCeph.

2.2. Objetivo específico 2: Analizar el diagnóstico obtenido mediante el análisis cefalométrico de Mc Namara con modificación manual en la plataforma WebCeph.

## 3. Marco teórico

### 3.1. Fundamentación teórica

#### 3.1.1. Inteligencia Artificial en Odontología

##### A. Concepto y evolución de la inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) comprende un conjunto de métodos computacionales diseñados para que los sistemas sean capaces de identificar patrones, extraer información a partir de datos y ejecutar procesos de manera autónoma. En el ámbito odontológico, las herramientas más utilizadas incluyen técnicas de *machine learning* —tanto supervisado como no supervisado— y, más recientemente, modelos avanzados de *Deep learning*, entre los que destacan las redes neuronales convolucionales aplicadas al análisis de imágenes. El desarrollo de estas tecnologías ha pasado de emplear algoritmos estadísticos básicos a utilizar modelos complejos entrenados con grandes volúmenes de información, lo que ha incrementado progresivamente su exactitud y ha permitido automatizar procedimientos diagnósticos que antes se realizaban manualmente. (6).

#### B. Aplicaciones en el área de la salud

En las ciencias médicas y odontológicas, la inteligencia artificial se utiliza para automatizar la identificación de hallazgos en imágenes radiográficas, delimitar y reconocer estructuras anatómicas, clasificar diversas condiciones clínicas y asistir en la elaboración de planes de tratamiento. En el campo odontológico, se han documentado aplicaciones como la detección asistida de caries, la interpretación de patologías en radiografías, la estimación de posibles resultados terapéuticos y la automatización de mediciones cefalométricas. El propósito de estas herramientas es optimizar los procesos clínicos, reducir el tiempo requerido para el análisis y mejorar la exactitud diagnóstica al minimizar la influencia de la variabilidad humana (7,8).

#### C. Uso de la inteligencia artificial en diagnóstico odontológico

La detección automática de puntos cefalométricos en radiografías laterales se ha convertido en uno de los campos más avanzados dentro de la odontología digital. Los sistemas basados en *Deep learning* han demostrado una notable capacidad para ubicar con precisión distintos *landmarks* en imágenes bidimensionales y tridimensionales, lo que posibilita obtener de forma automática valores angulares y lineales necesarios para el diagnóstico ortodóncico y la planificación terapéutica. Diversas revisiones sistemáticas y metaanálisis señalan que estos métodos pueden ofrecer niveles de concordancia considerados clínicamente aceptables en múltiples parámetros; sin embargo, su desempeño puede variar dependiendo del punto

anatómico evaluado, la calidad de la radiografía y la composición del conjunto de datos utilizado para entrenar el algoritmo (9).

#### D. Ventajas y limitaciones en ortodoncia

La inteligencia artificial aplicada a la ortodoncia aporta ventajas como una mayor rapidez en los análisis, la estandarización de los procedimientos y la disminución de la variabilidad inter- e intraobservador. Sin embargo, su desempeño está condicionado por la calidad y homogeneidad de las imágenes, pudiendo presentar fallos en la identificación de puntos poco definidos o en pacientes con anatomía atípica. Además, su exactitud depende del tamaño y diversidad del dataset utilizado para su entrenamiento. Estudios recientes también han evidenciado diferencias clínicas entre distintas plataformas comerciales, lo que refuerza la necesidad de validaciones locales antes de su implementación. Por ello, resulta pertinente comparar el rendimiento de la IA con trazados digitales corregidos manualmente en contextos específicos, como el Centro Radiológico UCSM en Arequipa, para determinar su confiabilidad en la práctica clínica real (10).

### 3.1.2. Cefalometría en Ortodoncia

#### A. Definición y objetivos de la cefalometría

La cefalometría se refiere al registro y análisis de las relaciones anatómicas del complejo craneofacial a partir de radiografías laterales, y en algunas situaciones, imágenes posteriores o tridimensionales. Su finalidad es obtener medidas de las estructuras esqueléticas, dentarias y de los tejidos blandos con el fin de apoyar el diagnóstico ortodóncico, orientar la planificación terapéutica y evaluar los cambios producidos durante el tratamiento. Aunque inicialmente se realizaba mediante trazados manuales sobre radiografías convencionales, con el tiempo se integró como una herramienta esencial en la práctica ortodóncica debido a que proporciona mediciones estandarizadas que contribuyen a una mejor toma de decisiones clínicas (11,12).

#### B. Importancia de la radiografía lateral de cráneo

La radiografía lateral de cráneo continúa siendo un recurso ampliamente empleado, ya que permite analizar las relaciones anteroposteriores y verticales de la maxila y la mandíbula, así como la posición dental y el perfil de los tejidos blandos. Aunque algunos autores han cuestionado su aporte en todos los escenarios clínicos, pues

ciertos estudios indican que no siempre modifica el plan terapéutico, la mayoría de las guías y revisiones coinciden en que proporciona información objetiva valiosa para el diagnóstico facial, la planificación ortodóncica en casos complejos y el seguimiento cuantitativo del tratamiento. Su utilidad específica puede variar según las características del paciente y los objetivos terapéuticos planteados (12,13).

#### C. Métodos de trazado: manual, digital y asistido por inteligencia artificial

Existen tres enfoques principales para obtener medidas cefalométricas:

- **Trazado manual:** se realiza sobre una radiografía impresa utilizando reglas y transportadores; es el método clásico y sigue siendo referencia en muchos estudios históricos.
- **Trazado digital (manual digitalizado):** el operador localiza puntos en una imagen digital usando software (tableta o ratón); mantiene la intervención humana en la identificación de landmarks, pero facilita el cálculo y almacenamiento de medidas.
- **Trazado asistido/automático (IA):** algoritmos detectan landmark automáticamente y calculan medidas; pueden ser semiautomáticos (el usuario corrige) o totalmente automáticos.

Las comparaciones entre métodos indican que los sistemas digitales y automáticos reducen el tiempo y, en muchos casos, muestran reproducibilidad similar o superior a la manual, aunque el desempeño depende del software, de la interfaz (Tablet vs desktop) y de la calidad de la imagen (14,15).

#### D. Factores que influyen en la precisión de las mediciones cefalométricas

La precisión en cefalometría se refiere a cuánto se acercan las medidas al “valor verdadero” y la reproducibilidad a la consistencia entre mediciones repetidas (intraobservador) o entre observadores (Inter observador). Las principales fuentes de error son:

- **Identificación de landmarks:** ciertos puntos anatómicos son menos definidos y generan mayor variabilidad.
- **Calidad de la imagen:** exposición, posicionamiento del paciente y artefactos afectan la detectabilidad.
- **Herramienta y técnica:** diferencias entre trazado manual, digital y automático; el uso de Tablet/desktop también puede influir.
- **Error humano:** fatiga, experiencia y entrenamiento del operador.

Para cuantificar errores se usan fórmulas y pruebas estadísticas como el error de Dahlberg, coeficiente de correlación intraclase (ICC) y análisis Bland-Altman. Estudios clásicos y recientes señalan que errores de  $\sim 0.5\text{--}1.5\text{ mm}$  o  $\sim 0.5\text{--}1.5^\circ$  son comunes para varios landmarks y que la interpretación clínica de las diferencias debe considerar estos márgenes (16,17).

### 3.1.3. Análisis Cefalométrico de McNamara

#### A. Origen y fundamentos del análisis

El análisis cefalométrico propuesto por James A. McNamara en la década de 1980 surgió con la finalidad de optimizar el diagnóstico ortodóncico a través de mediciones sagitales y verticales que permitieran valorar la ubicación del maxilar y la mandíbula en relación con la base del cráneo, así como la altura facial inferior. Este método utiliza la línea proyectada desde nasión perpendicular al plano de Frankfurt como referencia principal para determinar la proyección sagital de puntos como A y el pogonion, en lugar de basarse exclusivamente en ángulos sagitales tradicionales como el ANB. Las normas originales de McNamara se establecieron a partir de individuos con dentición adecuada, buena relación oclusal y armonía facial, en su mayoría de origen caucásico, con el propósito de servir como estándar comparativo en la práctica clínica. Investigaciones recientes han retomado estos criterios para generar valores normativos específicos por población, analizar posibles variaciones étnicas y comparar el desempeño entre trazados manuales y sistemas automáticos (18–20).

#### B. Puntos y planos cefalométricos utilizados

El análisis de McNamara emplea una serie de puntos anatómicos (“landmarks”) estándares en cefalometría lateral, tales como *Nasion* (N), *Pogonion* (Pog), *Point A* (A), *Condylion* (Co), *Gnathion* (Gn), *Anterior Nasal Spine* (ANS), *Menton* (Me), entre otros, para mediciones lineales y angulares. Como plano de referencia clave se utiliza la línea *Frankfort* (porion-orbitale) y la llamada *nasion perpendicular* (línea desde N perpendicular al plano de Frankfurt) para evaluar la posición sagital de Maxila (A-N perp.) y de la mandíbula (Pog-N perp.) (20).

Además, se considera el plano mandibular (la línea entre gonion y menton u orígenes equivalentes) para medir la inclinación mandibular (ángulo del plano mandibular respecto de Frankfort) y la altura facial inferior (ANS-Me). En estudios recientes se han corroborado estos puntos y planos al comparar poblaciones étnicas diferentes:

por ejemplo, Sofyanti et al. (2025) evaluaron Co-A, Co-Gn, A-N perp., Pog-N perp., altura facial inferior, ángulo de plano mandibular, etc (20).

#### C. Variables esqueléticas y dentales que evalúa

McNamara incluye variables esqueléticas lineales y angulares con el fin de diagnosticar discrepancias en la dimensión sagital y vertical. Entre las variables esqueléticas destacan:

- *Co-A* (longitud del maxilar efectivo),
- *Co-Gn* (longitud mandibular),
- *A-N perpendicular* (distancia del punto A a la línea nasion perpendicular),
- *Pog-N perpendicular* (distancia del pogonion a esa misma línea),
- *Diferencia maxilomandibular* (Co-Gn minus Co-A),
- *Altura facial inferior* (ANS a Me),
- *Ángulo del plano mandibular respecto de Frankfort* (inclinación mandibular), entre otros.

En cuanto a las variables dentales, McNamara también considera la posición de los incisivos superior e inferior con respecto a los huesos basal maxilar y mandibular (por ejemplo, la protrusión de incisivos), aunque esas mediciones dentales suelen tener mayor variabilidad. Estudios mexicanos, y también Yemenitas, muestran que mientras algunas variables esqueléticas presentan diferencias estadísticamente significativas entre sexos o grupos étnicos, muchas variables dentales (como la posición incisiva relativa a A-Pog) no lo hacen (18–20).

#### D. Aplicaciones clínicas en diagnóstico y tratamiento ortodóncico

El análisis de McNamara es muy valorado clínicamente porque permite:

- Diagnosticar discrepancias sagitales maxilares y mandibulares, como protrusión o retrusión, con relación a la base craneal. (19,20)
- Evaluar la relación vertical de la cara, detectar crecimiento excesivo vertical inferior o patrones faciales abiertos (o cierre), mediante altura facial inferior y ángulo mandibular. (19,20)
- Planificar ortodoncia interceptiva, funcional o tratamiento combinado (ortodoncia + cirugía), pues permite definir si el problema es principalmente esquelético, dental o mixto. (19,20)
- Adaptar planes de tratamiento según población: como muestran estudios recientes, algunos parámetros de McNamara varían significativamente entre

etnias (por ejemplo, entre pacientes indígenas vs. chinos-indonesios en Medan), lo que implica que normas de referencia importadas pueden no ser siempre aplicables. Por ello, su uso en población local (Arequipa en tu caso) permite ajustar expectativas clínicas y mejorar la precisión del diagnóstico. (19,20)

#### 3.1.4. Plataformas Digitales para Análisis Cefalométrico

##### A. Evolución de los softwares cefalométricos

Durante los últimos años, el software utilizado para el análisis cefalométrico ha experimentado un progreso significativo. En sus inicios, estas herramientas solo facilitaban el trazado manual sobre radiografías digitalizadas, pero actualmente se han convertido en plataformas sofisticadas que pueden automatizar buena parte del procedimiento mediante inteligencia artificial y técnicas de aprendizaje profundo, capaces de reconocer puntos anatómicos de forma autónoma. Mahto et al. (2022) describen este avance al señalar que *WebCeph* es un sistema totalmente automatizado basado en IA que permite realizar distintos análisis cefalométricos, administrar imágenes y obtener mediciones tras la detección automática de los puntos estructurales (21). Otra tendencia reciente es la comparación de varias plataformas AI-asistidas para ver cuál ofrece mejores niveles de precisión, reproducibilidad y rapidez, como se ve en estudios que consideran *WebCeph*, *CephX* y *WeDoCeph* (22–24). Estas mejoras responden a la demanda clínica de reducir errores de trazado y optimizar tiempo, manteniendo estándares de precisión aceptables.

##### B. Características principales de *WebCeph*

*WebCeph* es una plataforma basada en la web que ofrece funcionalidad automática para identificar puntos cefalométricos, trazado de medidas lineales y angulares, y análisis morfoanatómico completo. En el estudio de Yassir et al. (2021), *WebCeph* fue comparado con AutoCAD, trazando 17 landmarks y calculando 11 medidas (esqueléticas, dentales y de tejidos blandos), encontrándose buena confiabilidad general, aunque algunas medidas angulares y lineales mostraron desviaciones estadísticamente significativas (25). Mahto et al. (2022) lo describen como capaz de realizar nueve análisis cefalométricos diferentes más dos análisis compuestos, y con archivado de imágenes (cefalograma, ortopantomografía, fotografías) dentro de su sistema (21). Además, un estudio reciente de Sadek et al. 2024 reporta que *WebCeph* produce diferencias menores en muchas medidas comparadas al trazado manual,

aunque en medidas relativas a la protrusión labial, ángulos nasolabiales, o incisivos inferiores vs plano mandibular, las discrepancias tienden a ser mayores (24).

#### C. Funcionamiento de la detección automática de puntos cefalométricos

El proceso automático en plataformas como WebCeph generalmente inicia con la carga de radiografías laterales digitales; luego un modelo de IA previamente entrenado —a partir de un conjunto grande de imágenes cefalométricas anotadas— extrae características anatómicas, clasifica patrones de estructuras craneofaciales y predice posiciones de landmarks clave. En Mahto et al. 2022, la plataforma detecta automáticamente los landmarks y calcula las medidas sin intervención humana, aunque el análisis señala que algunas medidas requieren revisión manual para precisión óptima (21). En comparación, estudios más generales de detección automática con algoritmos de aprendizaje profundo (por ejemplo, en tomografías o en radiografías 3D) han demostrado errores promedio menores a 2 mm, lo que se considera clínicamente aceptable para muchos landmarks (26,27). Además, un estudio comparativo reciente (Bor et al. 2024) demuestra que, aunque AI-asistido acelera el proceso, algunas discrepancias en ángulos como ANB, FMA o medidas dentales requieren ajustes manuales posteriores al análisis automático (28).

#### D. Posibilidad de trazado digital modificado manualmente

Una funcionalidad clave que muchas plataformas modernas ofrecen (incluyendo WebCeph) es el modo semiautomático o de corrección manual, en el cual, tras la detección automática de los puntos cefalométricos, el usuario puede revisar, mover o ajustar esos puntos si el algoritmo los localizó incorrectamente o con poca claridad. Esto permite mitigar errores automáticos, especialmente en imágenes de baja calidad o en landmarks difíciles de identificar (por ejemplo, del labio, tejidos blandos, puntos en bordes estructurales débiles). En el estudio de Yassir et al., se encontró que la versión semiautomática de WebCeph mejora la concordancia con medidas manuales (AutoCAD), reduciendo el sesgo sistemático en varios parámetros (25). Madtho et al. también mencionan que, al permitir esta corrección manual después del trazado automático, la plataforma mantiene buenas mediciones y se aproxima más al estándar de oro humano (21).

#### E. Comparación de WebCeph con otros softwares

Comparaciones directas de WebCeph contra otras plataformas revelan tanto fortalezas como debilidades relativas:

1. En Yassir et al. (2021), WebCeph vs AutoCAD mostraron una confiabilidad de Inter clase (ICC) “muy buena a excelente” en la mayoría de las medidas, pero algunas medidas angulares (como el ángulo del incisivo inferior vs plano mandibular) presentaron baja concordancia (25)
2. En Sadek et al. (2024), WebCeph fue comparado con Cephio en radiografías laterales para distintos grupos de maloclusión; encontraron que la mayoría de las diferencias fueron menores a 1 unidad/mm/°, aunque ciertas medidas (protrusión labial superior, ángulo naso labial, inclinación del incisivo inferior) mostraron discrepancias más grandes, lo que sugiere que no todos los parámetros se ajustan igual en distintas plataformas automáticas (24).
3. En Bor et al. (2024), compararon WebCeph, CephX y WeDoCeph con trazado digital manual (NemoCeph) y hallaron variaciones significativas en ángulos claves como ANB, FMA, NLA, y en medidas dentales, lo que implica que, aunque WebCeph sea competitivo, no siempre reemplaza al trazado manual sin revisión (28).

### 3.1.5. Precisión y confiabilidad en las mediciones

#### A. Conceptos de precisión, validez y reproducibilidad

**Precisión** La precisión describe el grado de similitud que existe entre varias mediciones realizadas sobre un mismo parámetro cuando se repiten en condiciones constantes. En el contexto de la cefalometría, esto significa que, al localizar un punto anatómico en diferentes ocasiones, un mismo operador debería obtener ubicaciones prácticamente equivalentes.

**Validez** (o exactitud / “accuracy”) se refiere a qué tan cercana es una medición al valor “verdadero” o de referencia. En estudios de cefalometría, esto podría implicar comparar mediciones digitales o automáticas contra trazados manuales aceptados, o contra alguna “gold standard”.

- **Reproducibilidad** incluye dos conceptos:
  1. **Repetibilidad (intraoperador o intraexaminador)**: el grado en que un mismo operador obtiene los mismos resultados al repetir la medición bajo condiciones similares, por ejemplo, trazado de puntos varias veces con tiempo entre ellas.

2. **Reproducibilidad entre operadores (interoperador/interexaminer):** qué tan consistentes son los resultados cuando diferentes operadores realizan la medición bajo las mismas condiciones.

Estudios recientes han aplicado estos conceptos para evaluar herramientas digitales, manuales, semiautomáticas y basadas en inteligencia artificial (IA) en cefalometría. Por ejemplo, Panesar et al. (2023) evaluaron precisión y exactitud de análisis cefalométricos realizados por IA profunda con y sin corrección humana, usando ICC (coeficiente de correlación intraclase) y error medio absoluto, encontrando alta concordancia (29).

- B. Errores comunes en el trazado cefalométrico (intraoperador e interoperator)

**Errores de identificación de puntos anatómicos:** algunos puntos son difíciles de visualizar en radiografías o CBCT sintéticos, por superposición, por la calidad de la imagen, o por regiones de baja definición. Estos problemas pueden generar variabilidad tanto dentro del mismo operador como entre operadores. Por ejemplo, en estudios de IA vs trazado manual, los errores mayores suelen aparecer en medidas que implican puntos como “Go”, “Gn” u otros situados en contornos menos definidos (26,30,31).

**Errores sistemáticos:** sesgos del operador, calibración incorrecta de la imagen, diferencias en escala o magnificación de la radiografía, ángulo del paciente, posición de la cabeza. Tales errores pueden afectar la validez si no se corrigen.

**Errores aleatorios:** fatiga del operador, variaciones menores en la ubicación de puntos entre repeticiones, variaciones en la iluminación o en la visualización, etc.

**Errores interoperator** más grandes que errores intraoperator en general. Varios estudios recientes indican que la variabilidad entre diferentes operadores tiende a tener mayor magnitud que la diferencia cuando un mismo operador repite mediciones en diferentes momentos (21,26,30).

**Errores derivados del método:** diferencias entre trazado manual vs digital vs automático/semi-automático. Por ejemplo, digitalización de radiografías manuales, la interfaz del software, resolución de la imagen, etc. Estudios recientes han encontrado que, aunque existen diferencias, muchas de estas no son clínicamente significativas (15,32,33).

- C. Métodos estadísticos de evaluación de precisión (ICC, error de Dahlberg, Bland-Altman, etc.)

**ICC (Coeficiente de Correlación Intraclase):** ampliamente usado para cuantificar cuánta variabilidad es atribuible al sujeto vs al error. Se emplea tanto para evaluar reproducibilidad intra- como interoperador. Un ICC cercano a 1 indica excelente fiabilidad. Por ejemplo, estudios recientes lo usan para comparar mediciones digitales vs automáticas (30,34).

**Error de Dahlberg:** fórmula clásica para estimar el error aleatorio en mediciones repetidas. Se utiliza para cuantificar la magnitud del error entre medidas cuando el mismo operador repite (31,35).

**Método de Bland-Altman:** análisis de los acuerdos, que permite ver sesgos (diferencias promedio) y límites de acuerdo (hasta qué punto se desvían las mediciones entre métodos o entre operadores). Útil para mostrar si un nuevo método (digital, automático, etc.) tiene diferencias aceptables respecto de otro estándar (31,35).

Importancia de diferenciar entre errores clínicamente significativos vs estadísticamente significativos: Muchas veces las diferencias son estadísticamente detectables, pero su magnitud no altera decisiones clínicas. Varios estudios destacan esto (15,32).

#### D. Evidencia científica sobre precisión en trazados manuales y digitales

Un *systematic review* reciente (2024) comparó trazados manuales vs digitales en cefalometría para identificación de puntos esqueléticos y dentales. Concluyó que no hay diferencias estadísticamente significativas para la mayoría de los parámetros, es decir que los métodos digitales pueden igualar al manual en precisión, aunque en algunos parámetros específicos pueden aparecer discrepancias menores (15).

Panesar et al. (2023) investigaron análisis cefalométricos realizados por IA profunda, con o sin asistencia humana. Encontraron que los métodos asistidos por IA tienen alta precisión y exactitud, con diferencias mínimas en muchos parámetros, aunque algunos puntos de referencia menos definidos mostraron errores ligeramente mayores (34).

Hace poco, un estudio de Cai et al. (2025) propuso usar radiografías cefalométricas laterales reconstruidas localmente desde CBCT y encontró que para ciertos hitos anatómicos la reproducibilidad (entre operadores y dentro de ellos) fue superior con esta nueva técnica comparada con radiografías convencionales u otras técnicas sintéticas (30).

También, Mercier et al. (2024) evaluaron un software basado en IA para localizar automáticamente puntos cefalométricos en 2D, y lo compararon con trazado digital convencional, encontrando buena confiabilidad, similar tiempo de medición, y diferencias que en general no fueron clínicamente relevantes (33).

En una aplicación más accesible, estudios con aplicaciones de teléfono inteligente o software tipo OneCeph han mostrado que para ciertos análisis (por ejemplo, Steiner) no hubo diferencias estadísticamente significativas entre trazado manual vs digital, aunque la digital suele ser más rápida y menos dependiente del trazador (36).

### 3.2. Análisis de antecedentes investigativos

Título: Cephalometric Analysis in Orthodontics Using Artificial Intelligence—A Comprehensive Review

Autores: Subramanian AK, Chen Y, Almalki A, Sivamurthy G.

Resumen:

Esta revisión sintetiza la evidencia sobre el uso de inteligencia artificial en el análisis cefalométrico. Describe cómo las redes neuronales y otros algoritmos permiten localizar puntos anatómicos y obtener mediciones de manera automática, comparando su precisión con los métodos manuales tradicionales. Concluye que, en general, los sistemas basados en IA muestran alta exactitud y reproducibilidad, aunque recalca que la supervisión del ortodoncista sigue siendo esencial para el diagnóstico definitivo (37).

Título: Application of Artificial Intelligence (AI) in a Cephalometric Analysis: A Narrative Review

Autores: Kiełczykowski M, Kamiński K, Perkowski K, Zadurska M, Czochrowska E.

Resumen:

Los autores revisan estudios publicados entre 2009–2023 sobre el uso de IA en el análisis de radiografías cefalométricas laterales. Explican los tipos de algoritmos (machine learning, CNN, deep learning) y comparan la exactitud de software comerciales y modelos experimentales. La mayoría de los sistemas logran localizar la mayoría de los puntos cefalométricos con errores dentro del rango clínicamente aceptable, aunque la precisión

varía según el tipo de algoritmo y la plataforma. Se concluye que la IA es una herramienta prometedora para agilizar el diagnóstico y apoyar a clínicos menos experimentados (38).

Título: Artificial intelligence in orthodontics: Evaluation of a fully automated cephalometric analysis using a customized convolutional neural network.

Autores: Kunz F, Stellzig-Eisenhauer A, Zeman F, Boldt J.

Resumen:

Este estudio desarrolla una red neuronal convolucional personalizada para realizar un análisis cefalométrico totalmente automatizado. Se comparan las mediciones del sistema de IA con las realizadas por examinadores humanos en radiografías laterales. La IA alcanza una precisión similar a la de expertos para la mayoría de las medidas, con errores dentro de límites clínicamente aceptables. Los autores concluyen que la IA puede integrarse en la práctica rutinaria, aunque recomiendan revisión clínica de los resultados en casos complejos (39).

Título: Automatic Cephalometric Landmark Identification System Based on the Multi-Stage Convolutional Neural Networks with CBCT Combination Images

Autores: Kim MJ, Yu HJ, Kim JW, et al.

Resumen:

Este trabajo presenta un sistema de identificación automática de puntos cefalométricos que usa imágenes combinadas de CBCT y radiografías laterales, procesadas con redes neuronales convolucionales en múltiples etapas. El método mejora progresivamente la localización de cada punto y muestra errores reducidos en comparación con modelos más simples. Se concluye que la combinación de CBCT y deep learning puede aumentar la precisión de la cefalometría automatizada, especialmente en zonas anatómicas complejas (41).

Título: Evaluation of fully automated cephalometric measurements obtained from web-based artificial intelligence driven platform.

Autores: Mahto RK, Kafle D, Giri A, Luintel S, Karki A.

Resumen:

El objetivo fue comparar las mediciones cefalométricas lineales y angulares obtenidas de la plataforma web basada en IA WebCeph con las derivadas del trazado manual. En 30 radiografías laterales se analizaron 18 puntos y 12 mediciones. Los coeficientes de correlación intraclase fueron  $\geq 0,75$  para todas las medidas y  $> 0,90$  en varios parámetros clave (ANB, FMA, IMPA, etc.), lo que indica buena a excelente concordancia. Los autores concluyen que WebCeph™ produce resultados comparables al método manual, aunque recomiendan supervisión clínica de las mediciones automatizadas (21).

Título: Comparison between cephalometric measurements using digital manual and web-based artificial intelligence cephalometric tracing software.

Autores: Çoban G, Öztürk T, Hashimli N, Yağci A.

Resumen:

En este estudio se comparan mediciones cefalométricas obtenidas con un software digital manual (Dolphin) y con una plataforma web de IA (WebCeph™) en 105 pacientes con maloclusión Clase I, II y III. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en algunos parámetros específicos, sobre todo en ciertos ángulos y medidas según el tipo de maloclusión, aunque en general la concordancia fue aceptable. Los autores señalan que la IA facilita el análisis, pero que las discrepancias en algunos parámetros obligan a revisar los resultados antes de tomar decisiones terapéuticas (42).

Título: Evaluation of the performance of two software artificial intelligence-based by means of the measurements according to McNamara's Analysis in lateral cephalometric radiographs.

Autores: de Souza LLT, Silva TP, Silva Filho WJ, Lima BNS, Meireles ACN, Oliveira ITS, Takeshita WM.

Resumen:

Este trabajo compara el desempeño de dos softwares basados en IA (CEFBOT y WebCeph™) utilizando específicamente las mediciones del análisis cefalométrico de McNamara en radiografías laterales. Se analizó la reproducibilidad y confiabilidad de las mediciones en comparación con un examinador que trabajó con trazado digital en Radiocef. Los coeficientes de correlación intraclase fueron muy altos tanto para el examinador como para CEFBOT y WebCeph ( $\approx 0,94-0,96$ ), indicando “casi perfecta” concordancia. Sin embargo, WebCeph presentó diferencias significativas en varias medidas e incluso no calculó algunas variables de McNamara. Los autores concluyen que, aunque la IA ofrece buena reproducibilidad, todavía requiere supervisión del ortodoncista cuando se usa el análisis de McNamara (43).

Título: Accuracy and Reliability of WebCeph Digital Cephalometric Analysis in Comparison with Conventional Cephalometric Analysis

Autores: Azeez SM, Surji FF, Kadir SO, Karim R.

Resumen:

Este artículo compara el análisis cefalométrico digital realizado con WebCeph frente a la cefalometría convencional. Se estudian diferentes medidas óseas, dentarias y de tejidos blandos, y se evalúa la concordancia entre ambos métodos mediante pruebas estadísticas de acuerdo y reproducibilidad. En general, WebCeph muestra alta exactitud y confiabilidad, con pequeñas diferencias en algunas variables. Los autores concluyen que el software puede utilizarse con seguridad en la práctica clínica, siempre que el profesional verifique visualmente los puntos anatómicos y las mediciones clave (44).

#### 4. Hipótesis

Dado que en la actualidad se están desarrollando sitios web basados en inteligencia artificial para apoyar la atención odontológica, es probable exista concordancia sustancial entre el diagnóstico obtenido por la inteligencia artificial y el diagnóstico obtenido a través del trazado digital modificado manualmente en el análisis cefalométrico de Mc Namara en radiografías laterales de cráneo del Centro Radiológico UCSM, 2025



## **CAPÍTULO II**

### **PLANTEAMIENTO OPERACIONAL**

## 1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación

### 1.1. Técnica

El presente estudio requerirá la utilización de la técnica llamada observacional comparativa más específicamente observación radiográfica, la cual servirá para la recolección de información de las variables método cefalométrico y precisión. Después de ello se realizará la comparación de resultados obtenidos por los dos métodos de análisis cefalométricos empleados.

Se analizarán radiografías laterales de cráneo que se encuentran en la base de datos del área de diagnóstico del Centro Odontológico de la Universidad Católica De Santa María.

#### 1.1.1. Descripción de la técnica:

Se creó un perfil en el programa WebCeph, donde también se obtuvo una membresía para el procesamiento de datos, posteriormente se obtuvo el archivo digital de 69 radiografías laterales de cráneo del Centro Radiológico de la UCSM de pacientes entre 18 a 25 años de edad (grupo etario joven según MINSA), se creó un perfil para cada paciente incluyendo edad, género y raza, a cada perfil se adjuntó la radiografía digital correspondiente, después de realizar la calibración de la radiografía en la plataforma se procede a realizar la digitalización con Inteligencia Artificial, donde el programa WebCeph identificó cada punto Cefalométrico de manera automática para posteriormente realizar el análisis cefalométrico de Mc Namara, las medidas obtenidas son registradas en un ficha de recolección la cual se presentó como “FICHA N°1” (ver ANEXO N°3: Ficha 1).

Para la obtención de datos según la modificación manual se siguió el siguiente protocolo; en el apartado de “Digitalización” seleccionamos la opción de “modificar” y se realiza la modificación según criterio de la investigadora, se guardan las modificaciones y se realiza el análisis de Mc Namara. Después, se registran las medidas en la misma ficha de recolección donde se registraron los datos de los resultados obtenidos del método automático. Seguidamente se realizan los diagnósticos de cada medida y se procede a trasladar esta información a la Matriz De Registro De Medidas Y Diagnostico Por WebCeph Y Modificación Manual (ver ANEXO N°3: Ficha 2)

Los resultados generados por el programa de inteligencia artificial se contrastarán con aquellos obtenidos mediante el análisis cefalométrico modificado manualmente. El

objetivo de esta comparación es evaluar la concordancia entre ambos métodos en el contexto del diagnóstico ortodóntico.

## 1.2. Instrumento

### 1.2.1. Precisión del instrumento

Se aplicó un instrumento estructurado denominado ficha de observación, diseñado específicamente para el registro de medidas y ángulos del análisis cefalométrico de Mc Namara de radiografías laterales.

### 1.2.2. Estructura

Se elaboró un cuadro de doble entrada que reunió las mediciones automáticas generadas por WebCeph y los valores ajustados mediante el trazado manual digital. Luego, estos datos fueron interpretados y clasificados cualitativamente según los parámetros del análisis cefalométrico de McNamara.

Código de paciente	Género	Edad	Variable cefalométrica (McNamara)	Valores normales		Resultado automático (webceph)	Resultado modificado manualmente (webceph)	Diagnóstico
				F	M			
			Posición maxilar (A-Nperp)	F: 0±2	M: 1±3			+Protrusión -Retrusión
			Longitud maxilar (Co-A)	F:91±4	M: 99±6			+Protrusión -Retrusión
			Longitud mandibular (Co-Gn)	F:120±5	M: 130±6			+Prognatismo -Retrognatismo
			Diferencia maxilomandibular (Co-A - Co-Gn)	F:29±3	M: 34±4			+Aumentada -Disminuida
			Altura facial anterior inferior (ANS-Me)	F:66±4	M: 74±5			+Aumentada -Disminuida
			Angulo plano mandibular (SN-GoGn)	F:22±4°	M: 21±4°			+Hiperdivergente -Hipodivergente
			Angulo del eje Facial	90±1° 0-3°				+Hiperdivergente -Hipodivergente
			Posición mandibular (Pog-Nperp)	F: -2±4	M: -0.3±4			+Protrusión -Retrusión
			1-NA (mm)	F: 5±2	M: 5±2			+Protrusión -Retrusión
			1-NB (mm)	F: 3±2	M: 2±2			+Protrusión -Retrusión

Fuente: Adaptada de: Mc Namara JA. A method of cephalometric evaluation. Am J Orthod. 1984;86(6):449-69.

### 1.3 Recursos materiales:

- Radiografías laterales de cráneo digitalizadas: Como base del análisis.
- Literatura de referencia: Textos de ortodoncia y análisis cefalométrico que servirán como estándar para interpretar los resultados.
- Base de datos: Un registro organizado de las mediciones y observaciones recopiladas.
- Resultados del análisis estadístico: Figuras y tablas que respalden la comparación entre métodos.

## 2. Campo de verificación

### 2.1. Ubicación espacial

La investigación se realizó en el ámbito específico del Centro Radiológico de la Universidad Católica de Santa María y en el ámbito general de la ciudad de Arequipa, Perú.

### 2.2. Ubicación temporal

El estudio se realizó durante el año 2025.

Este estudio es de diseño observacional, retrospectivo y de corte transversal, debido a que los datos fueron obtenidos a partir de registros previamente existentes.

### 2.3. Unidades de estudio

Se realizó el estudio de 69 radiografías laterales de cráneo, de pacientes atendidos en el Centro Radiológico de la UCSM.

#### 2.3.1. Criterios de inclusión

- Radiografías laterales de cráneo
- Pacientes de entre 18 - 25 años (grupo etario “joven” según MINSA)
- Femenino y masculino
- Pacientes atendidos en el Centro Odontológico UCSM

#### 2.3.2. Criterios de exclusión

- Pacientes edéntulos.

- Pacientes con ausencia de primeros molares permanentes e incisivos centrales.
- Pacientes con aparatología de ortodoncia.
- Radiografías con baja resolución.
- Pacientes con dentición mixta

#### 2.4. Población

Para determinar el tamaño de la muestra se tuvo en consideración lo siguiente:

Para obtener el número de radiografías laterales de cráneo a analizar utilizaremos la siguiente fórmula:

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

Donde:

- $Z_{\alpha/2}$ : valor Z para el nivel de confianza. Se utilizará 1.96 para 95% de confianza.
- $N$ : población total de 85 radiografías.
- $p$ : proporción esperada. Se utilizará 0.5, máxima variabilidad.
- $q$ : complemento de  $p$ . Se utilizará 0.5.
- $e$ : margen de error. Se utilizará 0.05, precisión del 5%

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5 \cdot 85}{0.05^2(85 - 1) + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}$$

$$n = \frac{3.8416 \cdot 0.25 \cdot 85}{0.0025(84) + 0.9604}$$

$$n = \frac{81.283}{0.21 + 0.9604}$$

$$n = \frac{81.283}{1.1704}$$

$$n = 69.45$$

$$\boxed{n \approx 69}$$

Dado que la población estuvo conformada por 85 radiografías de pacientes de 18 a 25 años, se procedió a calcular el tamaño muestral considerando un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95%. Bajo estos criterios, se estableció que una muestra de 69 radiografías laterales de cráneo resulta adecuada y representativa para el presente estudio.

## 2.5. Consideraciones éticas

El presente proyecto se presentó al Comité de Ética Institucional de la Universidad Católica de Santa María y fue aprobado con dictamen favorable 277-2025 CIEI-UCSM (ver ANEXO N°4 DOCUMENTO N°2)

## 3. Estrategias de recolección de datos

La recolección de datos se realizó mediante el uso de radiografías laterales de cráneo que fueron evaluadas con inteligencia artificial en un programa para que nos brindó un análisis cefalométrico.

### 3.1. Organización

Para la ejecución de la investigación se seguirán el siguiente protocolo:

- Aprobación del proyecto de tesis por la Facultad de Odontología

### 3.2. Recursos

#### 3.2.1. Recursos Humanos

- Investigadora: Br. Angela Solange Velarde Lima
- Asesor(a): Dr. Gilberto Centeno San Román

#### 3.2.2. Recursos virtuales

- Programa basado en inteligencia artificial, WebCeph
- Disponibilidad de imágenes radiológicas de la base de datos del Centro Odontológico de la Universidad Católica de Santa María
- Documento de Excel para recopilación de datos

#### 3.2.3. Recursos económicos

- El presupuesto fue financiado por la responsable de la investigación

#### 3.2.4. Recursos institucionales

- Acceso al Centro Radiológico la Universidad Católica de Santa María

### 3.3. Validación del instrumento

Se realizó una prueba piloto y calibración de la encargada de la investigación, constó del procesamiento de datos de 10 radiografías laterales, se realizaron las comparaciones de los resultados obtenidos por ambos métodos. Además de hacer una prueba estadística de Kappa de Cohen donde se obtuvo como resultado los siguientes valores kappa de (0.677) para la posición mandibular, la longitud mandibular (0.836), la diferencia maxilomandibular (1.0), el ángulo del plano mandibular (0.844), 1-NB (1.0), posición maxilar (0.615), ángulo del eje facial (0.688), 1-NA (0.610), longitud maxilar (0.756) y altura facial anterior inferior (0.778). Dicha prueba piloto y calibración fueron supervisados por un especialista en ortodoncia, quien dio un dictamen favorable para la calibración en análisis cefalométrico de Mc Namara en WebCeph, lo cual determinó que la investigadora se mostró calificada para la recopilación de datos.

Este instrumento fue validado por juicio de expertos especialistas en el área de Ortodoncia con una calificación de “Excelente” (ver ANEXO N° 1, Validación 1, 2 y 3).

## 4. Estrategia para manejar resultados

### 4.1. Plan de procesamiento de datos

#### 4.1.1. Tipo de procesamiento

- Computarizada:
  - Programa basado en Inteligencia Artificial WebCeph
  - Documento de Excel para recopilación de datos

#### 4.1.2. Plan de operaciones

- Clasificación  
Se realizó la clasificación de datos en una matriz de registro y control
- Codificación  
Se codificó las variables de manera digital de acuerdo con SPSS
- conteo o puntuación  
Diferencias entre resultados, se contarán cuantas mediciones coinciden  
Medición de concordancia

- Plan de tabulación  
Se elaboró tablas simples y de doble entrada
- Plan de graficación  
Se elaboraron figuras simples y agrupadas

#### 4.2. Plan de análisis de datos

##### 4.2.1. Tipo de análisis

- Análisis comparativo, observacional y cualitativo

##### 4.2.2. Tratamiento estadístico

Para determinar la concordancia diagnóstica entre el análisis cefalométrico de McNamara realizado automáticamente mediante inteligencia artificial y el trazado digital modificado manualmente en WebCeph, se aplicó el coeficiente Kappa de Cohen. Se construyó una tabla de contingencia con los diagnósticos obtenidos por ambos métodos y, a partir de ella, se calculó el Kappa considerando el acuerdo observado y el acuerdo esperado por azar.

La interpretación del coeficiente se realizó según los criterios de Landis y Koch, donde:

- $< 0$  = concordancia pobre
- $0.00-0.20$  = ligera
- $0.21-0.40$  = aceptable
- $0.41-0.60$  = moderada
- $0.61-0.80$  = sustancial
- $0.81-1.00$  = casi perfecta

Este procedimiento permitió determinar el nivel real de acuerdo entre ambos métodos de diagnóstico. Los datos serán procesados utilizando software estadístico especializado como SPSS.



TABLA N.º 1

Distribución de pacientes según edad

		EDAD							
		18	19	20	21	22	23	24	25
		Recuento	Recuento	Recuento	Recuento	Recuento	Recuento	Recuento	Recuento
GENERO	FEMENINO	14	6	5	1	7	2	3	2
	MASCULINO	11	3	5	0	1	6	0	3

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

La muestra estuvo conformada por 69 participantes, de los cuales 40 fueron mujeres (58%) y 29 fueron varones (42%). Esto indica que existe una mayor proporción de participantes del sexo femenino en relación con el masculino. El porcentaje válido coincide con el porcentaje total debido a que no se registraron datos perdidos

TABLA N.º 2

Distribución de pacientes según género y edad

GENERO					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	FEMENINO	40	58,0	58,0	58,0
	MASCULINO	29	42,0	42,0	100,0
	Total	69	100,0	100,0	

Fuente: *Elaboración propia, 2025*

La distribución de edades muestra que tanto mujeres como varones se encuentran en un rango que va de 18 a 25 años. Las mujeres presentan mayor frecuencia en las edades 18, 19, 20 y 21 años, mientras que los varones tienen mayor representación en 21 y 22 años. En general, la edad predominante en mujeres fue 18 años (14 casos), mientras que en varones la edad más frecuente fue 21 años (11 casos). Esta tabla permite visualizar cómo se distribuye la población según ambos factores (edad y género), mostrando una representación equilibrada entre categorías etarias, aunque con ligera predominancia femenina en varias edades.

TABLA N.º 3

Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos automáticamente por la inteligencia artificial (IA) para diagnósticos: normal, protrusión y retrusión

DIAGNOSTICO	NORMAL	PROTRUSIÓN	RETRUSIÓN	TOTAL
POSICIÓN MAXILAR CON IA	23(33.3%)	45(65.2%)	1(1.4%)	69(100%)
LONGITUD MAXILAR CON IA	23(33.3%)	3(4.3%)	43(62.3%)	69(100%)
POSICIÓN MANDIBULAR CON IA	36(52.2%)	16(23.2%)	17(24.6%)	69(100%)
1-NA	38(55.1%)	21(30.4%)	10(14.5%)	69(100%)
1-NB	40(58%)	26(37.7%)	3(4.3%)	69(100%)

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

El análisis automático realizado por la inteligencia artificial muestra que la posición maxilar se clasificó mayoritariamente como protrusión, mientras que la longitud maxilar presentó principalmente retrusión. En cambio, la posición mandibular mostró una distribución más equilibrada, con predominio de valores normales.

En las mediciones dentoalveolares, tanto 1-NA como 1-NB registraron una mayor proporción de casos dentro de los rangos normales, con porcentajes menores de protrusión y retrusión.

En conjunto, los resultados indican que WebCeph identifica variabilidad principalmente en las estructuras esqueléticas, mientras que las variables dentoalveolares tienden a mantenerse dentro de parámetros normales

TABLA N.º 4

Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos automáticamente por la inteligencia artificial (IA) para diagnósticos: normal, prognatismo y retrognatismo

DIAGNOSTICO	NORMAL	PROGNATISMO	RETROGNATISMO	TOTAL
LONGITUD MANDIBULAR CON IA	11(15.9%)	18(26.1%)	40(58%)	69(100%)

*Fuente: elaboración propia.*

El análisis de la longitud mandibular obtenido automáticamente por la inteligencia artificial muestra que la mayoría de los participantes presenta retrognatismo mandibular (58%), seguido de un 26.1% con prognatismo y solo un 15.9% dentro de valores normales.

Estos resultados indican que, según la evaluación automatizada, la longitud mandibular tiende a clasificarse con mayor frecuencia dentro de alteraciones anteroposteriores, especialmente hacia la deficiencia mandibular, lo que sugiere una predominancia de patrones esqueléticos retrognáticos en la población estudiada.

TABLA N.º 5

Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos automáticamente por la inteligencia artificial (IA) para diagnósticos: normal, aumentado y disminuido

DIAGNOSTICO	NORMAL	AUMENTADO	DISMINUIDO	TOTAL
DIFERENCIA MAXILOMANDIBULAR CON IA	29(42%)	26(37.7%)	14(20.3%)	69(100%)
ALTURA FACIAL ANTERIOR INFERIOR CON IA	27(39.1%)	28(40.6%)	14(20.3%)	69(100%)

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

En la variable diferencia maxilomandibular, la inteligencia artificial clasificó al 42% de los participantes dentro de parámetros normales, mientras que el 37.7% presentó valores aumentados y el 20.3% valores disminuidos. Esto muestra una distribución relativamente equilibrada, aunque con ligera predominancia de la clasificación normal.

Respecto a la altura facial anterior inferior, el comportamiento fue similar: el 39.1% se ubicó en la categoría normal, el 40.6% fue clasificado como aumentado, y el 20.3% como disminuido.

En conjunto, estas mediciones muestran que la inteligencia artificial identifica variabilidad en ambos parámetros, con mayor proporción de casos normales o aumentados y una menor representación de valores disminuidos. Esto sugiere una tendencia a patrones verticales ligeramente aumentados en la población evaluada.

TABLA N.º 6

Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos automáticamente por la inteligencia artificial (IA) para diagnósticos: normodivergente, hiperdivergente e hipodivergente

DIAGNOSTICO	NORMODIVERGENTE	HIPERDIVERGENTE	HIPODIVERGENTE	TOTAL
ANGULO DEL PLANO MANDIBULAR CON IA	33(47.8%)	31(44.9%)	5(7.2%)	69(100%)
ANGULO DEL EJE FACIAL CON IA	20(29%)	5(7.2%)	44(63.8%)	69(100%)

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

En el ángulo del plano mandibular, la inteligencia artificial clasificó al 47.8% de los participantes como normodivergentes, seguido por un 44.9% catalogado como hiperdivergente, mientras que solo un 7.2% fue identificado como hipodivergente. Esto indica una distribución relativamente equilibrada entre normodivergencia e hiperdivergencia, con una baja frecuencia de patrones hipodivergentes.

En cuanto al ángulo del eje facial, los resultados muestran una tendencia más marcada: el 63.8% de los sujetos fue clasificado como hipodivergente, mientras que el 29% correspondió a normodivergentes y el 7.2% a hiperdivergentes.

En conjunto, estos hallazgos reflejan que la inteligencia artificial identifica variabilidad vertical en la población evaluada, con predominio de patrones normodivergentes e hiperdivergentes en el plano mandibular, mientras que en el eje facial destaca una mayor frecuencia de hipodivergencia.

TABLA N.º 7

Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos mediante la modificación manual en WebCeph para diagnósticos: normal, protrusión y retrusión

DIAGNOSTICO	NORMAL	PROTRUSIÓN	RETRUSIÓN	TOTAL
POSICIÓN MAXILAR CON MODIFICACIÓN MANUAL	28(40.6%)	38(55.1%)	3(4.3%)	69(100%)
LONGITUD MAXILAR CON MODIFICACIÓN MANUAL	16(23.2%)	2(2.9%)	51(73.9%)	69(100%)
POSICIÓN MANDIBULAR CON MODIFICACIÓN MANUAL	34(49.3%)	15(21.7%)	20(29%)	69(100%)
1-NA CON MODIFICACIÓN MANUAL	32(46.4%)	26(37.7%)	11(15.9%)	69(100%)
1-NB CON MODIFICACIÓN MANUAL	38(55.1%)	28(40.6%)	3(4.3%)	69(100%)

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

La modificación manual en WebCeph mostró que los diagnósticos para el maxilar se concentraron en posiciones extremas: la mayoría indicó protrusión en su ubicación y retrusión en su longitud. En la mandíbula, los resultados fueron más equilibrados entre normalidad, protrusión y retrusión. En los dientes anteriores, tanto 1-NA como 1-NB presentaron mayoritariamente diagnósticos normales, seguidos de protrusión. En conjunto, los parámetros maxilares mostraron mayor polarización, mientras que los mandibulares y dentarios evidenciaron una distribución más uniforme.

TABLA N.º 8

Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos mediante la modificación manual en WebCeph para diagnósticos: normal, prognatismo y retrognatismo

DIAGNOSTICO	NORMAL	PROGNATISMO	RETROGNATISMO	TOTAL
LONGITUD MANDIBULAR CON MODIFICACIÓN MANUAL	10(14.5%)	14(20.3%)	45(65.2%)	69(100%)

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

La tabla muestra que, al evaluar la longitud mandibular mediante la modificación manual en WebCeph, la mayoría de los casos fueron diagnosticados como retrognatismo (65.2%), lo que indica que la mandíbula suele ser interpretada como corta o retruida en relación con la norma. Un porcentaje menor fue clasificado como prognatismo (20.3%), mientras que solo el 14.5% se identificó dentro de parámetros normales.

Estos resultados evidencian que el trazado manual tiende a inclinar el diagnóstico hacia una insuficiente longitud mandibular, sugiriendo que este método puede sensibilizar la detección de características retrusivas en la mandíbula.

TABLA N.º 9

Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos mediante la modificación manual en WebCeph para diagnósticos: normal, aumentado y disminuido

DIAGNOSTICO	NORMAL	AUMENTADO	DISMINUIDO	TOTAL
DIFERENCIA MAXILOMANDIBULAR CON MODIFICACIÓN MANUAL	32(46.4%)	24(34.8%)	13(18.8%)	69(100%)
ALTURA FACIAL ANTERIOR INFERIOR CON MODIFICACIÓN MANUAL	30(43.5%)	25(36.2%)	14(20.3%)	69(100%)

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

La tabla muestra que, al emplear la modificación manual en WebCeph, la diferencia maxilomandibular se clasifica principalmente como normal en el 46.4% de los casos. No obstante, un 34.8% presenta una diferencia aumentada, mientras que el 18.8% muestra una disminución. Esto indica que, aunque casi la mitad de los pacientes mantienen una relación sagital equilibrada entre maxila y mandíbula, existe un porcentaje considerable con discrepancias, sobre todo hacia valores aumentados.

En relación con la altura facial anterior inferior, también obtenida mediante la modificación manual, el patrón predominante es el normal (43.5%). Sin embargo, una proporción relevante de pacientes presenta una altura aumentada (36.2%) y un menor grupo disminuida (20.3%). Este comportamiento sugiere variabilidad vertical en la muestra, con tendencia a valores aumentados.

En conjunto, ambos parámetros muestran que la modificación manual tiende a conservar la normalidad como diagnóstico principal, aunque identifica variaciones tanto sagitales como verticales en una parte significativa de los sujetos evaluados.

TABLA N.º 10

Distribución de los diagnósticos cefalométricos obtenidos mediante la modificación manual en WebCeph para diagnósticos: normodivergente, hiperdivergente e hipodivergente

DIAGNOSTICO	NORMODIVERGENT E	HIPERDIVERGENT E	HIPODIVERGENT E	TOTAL
ANGULO DEL PLANO MANDIBULAR CON MODIFICACIÓN MANUAL	31(44.9%)	33(47.8%)	5(7.2%)	69(100%)
ANGULO DEL EJE FACIAL CON MODIFICACIÓN MANUAL	19(27.5%)	5(7.2%)	45(65.2%)	69(100%)

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

Los resultados muestran que, con la modificación manual en WebCeph, el ángulo del plano mandibular se distribuye principalmente entre patrones normodivergentes y hiperdivergentes, con muy pocos casos hipodivergentes. En contraste, el ángulo del eje facial presenta una tendencia marcada hacia la hipodivergencia, convirtiéndose en el diagnóstico predominante. Esto indica que ambos parámetros verticales no siguen el mismo comportamiento y que cada uno aporta una lectura distinta del patrón facial vertical.

## PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

TABLA N.º11

Comparación de posición maxilar (A-Nperp) del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

		POSICIÓN MAXILAR MODIFICADO MANUALMENTE			Total
		NORMAL	PROTRUSION	RETRUSION	
POSICIÓN MAXILAR CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL	NORMAL	21	0	2	23
	PROTRUSION	7	38	0	45
	RETRUSION	0	0	1	1
Total		28	38	3	69

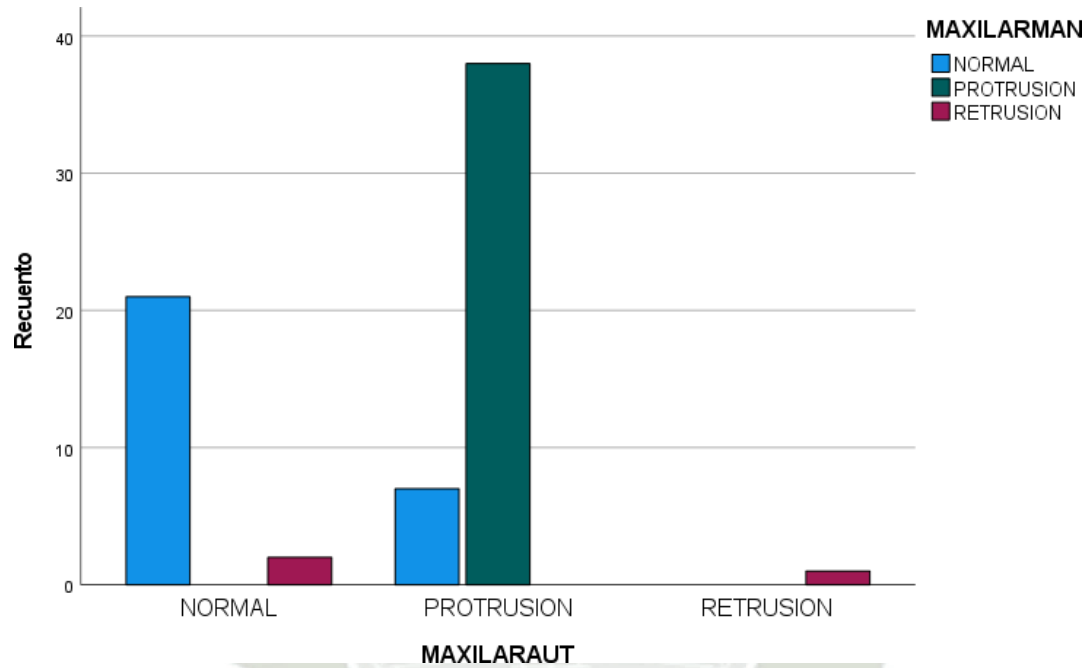
*Fuente: Elaboración propia, 2025*

K= 0.742

El coeficiente Kappa de Cohen para la posición maxilar fue de **0.742**, lo cual indica una **buena concordancia** entre el diagnóstico obtenido mediante el método automático y el diagnóstico obtenido mediante el trazado digital modificado manualmente para la posición maxilar (A-Nperp). El valor de **p = 0.000** demuestra que esta concordancia es **estadísticamente significativa**

FIGURA N.º 1

Comparación de posición maxilar (A-Nperp) del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo



MAXILARAUT



TABLA N.º 12

Comparación de longitud maxilar del análisis de Mc Mamara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

		LONGITUD MAXILAR MODIFICADO			Total
		MANUALMENTE			
		NORMAL	PROTRUSION	RETRUSION	
LONGITUD	NORMAL	16	0	7	23
MAXILAR CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL	PROTRUSION	0	2	1	3
	RETRUSION	0	0	43	43
Total		16	2	51	69

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

K=0.748

El coeficiente Kappa de Cohen para la **longitud maxilar** fue de **0.748**, lo cual indica una **concordancia sustancial** entre el diagnóstico obtenido mediante el método automático y el diagnóstico obtenido mediante el trazado digital modificado manualmente. El valor de **p = 0.000** demuestra que esta concordancia es **estadísticamente significativa**, por lo que el acuerdo entre ambos métodos no se debe al azar.

FIGURA N.º 2

Comparación de longitud maxilar del análisis de Mc Mamara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

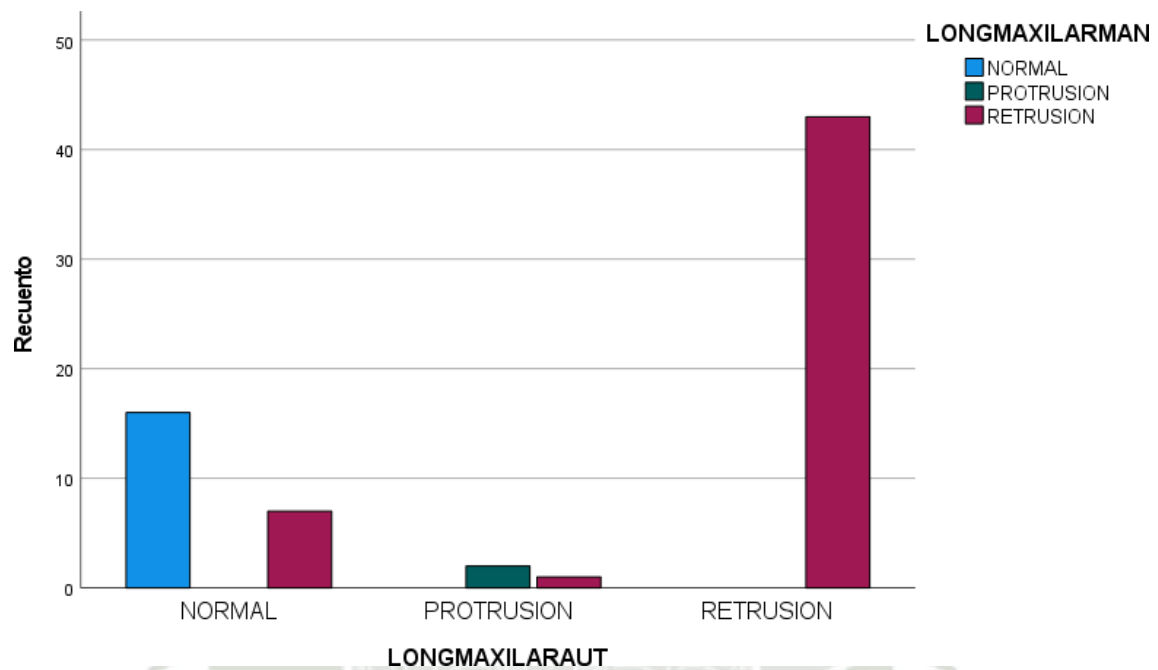


TABLA N.º 13

Comparación de longitud mandibular del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

		LONGITUD MANDIBULAR MODIFICADO MANUALMENTE			Total
		NORMA	PROGNATISM	RETROGNATISM	
		L	O	O	
LONGITUD	NORMAL	9	0	2	11
MANDIBULAR CON	PROGNATISMO	1	14	3	18
INTELIGENCIA	RETROGNATISM	0	0	40	40
ARTIFICIAL	O	0	0	40	40
Total		10	14	45	69

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

K=0.841

El coeficiente Kappa de Cohen obtenido para la longitud mandibular fue de 0.841, lo cual indica una muy buena concordancia entre el diagnóstico generado automáticamente mediante inteligencia artificial y el diagnóstico obtenido mediante el trazado digital modificado manualmente. Además, el valor de  $p = 0.000$  demuestra que esta concordancia es estadísticamente significativa, por lo que la coincidencia entre ambos métodos no se debe al azar.

FIGURA N.º 3

Comparación de longitud mandibular del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

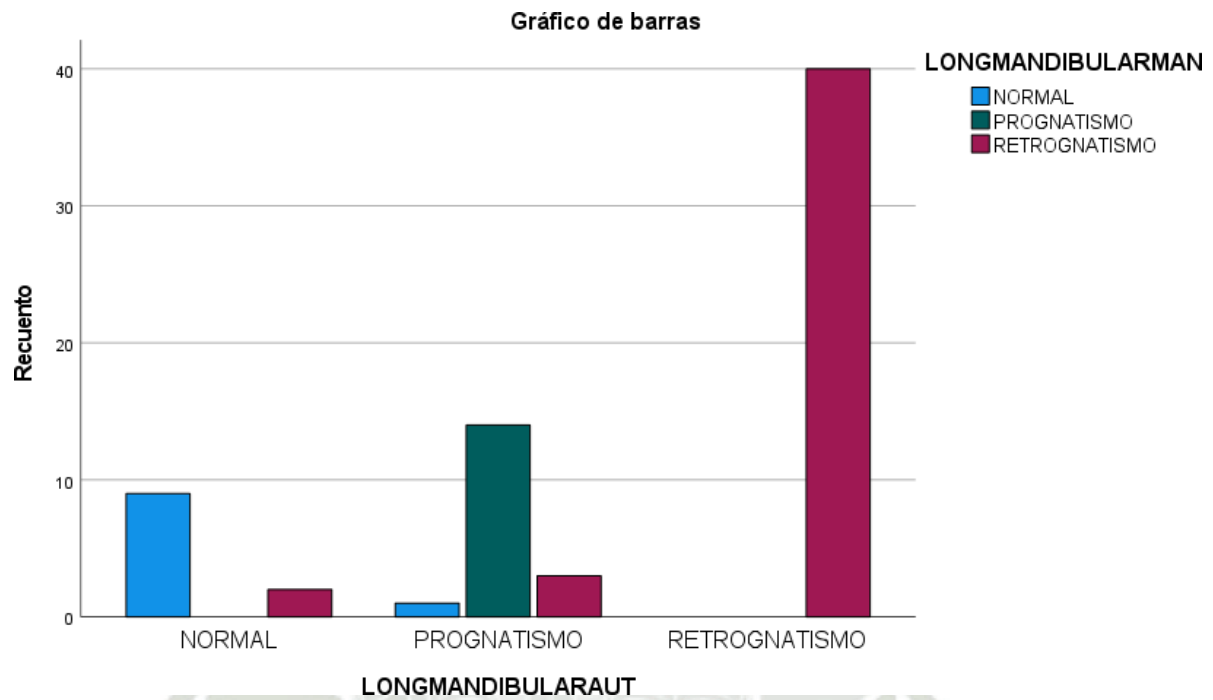


TABLA N.º 14

Comparación de la diferencia maxilomandibular del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

		DIFERENCIA MAXILOMANDIBULAR MODIFICADO MANUALMENTE			Total
		NORMAL	AUMENTADO	DISMINUIDO	
		DIFERENCIA MAXILOMANDIBU LAR CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL	NORMAL	29	
	AUMENTADO	2	24	0	26
	DISMINUIDO	1	0	13	14
	Total	32	24	13	69

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

K=0.932

El coeficiente Kappa de Cohen obtenido para la diferencia maxilomandibular fue de 0.932, lo que indica una excelente concordancia entre el diagnóstico generado automáticamente mediante inteligencia artificial y el diagnóstico obtenido mediante el trazado digital modificado manualmente. Este valor refleja un nivel de acuerdo casi perfecto entre ambos métodos. Asimismo, el valor de  $p = 0.000$  confirma que esta concordancia es estadísticamente significativa, por lo que la coincidencia observada no se debe al azar.

FIGURA N.º 4

Comparación de la diferencia maxilomandibular del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

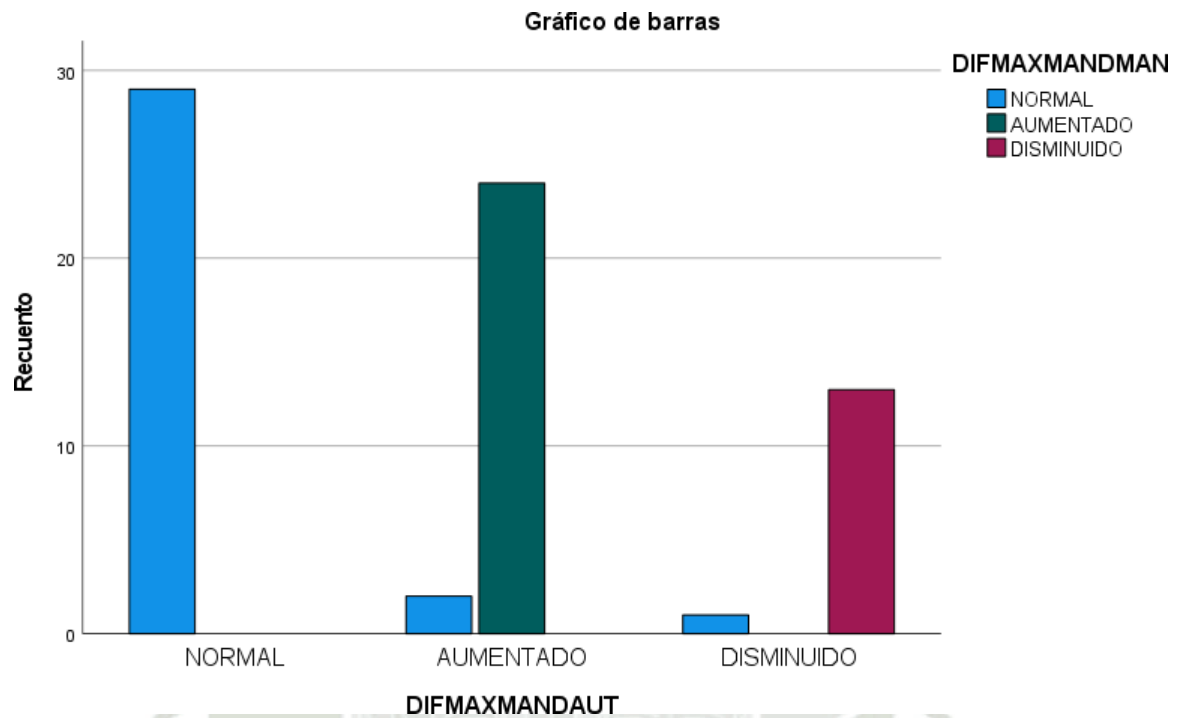


TABLA N.º 15

Comparación de la altura facial anterior inferior del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

		ALTURA FACIAL ANTERIOR INFERIOR MODIFICADO MANUALMENTE			Total
		NORMAL	AUMENTADO	DISMINUIDO	
ALTURA FACIAL ANTERIOR INFERIOR CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL	NORMAL	25	1	1	27
	AUMENTADO	4	24	0	28
	DISMINUIDO	1	0	13	14
Total		30	25	14	69

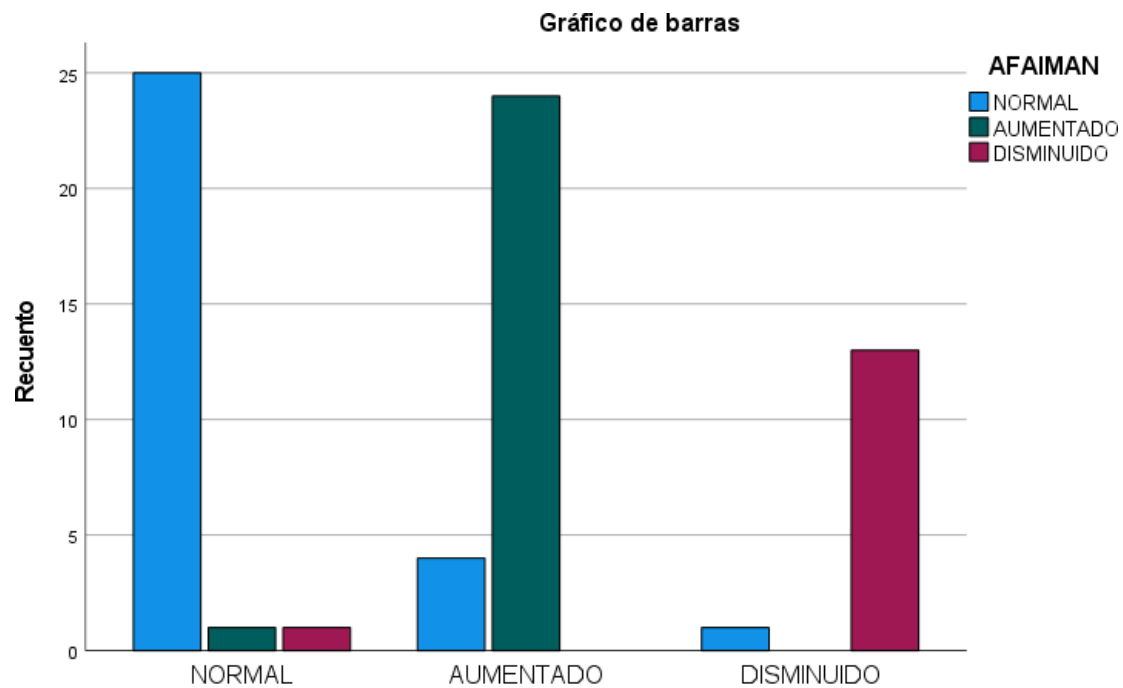
*Fuente: Elaboración propia, 2025*

K=0.842

El coeficiente Kappa de Cohen obtenido para la altura facial anterior inferior fue de 0.842, lo cual indica una muy buena concordancia entre el diagnóstico generado automáticamente mediante inteligencia artificial y el diagnóstico obtenido mediante el trazado digital modificado manualmente. Además, el valor de  $p = 0.000$  demuestra que esta concordancia es estadísticamente significativa, por lo que la coincidencia entre ambos métodos no se debe al azar.

FIGURA N.º 5

Comparación de la altura facial anterior inferior del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo



**AFAIAUT**



TABLA N.º 16

Comparación del ángulo del plano mandibular del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

		ANGULO DEL PLANO MANDIBULAR CON MODIFICACIÓN			Total
		NORMODIVERGENTE	MANUAL		
			HIPERDIVERGENTE	HIPODIVERGENTE	
ANGULO DEL PLANO MANDIBULAR CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL	NORMODIVERGENTE	31	2	0	33
	HIPERDIVERGENTE	0	31	0	31
	HIPODIVERGENTE	0	0	5	5
	Total	31	33	5	69

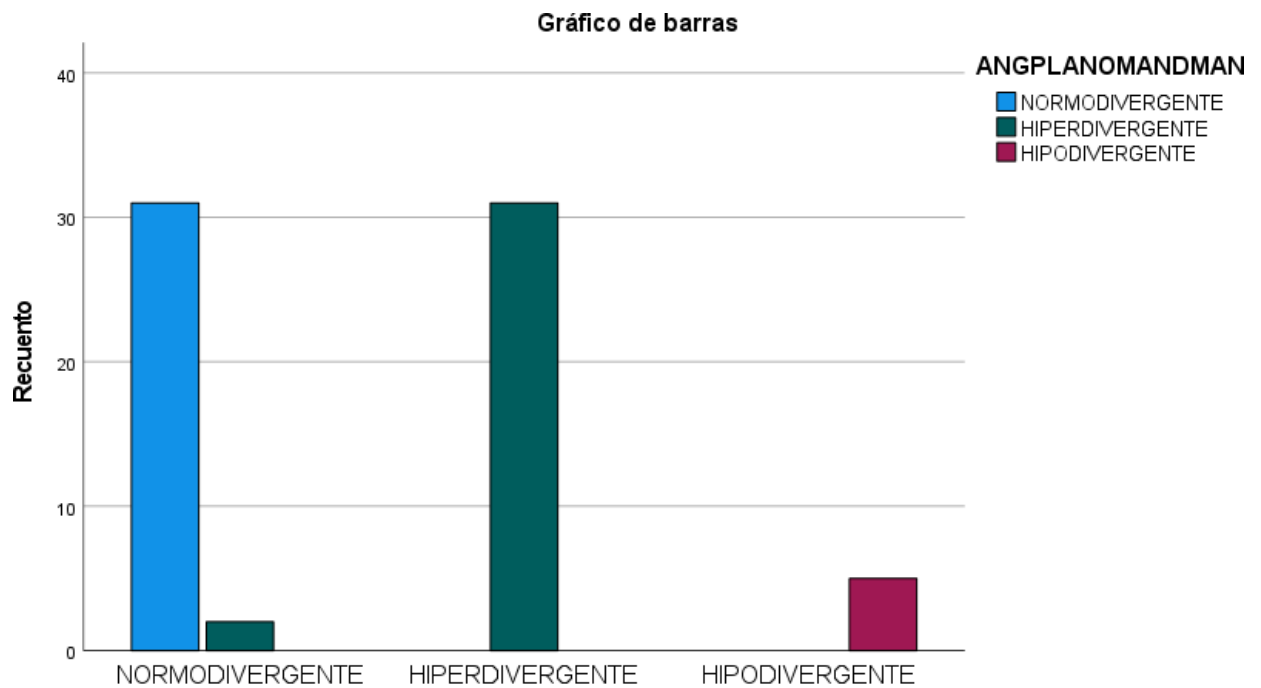
*Fuente: Elaboración propia, 2025*

$K=0.949$

El coeficiente Kappa de Cohen obtenido para del ángulo del plano mandibular fue de 0.949, lo que indica una excelente concordancia entre el diagnóstico generado automáticamente mediante inteligencia artificial y el diagnóstico obtenido mediante el trazado digital modificado manualmente. Este valor refleja un nivel de acuerdo casi perfecto entre ambos métodos. Asimismo, el valor de  $p = 0.000$  confirma que esta concordancia es estadísticamente significativa, por lo que la coincidencia observada no se debe al azar

FIGURA N.º 6

Comparación del ángulo del plano mandibular del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo



ANGPLANOMANDAUT



TABLA N.º 17

Comparación del ángulo del eje facial del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

		ANGULO DEL EJE FACIAL CON MODIFICACIÓN MANUAL			Total
		NORMODIVERGENTE	HIPERDIVERGENTE	HIPODIVERGENTE	
ANGULO DEL EJE FACIAL CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL	NORMODIVERGENTE	16	2	2	20
	HIPERDIVERGENTE	2	3	0	5
	HIPODIVERGENTE	1	0	43	44
	Total	19	5	45	69

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

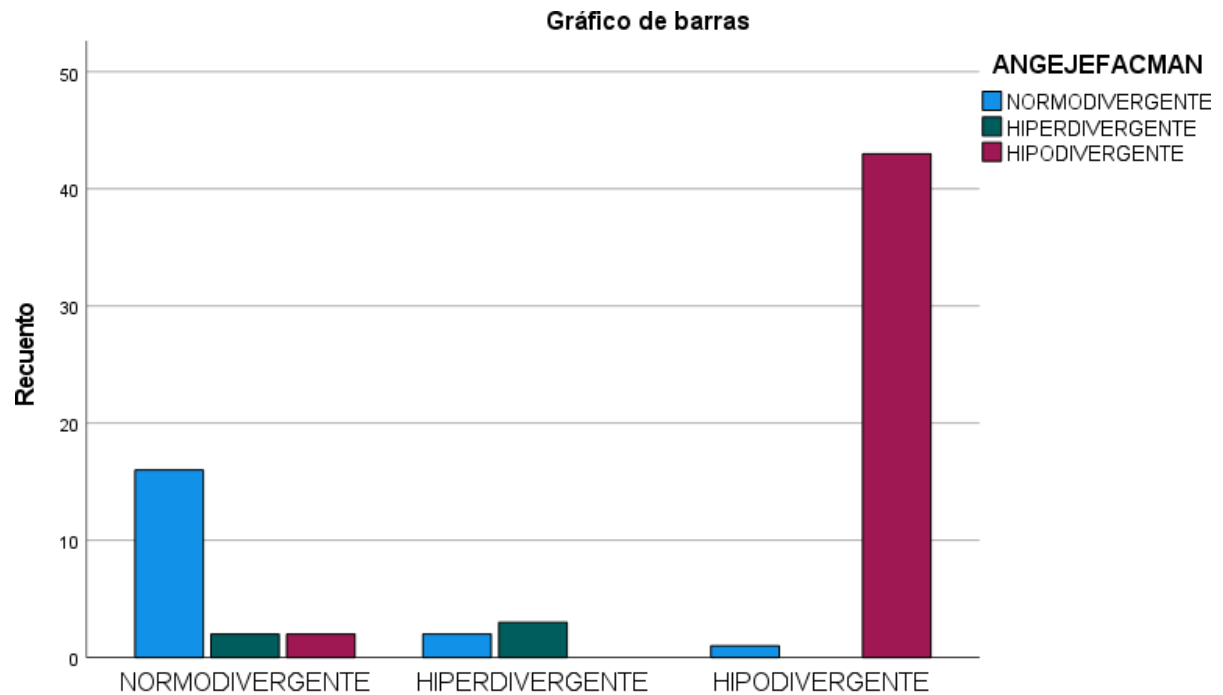
K=0.797

El coeficiente Kappa = 0.797 obtenido para el ángulo del eje facial muestra que existe una concordancia sustancial entre la clasificación realizada mediante inteligencia artificial y la clasificación obtenida a partir de la modificación manual del trazado. Este valor refleja que ambos métodos coinciden de manera consistente en la mayoría de los casos evaluados.

Además, el valor de  $p = 0.000$  indica que esta concordancia es estadísticamente significativa, lo que confirma que el nivel de acuerdo observado no se debe al azar. En conjunto, los resultados respaldan que el uso de inteligencia artificial ofrece una clasificación confiable y comparable al método manual.

FIGURA N.º 7

Comparación del ángulo del eje facial del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo



ANGEJEFACAUT



TABLA N.º 18

Comparación de la posición mandibular (Pog-Nperp) del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

		POSICIÓN MANDIBULAR CON MODIFICACIÓN MANUAL			Total
		NORMAL	PROTRUSION	RETRUSION	
POSICIÓN MANDIBULAR CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL	NORMAL	31	1	4	36
	PROTRUSION	2	14	0	16
	RETRUSION	1	0	16	17
Total		34	15	20	69

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

K=0.813

El coeficiente Kappa = 0.813 obtenido para la posición mandibular (POG–NPER) demuestra una concordancia excelente entre la clasificación generada por inteligencia artificial y la obtenida mediante la modificación manual del trazado. Este valor señala que ambos métodos coinciden de manera consistente en la identificación de casos normales, en protrusión o retrusión mandibular.

Asimismo, el valor  $p = 0.000$  confirma que esta concordancia es estadísticamente significativa, indicando que la coincidencia observada entre ambos procedimientos no ocurre por azar.

FIGURA N.º 8

Comparación de la posición mandibular (Pog-Nperp) del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

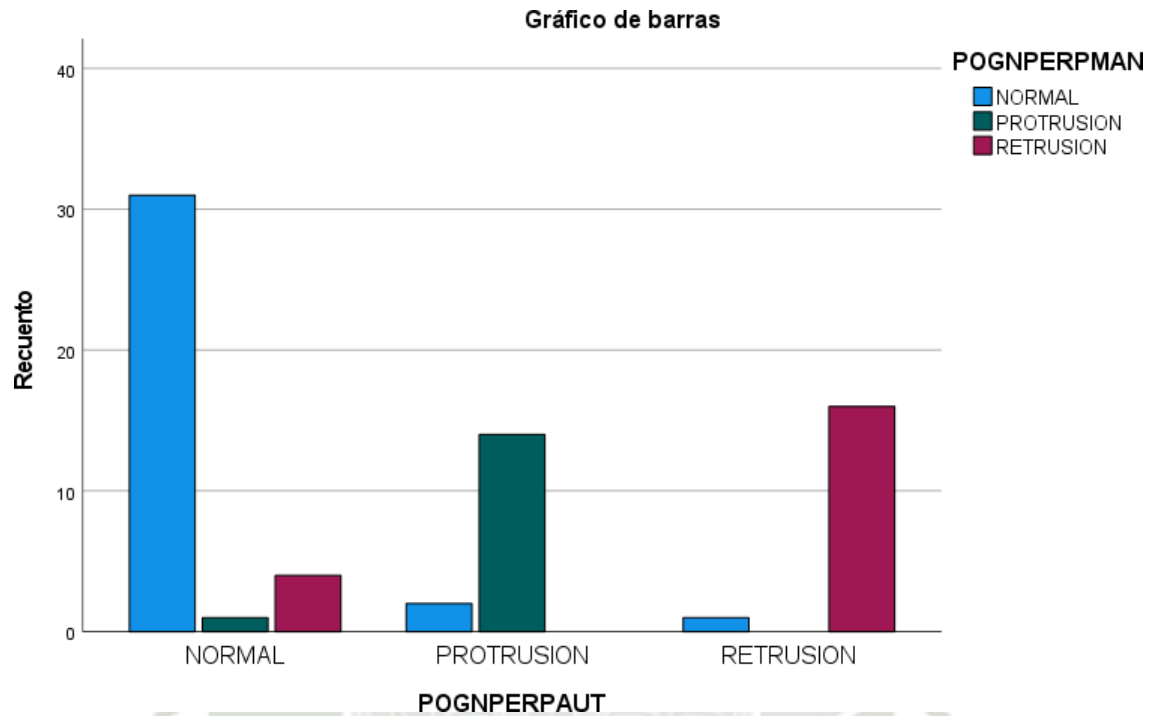


TABLA N.º 19

Comparación de 1-na del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

		1-NA MODIFICADO MANUALMENTE			Total
		NORMAL	PROTRUSION	RETRUSION	
N-A CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL	NORMAL	31	6	1	38
	PROTRUSION	1	20	0	21
	RETRUSION	0	0	10	10
Total		32	26	11	69

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

K=0.809

El coeficiente Kappa = 0.809 obtenido para la variable 1-NA indica una concordancia sustancial a excelente entre la clasificación realizada por la inteligencia artificial y la obtenida mediante la modificación manual del trazado cefalométrico. Este valor muestra que ambos métodos coinciden de manera consistente al identificar casos normales, en protrusión o en retrusión.

Además, el valor  $p = 0.000$  demuestra que esta concordancia es estadísticamente significativa, lo que confirma que el nivel de acuerdo observado no se debe al azar

FIGURA N.º 9

Comparación de 1-na del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

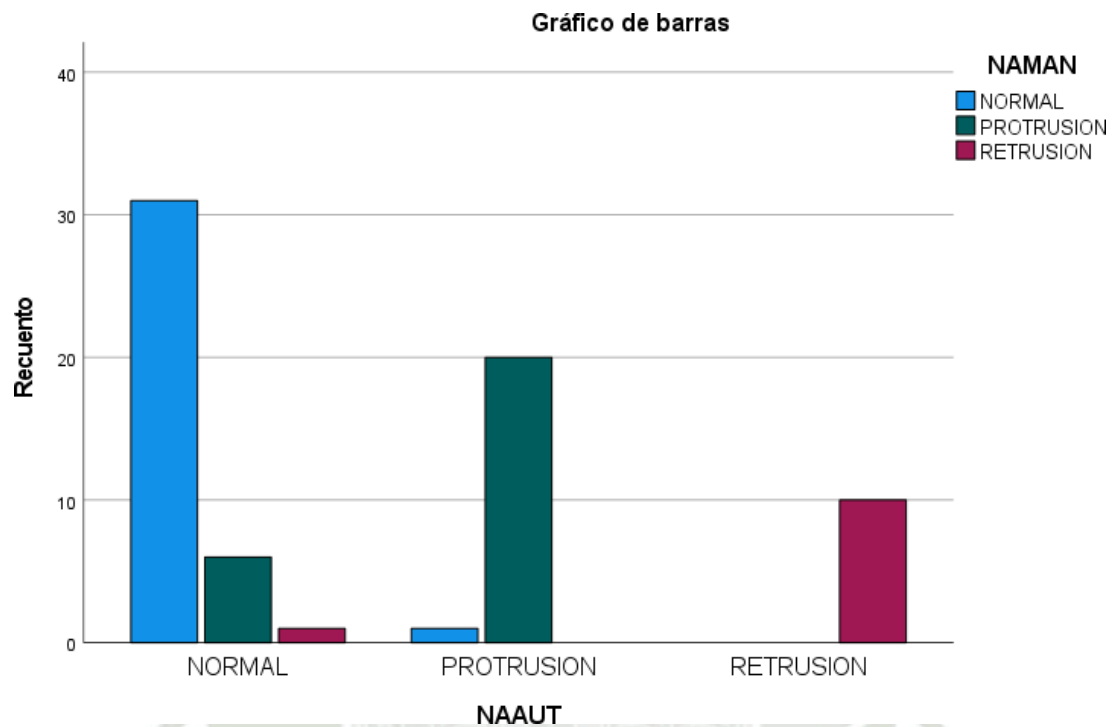


TABLA N.º 20

Comparación de 1-nb del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo

		N-B MODIFICADO MANUALMENTE			Total
		NORMAL	PROTRUSION	RETRUSION	
N-B CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL	NORMAL	38	2	0	40
	PROTRUSION	0	26	0	26
	RETRUSION	0	0	3	3
Total		38	28	3	69

*Fuente: Elaboración propia, 2025*

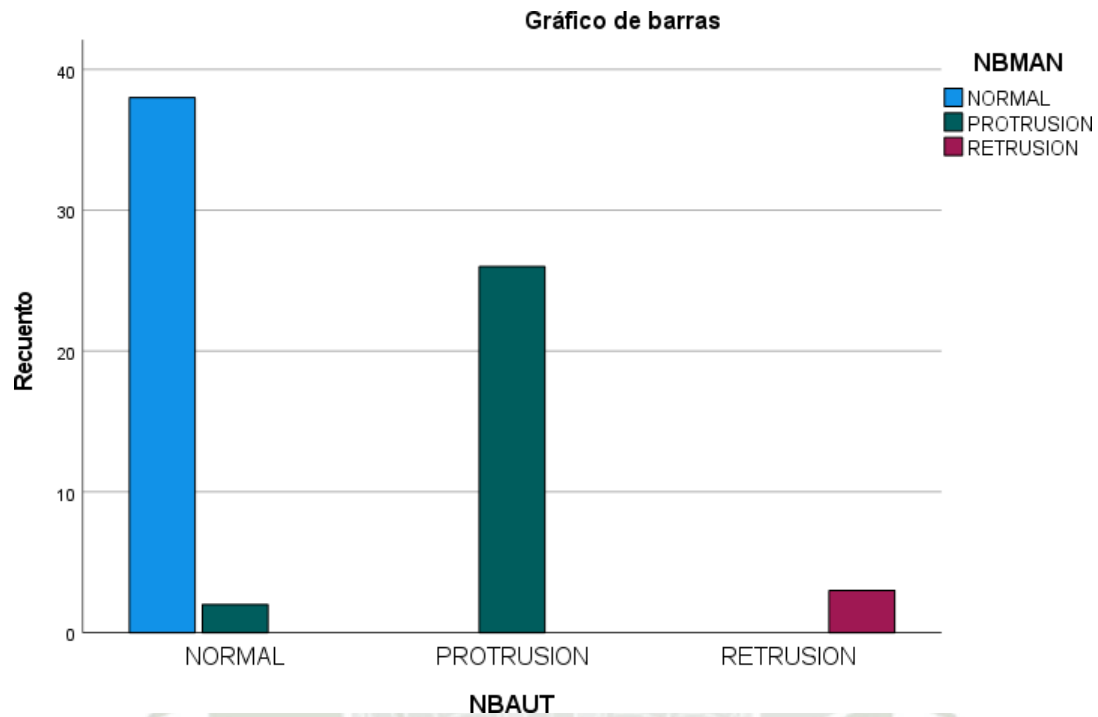
K=0.945

El coeficiente Kappa = 0.945 correspondiente a la medida 1-NB evidencia un nivel de concordancia excelente entre los resultados generados por la inteligencia artificial y los obtenidos mediante el trazado manual. Este valor muestra que ambos métodos coinciden casi por completo al clasificar los casos como normales, en protrusión o en retrusión.

El valor de  $p = 0.000$  confirma que esta concordancia es estadísticamente significativa, lo que indica que la coincidencia observada no ocurre por casualidad.

FIGURA N.º 10

Comparación de 1-nb del análisis de Mc Namara mediante el uso de inteligencia artificial y modificación manual en la plataforma WebCeph en radiografías laterales de cráneo



## DISCUSIÓN

El propósito principal de este estudio fue determinar el grado de concordancia entre el trazado cefalométrico automatizado generado por WebCeph y el trazado digital modificado manualmente para el análisis de McNamara en radiografías laterales de cráneo del Centro Radiológico UCSM. La necesidad de comparar ambos métodos surge del creciente uso de plataformas basadas en inteligencia artificial en ortodoncia y de la obligación de validar su rendimiento antes de integrarlas en la práctica clínica diaria. Debido a que estas herramientas pueden procesar grandes volúmenes de imágenes y reducir el tiempo diagnóstico, evaluar su precisión frente al operador humano continúa siendo un aspecto crítico.

Los valores obtenidos en este estudio muestran de manera consistente un nivel de concordancia elevado entre ambos sistemas de medición. La prueba Kappa de Cohen aplicada a cada variable reveló que WebCeph es capaz de reproducir con fidelidad las mediciones anatómicas generadas manualmente, lo que evidencia un buen desempeño del algoritmo en la identificación de estructuras craneofaciales. Esto es particularmente relevante en variables que normalmente presentan variabilidad entre examinadores humanos.

Al analizar las mediciones sagitales, la posición maxilar obtuvo un Kappa de 0.742, indicador de una concordancia sustancial. Este comportamiento sugiere que WebCeph identifica con razonable estabilidad la ubicación anteroposterior del maxilar superior. Para la posición mandibular, el valor de 0.813 correspondió a una concordancia casi perfecta, probablemente explicado por los contornos bien definidos de la mandíbula en radiografías laterales, lo que facilita la localización automática de marcas.

En las dimensiones óseas, la longitud maxilar registró un valor de 0.748, mientras que la longitud mandibular alcanzó 0.841, ambos compatibles con altos niveles de concordancia. La diferencia maxilomandibular obtuvo el valor más elevado de esta categoría (0.932), reflejando un acuerdo prácticamente total entre ambos métodos, lo cual es especialmente significativo para el diagnóstico de discrepancias sagitales.

Las mediciones verticales también mostraron altos niveles de reproducibilidad. La altura facial anterior inferior tuvo un Kappa de 0.842, lo que indica concordancia casi perfecta. El ángulo del eje facial obtuvo un valor de 0.797, categoría sustancial, aunque ligeramente inferior respecto a otros parámetros; sin embargo, se mantiene dentro de los márgenes clínicamente aceptables. El ángulo del plano mandibular presentó un Kappa de 0.949, uno de los valores más

altos del estudio, lo que evidencia que el algoritmo detecta con gran sensibilidad esta estructura anatómica.

En la evaluación dentoalveolar, la medición 1-NA alcanzó un Kappa de 0.809, demostrando concordancia casi perfecta pese a la dificultad que representan los contornos dentarios en radiografías laterales. El indicador 1-NB obtuvo 0.945, lo cual confirma una excelente precisión del software en variables relacionadas con la inclinación y proyección de incisivos inferiores.

En conjunto, la tendencia general de los resultados apunta hacia un buen desempeño de WebCeph como herramienta de apoyo diagnóstico. La mayoría de los valores presentaron rangos de concordancia sustancial a casi perfecta, lo que respalda la utilización clínica del software como un recurso complementario al trazado manual modificado. Este hallazgo coincide con la evidencia científica. Subramanian et al. reportaron que la inteligencia artificial aplicada a la cefalometría posee niveles de precisión altos y reproducibles en diferentes algoritmos y plataformas (37). Kiełczykowski y colaboradores también señalaron que la IA mantiene una exactitud considerable, incluso al evaluar múltiples puntos cefalométricos (38). Del mismo modo, Kunz et al. encontraron que los modelos basados en redes neuronales pueden igualar el desempeño de examinadores humanos en diversos parámetros angulares y lineales (39).

La literatura vinculada directamente con plataformas automáticas confirma esta tendencia. Lee et al. observaron que las redes bayesianas ofrecen altos niveles de exactitud y reducen la incertidumbre diagnóstica al delimitar regiones de confianza alrededor de cada punto cefalométrico (40). Resultados similares fueron descritos por Kim et al., quienes demostraron que los sistemas multietapa basados en deep learning mejoran progresivamente la precisión en puntos complejos (41). De manera específica, estudios sobre WebCeph, como los desarrollados por Mahto et al. y Çoban et al., evidenciaron concordancia significativa entre sus mediciones automatizadas y los métodos manuales digitales, aunque señalaron que algunas variables requieren verificación clínica debido a discrepancias puntuales (21,42). Asimismo, la investigación de de Souza et al. reportó valores elevados de concordancia en mediciones de McNamara usando WebCeph y CEFBOT, aunque remarcó que ciertas variables no son calculadas por WebCeph y deben ser verificadas por el profesional (43). Otros estudios, como los de Yassir et al. y Azeez et al., respaldan la confiabilidad diagnóstica del software, destacando su utilidad como herramienta complementaria (25,44).

Las implicancias clínicas de estos resultados son amplias. La elevada concordancia observada apoya la utilización del análisis automatizado en la planificación ortodóntica, especialmente en escenarios donde se requiere mayor eficiencia o cuando múltiples operadores participan en el proceso diagnóstico. La IA, además, contribuye a disminuir la variabilidad interexaminador, uno de los principales inconvenientes del trazado manual. Sin embargo, es fundamental considerar que estas plataformas no reemplazan el juicio clínico del profesional. En esa línea, diversos autores subrayan que la IA debe ser entendida como un recurso de apoyo y no como un sustituto del criterio humano entrenado (37–39).

En cuanto a las limitaciones, este estudio se realizó con radiografías de un único centro radiológico, lo que reduce la variabilidad en la calidad de las imágenes y podría haber favorecido el desempeño del algoritmo. Además, aunque el trazado manual modificado se empleó como patrón comparativo, este también está expuesto a errores humanos. Investigaciones futuras deberían incluir múltiples examinadores y muestras más amplias, así como evaluar otros tipos de análisis cefalométricos para validar la generalización de estos hallazgos.

Finalmente, la incorporación de herramientas basadas en IA conlleva retos éticos y operativos que deben ser considerados, especialmente en relación con la protección de datos, transparencia algorítmica y responsabilidad profesional. A pesar de estos desafíos, los resultados obtenidos respaldan la idea de que WebCeph constituye un recurso con alto valor diagnóstico, capaz de complementar el trabajo del ortodoncista y contribuir a una práctica más eficiente y estandarizada.

En conclusión, la concordancia observada entre el trazado manual modificado y el sistema automatizado de WebCeph para el análisis de McNamara demuestra que este software posee un rendimiento clínicamente aceptable. La similitud entre ambos métodos, reflejada en los altos valores Kappa, valida su uso como herramienta complementaria en el diagnóstico ortodóntico y abre el camino para ampliar su aplicación en diferentes contextos clínicos y poblacionales.

## CONCLUSIONES

### PRIMERA CONCLUSIÓN

La comparación entre el análisis automatizado de WebCeph y el trazado digital modificado manualmente evidenció un nivel de concordancia elevado entre ambos métodos para el análisis cefalométrico de McNamara. La mayoría de las mediciones presentaron valores dentro de rangos sustanciales y casi perfectos, demostrando que el software es capaz de reproducir con precisión los parámetros diagnósticos obtenidos por el operador humano.

### SEGUNDA CONCLUSIÓN

El diagnóstico generado automáticamente por la inteligencia artificial de WebCeph mostró un desempeño estable, con identificación adecuada de los puntos anatómicos y obtención de mediciones coherentes con la estructura craneofacial observada. Esto sugiere que el algoritmo cuenta con la capacidad de procesar e interpretar radiografías laterales de manera eficiente.

### TERCERA CONCLUSIÓN

El diagnóstico obtenido mediante el trazado digital modificado manualmente en la plataforma WebCeph evidenció alta exactitud y consistencia interna. La intervención del operador permitió un ajuste minucioso de los puntos cefalométricos, consolidando este método como referencia válida para la comparación con el sistema automatizado.

### CUARTA CONCLUSIÓN

Los hallazgos confirman la hipótesis inicial: existe una concordancia sustancial entre el diagnóstico generado por la inteligencia artificial de WebCeph y el diagnóstico obtenido mediante el trazado digital modificado manualmente. Esto respalda la incorporación de tecnologías basadas en inteligencia artificial como apoyo diagnóstico, siempre complementadas con el criterio clínico del profesional.

## RECOMENDACIONES

### PRIMERA RECOMENDACIÓN

Se recomienda que futuros estudios incluyan más de un examinador calibrado, lo que permitirá fortalecer el análisis de concordancia intra e inter-observador en la detección de landmarks cefalométricos.

### SEGUNDA RECOMENDACIÓN

Se sugiere ampliar la muestra con radiografías de pacientes que presenten distintos biotipos faciales y tipos de maloclusión, para evaluar el rendimiento de la IA en escenarios clínicos más variables.

### TERCERA RECOMENDACIÓN

Se recomienda aplicar el trazado manual digital en modalidad ciega a los resultados de la IA, reduciendo posibles sesgos durante la corrección de puntos cefalométricos.

### CUARTA RECOMENDACIÓN

Se recomienda que WebCeph sea utilizado como herramienta diagnóstica complementaria, incorporando siempre la revisión clínica del ortodoncista antes de confirmar decisiones terapéuticas en la práctica real.

## REFERENCIAS

1. McNamara JA. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod.* 1984 Dec;86(6):449–69.
2. Davies J. Radiographic cephalometry: from basics to 3D imaging, second edition (2006). *The European Journal of Orthodontics.* 2007 Sep 28;29(6):660–660.
3. Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges. *J Dent Res.* 2020 jul;99(7):769–74.
4. Jeon S, Lee KC. Comparison of cephalometric measurements between conventional and automatic cephalometric analysis using convolutional neural network. *Prog Orthod.* 2021;22(1).
5. Cacñahuaray-Martínez G, Gómez-Meza D, Lamas-Lara V, Guerrero ME. Aplicación de la inteligencia artificial en Odontología. *Odontología Sanmarquina.* 2021;24(3).
6. Chen YW, Stanley K, Att W. Artificial intelligence in dentistry: current applications and future perspectives. *Quintessence Int.* 2020;51(3):248–57.
7. Rahim A, Khatoun R, Khan TA, Syed K, Khan I, Khalid T, et al. Artificial intelligence-powered dentistry: Probing the potential, challenges, and ethicality of artificial intelligence in dentistry. *Digit Health.* 2024;10:20552076241291344.
8. Mallineni SK, Sethi M, Punugoti D, Kotha SB, Alkhayal Z, Mubarak S, et al. Artificial Intelligence in Dentistry: A Descriptive Review. *Bioengineering (Basel).* 2024 Dec 13;11(12).
9. Londono J, Ghasemi S, Hussain Shah A, Fahimipour A, Ghadimi N, Hashemi S, et al. Evaluation of deep learning and convolutional neural network algorithms accuracy for detecting and predicting anatomical landmarks on 2D lateral cephalometric images: A systematic review and meta-analysis. *Saudi Dent J.* 2023 Jul;35(5):487–97.
10. Rauniyar S, Jena S, Sahoo N, Mohanty P, Dash BP. Artificial Intelligence and Machine Learning for Automated Cephalometric Landmark Identification: A

- Meta-Analysis Previewed by a Systematic Review. *Cureus*. 2023 Jun;15(6):e40934.
11. Durão AR, Pittayapat P, Rockenbach MIB, Olszewski R, Ng S, Ferreira AP, et al. Validity of 2D lateral cephalometry in orthodontics: a systematic review. *Prog Orthod*. 2013 Sep 20;14(1):31.
  12. Helal NM, Basri OA, Baeshen HA. Significance of Cephalometric Radiograph in Orthodontic Treatment Plan Decision. *J Contemp Dent Pract*. 2019 Jul 1;20(7):789–93.
  13. Devereux L, Moles D, Cunningham SJ, McKnight M. How important are lateral cephalometric radiographs in orthodontic treatment planning? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 Feb;139(2):e175-81.
  14. Kanemeier M, Middelberg C, Stamm T, Albert F, Hohoff A, Schmid JQ. Accuracy and tracing time of cephalometric analyses on a tablet or desktop computer. *Head Face Med*. 2024 Feb 12;20(1):9.
  15. Narkhede S, Rao P, Sawant V, Sachdev SS, Arora S, Pawar AM, et al. Digital versus Manual Tracing in Cephalometric Analysis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Pers Med*. 2024 May 25;14(6).
  16. Kim HY. Statistical notes for clinical researchers: Evaluation of measurement error 2: Dahlberg's error, Bland-Altman method, and Kappa coefficient. *Restor Dent Endod*. 2013;38(3):182.
  17. Battagel JM. A comparative assessment of cephalometric errors. *The European Journal of Orthodontics*. 1993 Aug 1;15(4):305–14.
  18. Ravikumar D, N S, Ramakrishna M, Sharna N, Robindro W. Evaluation of McNamara's analysis in South Indian (Tamil Nadu) children between 8-12 years of age using lateral cephalograms. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2019;9(2):193–7.
  19. Storniolo-Souza JM, Seminario MP, Pinzan-Vercelino CRM, Pinzan A, Janson G. McNamara analysis cephalometric parameters in White-Brazilians, Japanese and Japanese-Brazilians with normal occlusion. *Dental Press J Orthod*. 2021;26(1):e2119133.

20. Sofyanti E, Christy A, Edwin F, Sitanggang M, Sufarnap E, Radzi Z. McNamara analysis comparison between Indigenous and Chinese ethnic with skeletal class I malocclusion in Medan. *J Orthod Sci.* 2025;14:6.
21. Mahto RK, Kafle D, Giri A, Luintel S, Karki A. Evaluation of fully automated cephalometric measurements obtained from web-based artificial intelligence driven platform. *BMC Oral Health.* 2022 Dec 19;22(1):132.
22. Baig N, Gyasudeen KS, Bhattacharjee T, Chaudhry J, Prasad S. Comparative evaluation of commercially available AI-based cephalometric tracing programs. *BMC Oral Health.* 2024 Oct 18;24(1):1241.
23. Bor S, Ciğerim SÇ, Kotan S. Comparison of AI-assisted cephalometric analysis and orthodontist-performed digital tracing analysis. *Prog Orthod.* 2024 Oct 21;25(1):41.
24. Sadek M, Alaskari O, Hamdan A. Accuracy of web-based automated versus digital manual cephalometric landmark identification. *Clin Oral Investig.* 2024 Nov 1;28(11):621.
25. Yassir YA, Salman AR, Nabbat SA. The accuracy and reliability of WebCeph for cephalometric analysis. *J Taibah Univ Med Sci.* 2022 Feb;17(1):57–66.
26. Serafin M, Baldini B, Cabitza F, Carrafiello G, Baselli G, Del Fabbro M, et al. Accuracy of automated 3D cephalometric landmarks by deep learning algorithms: systematic review and meta-analysis. *Radiol Med.* 2023 Apr 24;128(5):544–55.
27. Weingart JV, Schlager S, Metzger MC, Brandenburg LS, Hein A, Schmelzeisen R, et al. Automated detection of cephalometric landmarks using deep neural patchworks. *Dentomaxillofac Radiol.* 2023 Sep;52(6):20230059.
28. Bor S, Ciğerim SÇ, Kotan S. Comparison of AI-assisted cephalometric analysis and orthodontist-performed digital tracing analysis. *Prog Orthod.* 2024 Oct 21;25(1):41.
29. Panesar S, Zhao A, Hollensbe E, Wong A, Bhamidipalli SS, Eckert G, et al. Precision and Accuracy Assessment of Cephalometric Analyses Performed by

- Deep Learning Artificial Intelligence with and without Human Augmentation. *Applied Sciences*. 2023 Jun 8;13(12):6921.
30. Cai C, Li H, Zhang H, Huo N, Wang J, Li T, et al. Evaluating the precision and reproducibility of cephalometric landmarks in locally reconstructed lateral cephalometric radiographs from cone beam computed tomography (CBCT). *BMC Oral Health*. 2025 May 31;25(1):866.
  31. Alessandri-Bonetti A, Sangalli L, Salerno M, Gallenzi P. Reliability of Artificial Intelligence-Assisted Cephalometric Analysis. A Pilot Study. *BioMedInformatics*. 2023 Jan 10;3(1):44–53.
  32. Abdelrahim AM, Abuaffan AH. Reliability and Reproducibility of Measurements in Cephalometric Radiography Acquired by a Charge-Coupled Device Imaging System. *Journal of Head & Neck Physicians and Surgeons*. 2022 Jan;10(1):68–74.
  33. Mercier JP, Rossi C, Sanchez IN, Renovales ID, Sahagún PMP, Templier L. Reliability and accuracy of Artificial intelligence-based software for cephalometric diagnosis. A diagnostic study. *BMC Oral Health*. 2024 Oct 28;24(1):1309.
  34. Panesar S, Zhao A, Hollensbe E, Wong A, Bhamidipalli SS, Eckert G, et al. Precision and Accuracy Assessment of Cephalometric Analyses Performed by Deep Learning Artificial Intelligence with and without Human Augmentation. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2023;13(12).
  35. Kotuła J, Szendoł K, Kotuła K, Dobrzyński W, Lis J, Kawala B, et al. Comparison of the Repeatability and Reproducibility Levels of ANB, Tau and Yen Angle Measurements Used in Cephalometric Diagnostics in the Assessment of Sagittal Discrepancy: A Comparative Study. *J Clin Med*. 2025 Apr 1;14(7):2408.
  36. Mohan A, Sivakumar A, Nalabothu P. Evaluation of accuracy and reliability of OneCeph digital cephalometric analysis in comparison with manual cephalometric analysis—a cross-sectional study. *BDJ Open*. 2021 Jun 17;7(1):22.

37. Subramanian AK, Chen Y, Almalki A, Sivamurthy G, Kafle D. Cephalometric Analysis in Orthodontics Using Artificial Intelligence - A Comprehensive Review. Vol. 2022, BioMed Research International. 2022.
38. Kielczykowski M, Kamiński K, Perkowski K, Zadurska M, Czochrowska E. Application of Artificial Intelligence (AI) in a Cephalometric Analysis: A Narrative Review. Vol. 13, Diagnostics. 2023.
39. Kunz F, Stellzig-Eisenhauer A, Zeman F, Boldt J. Artificial intelligence in orthodontics. Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie. 2020 Jan 18;81(1):52–68.
40. Lee JH, Yu HJ, Kim M ji, Kim JW, Choi J. Automated cephalometric landmark detection with confidence regions using Bayesian convolutional neural networks. BMC Oral Health. 2020 Dec 7;20(1):270.
41. Kim MJ, Liu Y, Oh SH, Ahn HW, Kim SH, Nelson G. Automatic Cephalometric Landmark Identification System Based on the Multi-Stage Convolutional Neural Networks with CBCT Combination Images. Sensors. 2021 Jan 12;21(2):505.
42. ÇOBAN G, ÖZTÜRK T, HASHIMLI N, YAĞCI A. Comparison between cephalometric measurements using digital manual and web-based artificial intelligence cephalometric tracing software. Dental Press J Orthod. 2022;27(4).
43. Souza LLT de, Silva TP, Silva Filho WJ e, Lima BNS, Meireles ACN, Oliveira IT de S, et al. Avaliação da performance de dois softwares com inteligência artificial por meio das medidas geradas pela análise de Mcnamara em telerradiografia cefalométrica lateral. Research, Society and Development. 2022 Oct 19;11(14):e73111435820.
44. Azeez SM, Surji FF, Kadir SO, Karim R. Accuracy and Reliability of WebCeph Digital Cephalometric Analysis in Comparison with Conventional Cephalometric Analysis. World Journal of Dentistry. 2023 Sep 20;14(8):727–32.





**ANEXO N°1: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

FACULTAD DE ODONTOLOGIA-UCSM VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

- I. DATOS GENERALES
  - 1.1 Apellidos y Nombres del Informante: Centeno San Román, Gilberto
  - 1.2 Cargo e Institución donde labora: Universidad Católica de Santa María
  - 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: "CONCORDANCIA EN EL DIAGNOSTICO CEFALOMETRICO DE MC NAMARA UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y TRAZADO DIGITAL MODIFICADO MANUALMENTE CON LA PLATAFORMA WEBCEPH EN RADIOGRAFIAS LATERALES DE CRANEO"
  - 1.4 Autora del instrumento: Velarde Lima, Angela Solange
- II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	CALIFICACIÓN				
		Deficiente 1-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible.					/
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables.					/
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					/
4. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada					/
5. SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente.					/
6. PERTINENCIA	Permitirá conseguir datos de acuerdo con los objetivos planteados.					/
7. CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basado en teorías o modelos teóricos.					/
8. ANÁLISIS	Descompone adecuadamente las variables/indicadores/medidas.					/
9. ESTRATEGIA	Los datos por conseguir responden los objetivos de investigación					/
10. APLICACIÓN	Existencia de aplicaciones para aplicarse.					/

III. VALORACIÓN GLOBAL: 8marcar con un aspa)

APROBADO	DESAPROBADO	OBSERVADO
/		



Firma del experto validador(a)

Dr. Gilberto Centeno San Román  
3428

Fecha: / /2025.

FACULTAD DE ODONTOLOGIA-UCSM VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

- I. DATOS GENERALES
  - 1.1 Apellidos y Nombres del Informante: Ortega Cordero, Mariela
  - 1.2 Cargo e Institución donde labora: Universidad Católica de Santa María
  - 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: "CONCORDANCIA EN EL DIAGNOSTICO CEFALOMETRICO DE MC NAMARA UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y TRAZADO DIGITAL MODIFICADO MANUALMENTE CON LA PLATAFORMA WEBCEPH EN RADIOGRAFIAS LATERALES DE CRANEO"
  - 1.4 Autora del instrumento: Velarde Lima, Angela Solange
- II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	CALIFICACIÓN				
		Deficiente 1-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible.					✓
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables.					✓
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					✓
4. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada					✓
5. SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente.					✓
6. PERTINENCIA	Permitirá conseguir datos de acuerdo con los objetivos planteados.					✓
7. CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basado en teorías o modelos teóricos.					✓
8. ANÁLISIS	Descompone adecuadamente las variables/indicadores/medidas.					✓
9. ESTRATEGIA	Los datos por conseguir responden los objetivos de investigación					✓
10. APLICACIÓN	Existencia de aplicaciones para aplicarse.					✓

III. VALORACIÓN GLOBAL: 8marcar con un aspa)

APROBADO	DESAPROBADO	OBSERVADO
✓		

Firma del experto validador(a)

*Mariela Ortega Cordero*  
34 29

Fecha: / /2025.

**FACULTAD DE ODONTOLOGIA-UCSM VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

- I. DATOS GENERALES
  - 1.1 Apellidos y Nombres del Informante: Gallegos Misad, Pedro Pablo
  - 1.2 Cargo e Institución donde labora: Universidad Católica de Santa María
  - 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: "CONCORDANCIA EN EL DIAGNOSTICO CEFALOMETRICO DE MC NAMARA UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y TRAZADO DIGITAL MODIFICADO MANUALMENTE CON LA PLATAFORMA WEBCEPH EN RADIOGRAFIAS LATERALES DE CRANEO"
  - 1.4 Autora del instrumento: Velarde Lima, Angela Solange
- II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	CALIFICACIÓN				
		Deficiente 1-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible.					✓
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables.					✓
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					✓
4. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada					✓
5. SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente.					✓
6. PERTINENCIA	Permitirá conseguir datos de acuerdo con los objetivos planteados.					✓
7. CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basado en teorías o modelos teóricos.					✓
8. ANÁLISIS	Descompone adecuadamente las variables/indicadores/medidas.					✓
9. ESTRATEGIA	Los datos por conseguir responden los objetivos de investigación					✓
10. APLICACIÓN	Existencia de aplicaciones para aplicarse.					✓

III. VALORACIÓN GLOBAL: 8marcar con un aspa)

APROBADO	DESAPROBADO	OBSERVADO
✓		

Firma del experto validador(a)

Fecha: 24 / 11 / 2025.

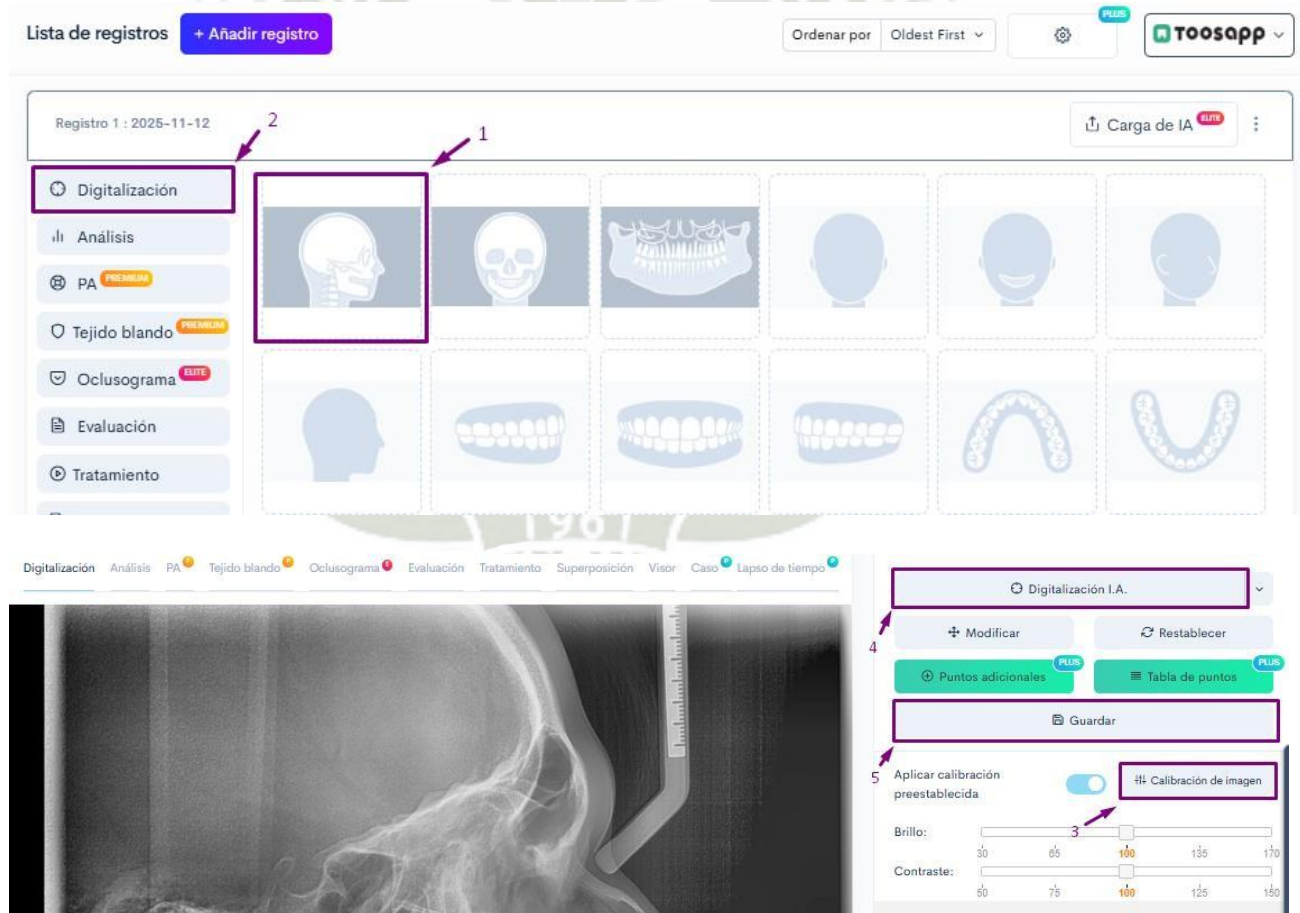


**ANEXO N°2: REGISTRO VISUAL**

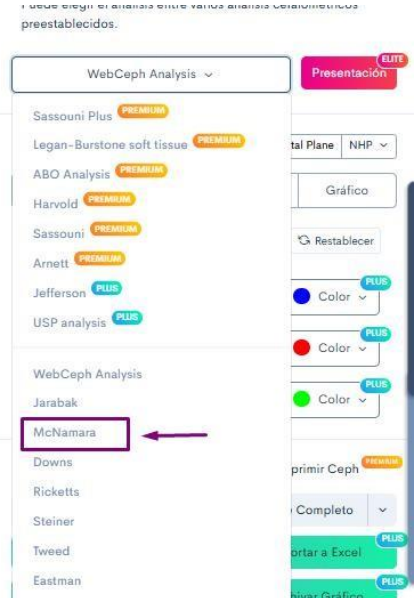
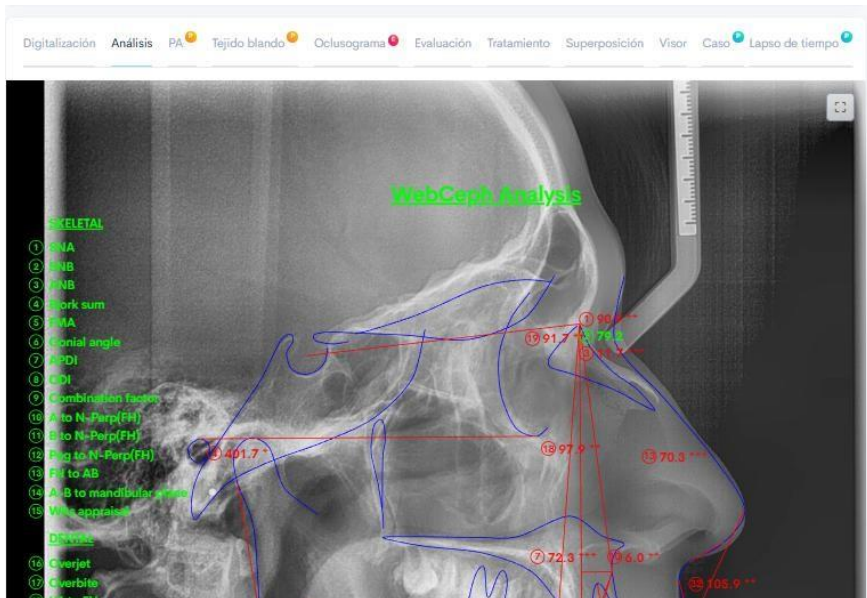
## 1. PLATAFORMA WEBCEPH, REGISTRO DE PACIENTES



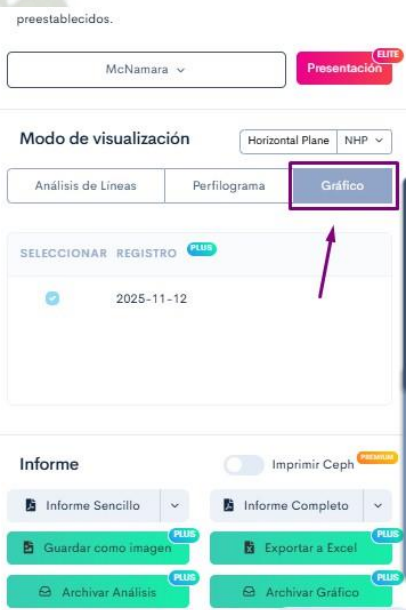
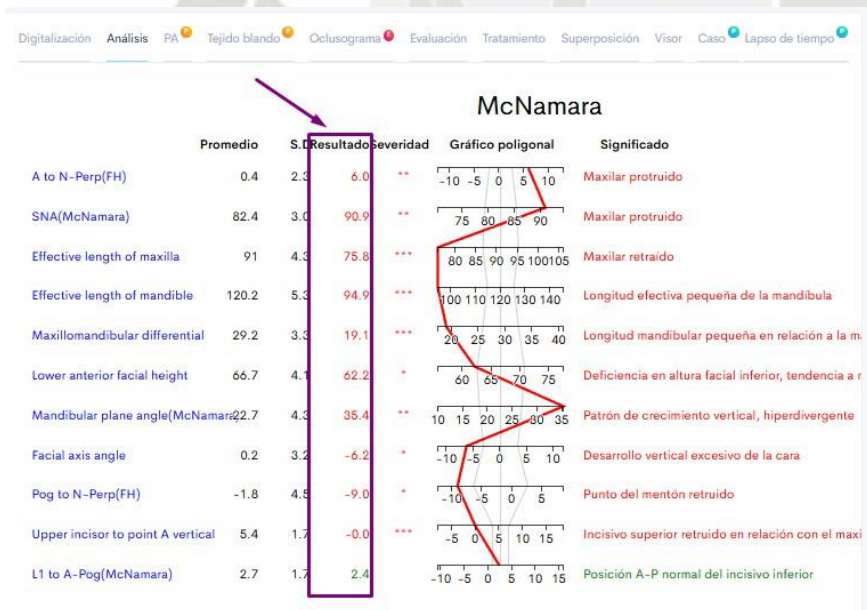
## 2. CARGAR LA RADIOGRAFIA LATERAL Y REALIZAR LA DIGITALIZACIÓN



### 3. REALIZAR EL ANÁLISIS CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE MC NAMARA



### 4. OBTENCION DE DATOS PARA INVESTIGACIÓN





**ANEXO N°3: FICHAS DE REGISTRO DE DATOS**

FICHA N°1 : FICHA DE RECOLECCIÓN

CONCORDANCIA EN EL DIAGNÓSTICO CEFALOMÉTRICO DE MC NAMARA UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y TRAZADO DIGITAL MODIFICADO MANUALMENTE CON LA PLATAFORMA WEB CEPH EN RADIOGRAFÍAS LATERALES DE CRÁNEO DEL CENTRO RADIOLÓGICO UCSM 2025								
Código de paciente	Género	Edad	Variable cefalométrica (McNamara)	Valores normales		Resultado automático (webceph)	Resultado modificado manualmente (webceph)	Diagnóstico
				F	M			
			Posición maxilar (A-Nperp)	F: 0±2	M: 1±3			+Protrusión -Retrusión
			Longitud maxilar (Co-A)	F:91±4	M: 99±6			+Protrusión -Retrusión
			Longitud mandibular (Co-Gn)	F:120±5	M: 130±6			+Prognatismo -Retrognatismo
			Diferencia maxilomandibular (Co-A - Co-Gn)	F:29±3	M: 34±4			+Aumentada -Disminuida
			Altura facial anterior inferior (ANS-Me)	F:66±4	M: 74±5			+Aumentada -Disminuida
			Angulo plano mandibular (SN-GoGn)	F:22±4°	M: 21±4°			+Hiperdivergente -Hipodivergente
			Angulo del eje Facial	90±1° 0-3°				+Hiperdivergente -Hipodivergente
			Posición mandibular (Pog-Nperp)	F:-2±4	M: -0.3±4			+Protrusión -Retrusión
			1-NA (mm)	F: 5±2	M: 5±2			+Protrusión -Retrusión
			1-NB (mm)	F: 3±2	M: 2±2			+Protrusión -Retrusión

Fuente: Adaptada de: Mc Namara JA. A method of cephalometric evaluation. Am J Orthod. 1984;86(6):449-69

## FICHA N° 2: MATRIZ DE REGISTRO DE MEDIDAS Y DIAGNOSTICO POR WEB CEPH Y MODIFICACIÓN MANUAL

NÚMERO DE CASO	CÓDIGO DE PACIENTE	GÉNERO	EDAD	VARIABLE CEFALOMÉTRICA		Parición maxilar (A-Nppz)		Largitud maxilar (Ca-A)		Largitud mandibular (Ca-Gn)		Diferencia maxilomandibular (Ca-A-Gn)		Altura facial anterior inferior (ANS-Me)		Ángulo plano mandibular (SN-GnGn)		Ángulo de loje Facial		Parición mandibular (Paq-Nppz)		1-NÁ (mm)		1-NB (mm)		
				MEASUREMENT	DIAGNOSTIC	F:0a2	M:1a3	F:1a4	M:1a4b	F:10a5	M:10a6	F:2a3	M:2a4d	F:16a4	M:14a5	F:22a4	M:21a4	W0a1-0-3	F:2a4	M:0-2a4	F:5a2	M:5a2	F:12a2	M:12a2	F:12a2	M:12a2
				mm	DIAGNOSTICO	mm	DIAGNOSTICO	mm	DIAGNOSTICO	mm	DIAGNOSTICO	mm	DIAGNOSTICO	mm	DIAGNOSTICO	mm	DIAGNOSTICO	mm	DIAGNOSTICO	mm	DIAGNOSTICO	mm	DIAGNOSTICO	mm	DIAGNOSTICO	mm
1	2	F	21	R. AUTOMÁTICO	4	PROTRUSION	87.4	NORMAL	124.8	NORMAL	37.4	AUMENTADA	78.5	AUMENTADA	28	HIPERDIVERGENTE	-3.7	HIPERDIVERGENTE	0.2	NORMAL	9.2	PROTRUSION	7.9	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	3.5	NORMAL	86.3	NORMAL	124.3	NORMAL	28.5	AUMENTADA	78.5	AUMENTADA	27	HIPERDIVERGENTE	-4.7	HIPERDIVERGENTE	2	NORMAL	10.9	PROTRUSION	8.6	PROTRUSION		
2	3	M	19	R. AUTOMÁTICO	1.1	NORMAL	87.6	RETRUSION	122.8	RETROGNATISMO	35.2	NORMAL	66.5	DISMINUIDA	8.5	HIPODIVERGENTE	2.8	HIPERDIVERGENTE	7.9	PROTRUSION	9	PROTRUSION	3.9	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	-1	NORMAL	86.3	RETRUSION	122.5	RETROGNATISMO	36.5	NORMAL	70.3	NORMAL	8.6	HIPODIVERGENTE	3.5	HIPERDIVERGENTE	7.5	PROTRUSION	10.1	PROTRUSION	4.2	PROTRUSION		
3	5	F	22	R. AUTOMÁTICO	2.5	PROTRUSION	89.3	NORMAL	123.4	NORMAL	34.1	AUMENTADA	71.9	AUMENTADA	26.7	NORMODIVERGENTE	-3.1	HIPERDIVERGENTE	0	NORMAL	7.3	PROTRUSION	4.8	NORMAL		
				R. MODIFICADO	1.6	NORMAL	89.3	NORMAL	123.4	NORMAL	34.1	AUMENTADA	72.9	AUMENTADA	28	HIPERDIVERGENTE	-3.2	HIPERDIVERGENTE	-1.8	NORMAL	6.7	NORMAL	4.6	NORMAL		
4	6	M	20	R. AUTOMÁTICO	5.3	PROTRUSION	97.6	NORMAL	144.2	PROGNATISMO	46.6	AUMENTADA	96.1	AUMENTADA	31.7	HIPERDIVERGENTE	-14.6	HIPERDIVERGENTE	-5.4	RETRUSION	9.2	PROTRUSION	10.8	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	3.6	PROTRUSION	92.5	RETRUSION	122	RETROGNATISMO	39.5	AUMENTADA	81.3	AUMENTADA	30.2	HIPERDIVERGENTE	-17.2	HIPERDIVERGENTE	-5.2	RETRUSION	7.7	PROTRUSION	9.5	PROTRUSION		
5	7	F	23	R. AUTOMÁTICO	7.4	PROTRUSION	89.5	NORMAL	122.9	NORMAL	34.4	AUMENTADA	70	NORMAL	23.4	NORMODIVERGENTE	1.2	NORMODIVERGENTE	9.4	PROTRUSION	8.4	PROTRUSION	4.5	NORMAL		
				R. MODIFICADO	10.2	PROTRUSION	89.5	NORMAL	122.9	NORMAL	34.4	AUMENTADA	70	NORMAL	22.2	NORMODIVERGENTE	1.7	NORMODIVERGENTE	12.2	PROTRUSION	8.9	PROTRUSION	4.5	NORMAL		
6	8	F	20	R. AUTOMÁTICO	13.4	PROTRUSION	99.7	PROTRUSION	129.9	PROGNATISMO	31.2	NORMAL	72.5	AUMENTADA	14	HIPODIVERGENTE	0.6	NORMAL	11.1	PROTRUSION	6.2	NORMAL	2.3	NORMAL		
				R. MODIFICADO	12.4	PROTRUSION	99.7	PROTRUSION	129.9	PROGNATISMO	31.2	NORMAL	73.1	AUMENTADA	13.2	HIPODIVERGENTE	3.3	HIPERDIVERGENTE	11.3	PROTRUSION	6.7	NORMAL	2.3	NORMAL		
7	9	M	20	R. AUTOMÁTICO	5.5	PROTRUSION	95.6	NORMAL	134.1	NORMAL	38.5	AUMENTADA	82.7	AUMENTADA	20.9	NORMODIVERGENTE	4.8	HIPODIVERGENTE	2.6	NORMAL	5.6	NORMAL	4.1	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	5.2	PROTRUSION	95.6	NORMAL	134.1	NORMAL	38.5	AUMENTADA	83.1	AUMENTADA	19.1	NORMODIVERGENTE	-7.9	HIPODIVERGENTE	4.8	NORMAL	6.7	NORMAL	4.1	PROTRUSION		
8	10	F	22	R. AUTOMÁTICO	5.4	PROTRUSION	91.6	NORMAL	127.7	PROGNATISMO	36.1	DISMINUIDA	83.1	AUMENTADA	32.2	HIPERDIVERGENTE	-9.3	HIPODIVERGENTE	-6	NORMAL	4	NORMAL	5.1	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	2.3	PROTRUSION	91.6	NORMAL	127.7	PROGNATISMO	36.1	DISMINUIDA	83.1	AUMENTADA	32	HIPERDIVERGENTE	-6.7	HIPODIVERGENTE	-8.8	RETRUSION	4.1	NORMAL	5.1	PROTRUSION		
9	11	F	22	R. AUTOMÁTICO	3.3	PROTRUSION	87.7	NORMAL	126	PROGNATISMO	38.3	AUMENTADA	78.7	AUMENTADA	19.1	NORMODIVERGENTE	-6.8	HIPODIVERGENTE	-0.1	NORMAL	6.2	NORMAL	5.2	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	3.4	PROTRUSION	87.7	NORMAL	126	PROGNATISMO	38.3	AUMENTADA	78.7	AUMENTADA	19	NORMODIVERGENTE	-8.4	HIPODIVERGENTE	0.1	NORMAL	6.3	NORMAL	5.2	PROTRUSION		
10	12	M	22	R. AUTOMÁTICO	5.4	PROTRUSION	94	NORMAL	128.7	NORMAL	34.7	NORMAL	76.4	NORMAL	22.6	NORMODIVERGENTE	-9.7	HIPODIVERGENTE	-0.6	NORMAL	6.2	NORMAL	2.2	NORMAL		
				R. MODIFICADO	7.7	PROTRUSION	94	NORMAL	128.7	NORMAL	34.7	NORMAL	76.4	NORMAL	20.7	NORMODIVERGENTE	-2.9	HIPODIVERGENTE	4.6	PROTRUSION	8.8	PROTRUSION	2.2	NORMAL		
11	13	F	22	R. AUTOMÁTICO	3	PROTRUSION	89.1	NORMAL	119.1	NORMAL	31	NORMAL	74.5	AUMENTADA	22.3	NORMODIVERGENTE	-2.5	NORMODIVERGENTE	-2.3	NORMAL	5.1	NORMAL	1.4	NORMAL		
				R. MODIFICADO	2.6	PROTRUSION	89.1	NORMAL	119.1	NORMAL	31	NORMAL	74.5	AUMENTADA	23.2	NORMODIVERGENTE	-4.6	HIPODIVERGENTE	-3.1	NORMAL	4.9	NORMAL	1.4	NORMAL		
12	14	F	22	R. AUTOMÁTICO	4.8	PROTRUSION	93.2	NORMAL	139	PROGNATISMO	45.8	AUMENTADA	89.3	AUMENTADA	31.3	HIPERDIVERGENTE	-10.6	HIPODIVERGENTE	-1	NORMAL	8.3	PROTRUSION	7.3	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	4.1	PROTRUSION	93.2	NORMAL	139	PROGNATISMO	45.8	AUMENTADA	89.3	AUMENTADA	31.3	HIPERDIVERGENTE	-8.7	HIPODIVERGENTE	-2	NORMAL	8.3	PROTRUSION	6.9	PROTRUSION		
13	15	M	18	R. AUTOMÁTICO	0.8	NORMAL	89.6	RETRUSION	124	NORMAL	34.4	NORMAL	76.4	NORMAL	22.6	NORMODIVERGENTE	-9.7	HIPODIVERGENTE	-7.9	RETRUSION	3.4	NORMAL	1.8	NORMAL		
				R. MODIFICADO	0.3	NORMAL	89.2	RETRUSION	124	RETROGNATISMO	35.2	NORMAL	69.1	NORMAL	22.5	NORMODIVERGENTE	-8.9	HIPODIVERGENTE	-7.3	RETRUSION	3.1	NORMAL	1.5	NORMAL		
14	16	F	19	R. AUTOMÁTICO	6.9	PROTRUSION	90.2	RETRUSION	114.8	RETROGNATISMO	34.6	AUMENTADA	72	AUMENTADA	29.3	HIPERDIVERGENTE	-5.1	HIPODIVERGENTE	2.5	PROTRUSION	9.9	PROTRUSION	9.2	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	5.9	PROTRUSION	90.2	RETRUSION	114.8	RETROGNATISMO	34.6	AUMENTADA	72.5	AUMENTADA	29	HIPERDIVERGENTE	-5.1	HIPODIVERGENTE	1.5	NORMAL	9.9	PROTRUSION	8.2	PROTRUSION		
15	17	M	23	R. AUTOMÁTICO	3.2	NORMAL	167	PROTRUSION	235.3	PROGNATISMO	68.3	AUMENTADA	139	AUMENTADA	19.3	NORMODIVERGENTE	0.1	NORMODIVERGENTE	2.4	NORMAL	14.2	PROTRUSION	8.6	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	-1.6	NORMAL	164.8	PROTRUSION	235.3	PROG	70.5	AUMENTADA	139	AUMENTADA	19.3	NORMODIVERGENTE	-0.4	NORMODIVERGENTE	0	NORMAL	16.5	PROTRUSION	10	PROTRUSION		
16	18	M	23	R. AUTOMÁTICO	2.8	NORMAL	91.4	RETRUSION	127.2	NORMAL	35.8	NORMAL	77.5	NORMAL	21.2	NORMODIVERGENTE	-1.8	NORMODIVERGENTE	-0.4	NORMAL	9.8	PROTRUSION	5.7	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	2.4	NORMAL	91.4	RETRUSION	127.2	NORMAL	35.8	NORMAL	77.5	NORMAL	21.2	NORMODIVERGENTE	-0.4	NORMODIVERGENTE	-0.6	NORMAL	9.8	PROTRUSION	5.7	PROTRUSION		
17	19	M	23	R. AUTOMÁTICO	1.5	NORMAL	87.4	RETRUSION	117.8	RETROGNATISMO	30.4	NORMAL	79.6	AUMENTADA	30.9	HIPERDIVERGENTE	-7.7	HIPODIVERGENTE	-12.4	RETRUSION	7.5	PROTRUSION	6.6	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	0.5	RETRUSION	87.4	RETRUSION	117.8	RETROGNATISMO	30.4	NORMAL	79.6	AUMENTADA	30.9	HIPERDIVERGENTE	-6.7	HIPODIVERGENTE	-13.4	RETRUSION	7.5	PROTRUSION	6.6	PROTRUSION		
18	20	F	25	R. AUTOMÁTICO	5.4	PROTRUSION	93.1	NORMAL	127.7	PROGNATISMO	34.6	AUMENTADO	81.3	AUMENTADO	30.9	HIPERDIVERGENTE	-7.2	HIPODIVERGENTE	-2.7	NORMAL	6.3	NORMAL	5	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	5.5	PROTRUSION	92.2	NORMAL	127.7	PROGNATISMO	35.5	AUMENTADO	81.3	AUMENTADO	30.2	HIPERDIVERGENTE	-6.8	HIPODIVERGENTE	-0.7	NORMAL	7.8	PROTRUSION	5.7	PROTRUSION		
19	21	F	19	R. AUTOMÁTICO	3.8	PROTRUSION	87.3	NORMAL	122.4	NORMAL	35.1	AUMENTADA	78.6	AUMENTADA	28.7	HIPERDIVERGENTE	-8.4	HIPODIVERGENTE	-3	NORMAL	5.1	NORMAL	6.8	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	1.1	NORMAL	86.1	RETRUSION	122.4	NORMAL	36.3	AUMENTADA	78.6	AUMENTADA	28.7	HIPERDIVERGENTE	-9.2	HIPODIVERGENTE	-4.7	NORMAL	6	NORMAL	7.4	PROTRUSION		
20	22	M	23	R. AUTOMÁTICO	-2.4	NORMAL	83.3	RETRUSION	111.6	RETROGNATISMO	28.3	DISMINUIDA	65.3	DISMINUIDA	18.8	NORMODIVERGENTE	-4.5	HIPODIVERGENTE	-7.7	RETRUSION	-2.2	RETRUSION	-3	RETRUSION		
				R. MODIFICADO	-1.1	NORMAL	82.3	RETRUSION	111.6	RETROGNATISMO	28.3	DISMINUIDA	65.3	DISMINUIDA	18.4	NORMODIVERGENTE	-4.4	HIPODIVERGENTE	-6.1	RETRUSION	-2	RETRUSION	-3	RETRUSION		
21	23	M	18	R. AUTOMÁTICO	4.3	NORMAL	87.4	RETRUSION	116.2	RETROGNATISMO	28.8	DISMINUIDA	74.8	NORMAL	30.4	HIPERDIVERGENTE	-3.4	NORMODIVERGENTE	-5.8	RETRUSION	5.3	NORMAL	4.9	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	1.4	NORMAL	87.4	RETRUSION	116.2	RETROGNATISMO	28.8	DISMINUIDA	75.3	NORMAL	31.3	HIPERDIVERGENTE	-2	NORMODIVERGENTE	-9.4	RETRUSION	5	NORMAL	4.9	PROTRUSION		
22	24	F	24	R. AUTOMÁTICO	8	PROTRUSION	91.2	NORMAL	125.4	PROGNATISMO	34.4	AUMENTADA	77.3	AUMENTADA	18.6	NORMODIVERGENTE	-3.6	HIPODIVERGENTE	1.5	NORMAL	7.5	PROTRUSION	6.1	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	6.8	PROTRUSION	91.2	NORMAL	125.4	PROGNATISMO	34.4	AUMENTADA	76.5	AUMENTADA	18.4	NORMODIVERGENTE	-4.3	HIPODIVERGENTE	-0.1	NORMAL	7.2	PROTRUSION	6.1	PROTRUSION		
23	25	M	18	R. AUTOMÁTICO	2.8	NORMAL	74	RETRUSION	113.7	RETROGNATISMO	37.7	NORMAL	62.3	DISMINUIDA	22.7	NORMODIVERGENTE	-1.7	NORMODIVERGENTE	6.7	PROTRUSION	3.4	NORMAL	5.3	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	-0.7	NORMAL	76.3	RETRUSION	113.7	RETROGNATISMO	37.4	NORMAL	63	DISMINUIDA	25.1	NORMODIVERGENTE	-1.1	NORMODIVERGENTE	3.5	PROTRUSION	2.6	RETRUSION	5.1	PROTRUSION		
24	26	M	25	R. AUTOMÁTICO	10.9	PROTRUSION	100.2	NORMAL	140.1	PROGNATISMO	39.9	AUMENTADA	90.1	AUMENTADA	27.4	HIPERDIVERGENTE	-10.3	HIPODIVERGENTE	0	NORMAL	7.2	PROTRUSION	7.5	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	9.2	PROTRUSION	100.2	NORMAL	140.8	PROGNATISMO	40.6	AUMENTADA	90.6	AUMENTADA	27.1	HIPERDIVERGENTE	-12.3	HIPODIVERGENTE	-1.2	NORMAL	7.5	PROTRUSION	7.6	PROTRUSION		
25	27	M	18	R. AUTOMÁTICO	5.3	PROTRUSION	89.3	RETRUSION	115.3	RETROGNATISMO	26	DISMINUIDA	75.3	NORMAL	22.1	NORMODIVERGENTE	-6.8	HIPODIVERGENTE	-6.2	RETRUSION	4.7	NORMAL	4.1	PROTRUSION		
				R. MODIFICADO	3.6	NORMAL	89.5	RETRUSION	115.3	RETROGNATISMO	25.8	DISMINUIDA	75.3	NORMAL	23.1	NORMODIVERGENTE	-6.1	HIPODIVERGENTE	-9	RETRUSION	4.2	NORMAL	4.1	PROTRUSION		
26	28	M	18	R. AUTOMÁTICO	4.2	PROTRUSION	90.3	RETRUSION	127.9	NORMAL	37.6	NORMAL														

36	38	M	20	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	6.9 5.2	PROTRUSION NORMAL	84.7 83.6	RETUSION RETUSION	120 120	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	25.3 26.4	NORMAL NORMAL	70.1 71	NORMAL NORMAL	22.6 23.1	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-0.6 -0.2	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	8.6 8	PROTRUSION PROTRUSION	7 8.2	NORMAL NORMAL	1.8 2.8	NORMAL NORMAL
37	39	F	23	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	0.5 1.4	NORMAL NORMAL	79.2 78.7	RETUSION RETUSION	103 103	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	23.8 24.2	DISMINUIDA DISMINUIDA	67.6 66.9	NORMAL NORMAL	31.5 29.2	HIPERDIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	-8.6 -9.2	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-11.9 -9.2	RETUSION RETUSION	1.8 2.9	RETUSION RETUSION	2.7 2	NORMAL NORMAL
38	40	F	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	8.2 5.7	PROTRUSION PROTRUSION	79.5 78.3	RETUSION RETUSION	102.8 102.8	PROGNATISMO PROGNATISMO	22.2 24.5	DISMINUIDA DISMINUIDA	64.7 64.3	NORMAL NORMAL	21.2 20.7	NORMAL NORMAL	-9.5 -9.2	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-0.7 -2.1	NORMAL NORMAL	6.1 7.3	NORMAL PROTRUSION	2.6 3.2	NORMAL NORMAL
39	41	F	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	7.8 6.1	PROTRUSION PROTRUSION	80.6 80.7	RETUSION RETUSION	112 112	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	31.4 31.3	NORMAL NORMAL	69.7 69.7	NORMAL NORMAL	30 30.6	HIPERDIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	-4.4 -0.8	HIPODIVERGENTE NORMAL	5.1 3	PROTRUSION PROTRUSION	6.6 6.5	NORMAL NORMAL	5.9 4	PROTRUSION PROTRUSION
40	42	M	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	4 0.9	NORMAL NORMAL	80.7 80.7	RETUSION RETUSION	114.4 114.4	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	33.7 33.7	NORMAL NORMAL	76 76	NORMAL NORMAL	38 36.1	HIPERDIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	-8.8 -9.8	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-5 -9.3	RETUSION RETUSION	3.6 3.1	NORMAL NORMAL	4.4 4.4	PROTRUSION PROTRUSION
41	43	M	20	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	4.5 2.9	PROTRUSION NORMAL	79.2 79.2	RETUSION RETUSION	109.5 109.5	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	30.3 30.3	NORMAL NORMAL	64.9 64.9	DISMINUIDA DISMINUIDA	22.6 23.2	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-1.9 -1	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	2.6 0.5	NORMAL NORMAL	3.4 3.2	NORMAL NORMAL	2.5 2.5	NORMAL NORMAL
42	44	F	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	2.8 4.3	PROTRUSION PROTRUSION	83.9 84.2	RETUSION RETUSION	109.5 109.5	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	25.6 25.3	DISMINUIDA DISMINUIDA	62.9 62.4	NORMAL NORMAL	22.9 23.1	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-2.4 -4.1	NORMODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-2.3 -0.8	NORMAL NORMAL	4.3 4.4	NORMAL NORMAL	1.1 1.1	NORMAL NORMAL
43	45	M	23	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	-1.2 -2.6	NORMAL NORMAL	76.6 76.6	RETUSION RETUSION	114.5 114.5	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	37.9 37.9	NORMAL NORMAL	73.2 73.2	NORMAL NORMAL	25.3 25.3	HIPERDIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	-8 -6.8	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-3.7 -5.1	NORMAL RETUSION	2.8 2.8	RETUSION RETUSION	1.6 1.6	NORMAL NORMAL
44	46	F	22	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	5.6 2.1	PROTRUSION PROTRUSION	81.4 80.4	RETUSION RETUSION	109.4 109.4	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	28 29	NORMAL NORMAL	69 69	NORMAL NORMAL	27.2 29.2	HIPERDIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	-7.4 -7	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-3.2 -7.6	NORMAL RETUSION	0.5 0.6	RETUSION RETUSION	-0.9 -0.3	RETUSION RETUSION
45	47	M	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	-0.1 -3	NORMAL RETUSION	80.4 79.6	RETUSION RETUSION	106.2 106.2	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	25.8 25.8	DISMINUIDA DISMINUIDA	66.1 66.1	DISMINUIDA DISMINUIDA	29.6 29.6	HIPERDIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	-10.7 -7.7	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-12.3 -14.8	RETUSION RETUSION	-0.3 0.2	RETUSION RETUSION	0 0.4	NORMAL NORMAL
46	48	F	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	1.3 -0.6	NORMAL NORMAL	71.4 70.7	RETUSION RETUSION	100.9 100.9	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	29.5 29.2	NORMAL NORMAL	61.2 60.7	DISMINUIDA DISMINUIDA	24.2 24.2	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-9 -9.6	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-0.8 -2	NORMAL NORMAL	6.2 7	NORMAL NORMAL	3.8 4.3	NORMAL NORMAL
47	49	M	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	5.4 4.4	PROTRUSION PROTRUSION	81.5 81.5	RETUSION RETUSION	121.4 121.4	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	29.9 29.9	AUMENTADA AUMENTADA	66.4 66.4	DISMINUIDA DISMINUIDA	20.4 20.4	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	1.2 1	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	14.1 13.1	PROTRUSION PROTRUSION	7.4 7.4	PROTRUSION PROTRUSION	1.2 1.2	NORMAL NORMAL
48	50	F	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	3.6 2.1	PROTRUSION PROTRUSION	75.3 75	RETUSION RETUSION	108.1 108.1	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	32.8 32.1	AUMENTADA AUMENTADA	70.1 70.1	AUMENTADA AUMENTADA	24.8 24.8	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-6.5 -6.9	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	0.6 0.6	NORMAL NORMAL	8.3 8.8	PROTRUSION PROTRUSION	4.8 5.1	NORMAL PROTRUSION
49	51	F	25	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	4.7 4.3	PROTRUSION PROTRUSION	75.7 75.7	RETUSION RETUSION	104.7 104.7	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	29 29	NORMAL NORMAL	63.4 63.4	NORMAL NORMAL	26.1 26.1	HIPERDIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	-12.4 -12.7	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-2 -2.4	NORMAL NORMAL	5.6 5.6	NORMAL NORMAL	3.7 3.7	NORMAL NORMAL
50	52	M	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	0.06 1.4	NORMAL NORMAL	79.7 79.7	RETUSION RETUSION	114.7 114.7	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	35 35	NORMAL NORMAL	71.2 71.2	NORMAL NORMAL	34.9 34.9	HIPERDIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	-6.4 -9	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-6.1 -6.9	RETUSION RETUSION	3.6 3.6	NORMAL NORMAL	3.8 3.8	NORMAL NORMAL
51	53	M	25	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	3.4 3.9	NORMAL NORMAL	84 84	RETUSION RETUSION	115.7 115.7	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	31.7 31.7	NORMAL NORMAL	64.7 64.7	DISMINUIDA DISMINUIDA	15.4 15.4	HIPODIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	2.9 4.7	NORMODIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	5.9 6.4	PROTRUSION PROTRUSION	8.4 7.9	PROTRUSION PROTRUSION	3.1 3.1	NORMAL NORMAL
52	54	F	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	0.5 0.2	NORMAL NORMAL	80.8 80.3	RETUSION RETUSION	110.5 110.5	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	29.7 30.2	DISMINUIDA NORMAL	63.5 63.4	DISMINUIDA DISMINUIDA	19.8 19.8	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-1.4 -1.5	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	0.3 0.5	NORMAL NORMAL	7.1 7.6	PROTRUSION PROTRUSION	2.3 2.6	NORMAL NORMAL
53	55	F	20	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	6 5.1	PROTRUSION PROTRUSION	74.1 73.2	RETUSION RETUSION	104.4 104.4	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	30.3 31.2	NORMAL NORMAL	62.7 62.7	NORMAL NORMAL	23.9 23.9	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-5.3 -5.2	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	4.1 4	PROTRUSION PROTRUSION	4.7 5.6	NORMAL NORMAL	1.8 2.3	NORMAL NORMAL
54	56	F	19	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	5.3 6.2	PROTRUSION PROTRUSION	78.7 78.7	RETUSION RETUSION	106.1 106.1	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	27.4 27.4	NORMAL NORMAL	70 69.5	NORMAL NORMAL	26 25.4	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-7.1 -6.4	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-5.4 -4.5	NORMAL NORMAL	0.5 -0.1	RETUSION RETUSION	1.9 1.9	NORMAL NORMAL
55	57	M	20	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	3.7 3.2	NORMAL NORMAL	82.3 82	RETUSION RETUSION	117.1 117.1	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	34.8 35.1	NORMAL NORMAL	72.9 72.4	NORMAL NORMAL	30.5 30.5	HIPERDIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	-8.8 -8.2	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-4.1 -4.3	NORMAL NORMAL	5.5 2.4	PROTRUSION PROTRUSION	5.7 5.7	PROTRUSION PROTRUSION
56	58	F	24	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	-4.1 -2.1	RETUSION RETUSION	67.7 67.2	RETUSION RETUSION	104 104	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	26.3 26.8	AUMENTADA AUMENTADA	70 70.9	NORMAL AUMENTADA	29.8 29.1	HIPERDIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	-7.1 -7.2	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-6.2 -2.2	NORMAL NORMAL	3.2 4.2	NORMAL NORMAL	1.1 1.7	NORMAL NORMAL
57	59	F	19	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	7.1 0.2	PROTRUSION NORMAL	82.6 81.6	RETUSION RETUSION	112.1 112.1	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	30.5 31.5	NORMAL NORMAL	76.5 76.5	AUMENTADA AUMENTADA	30.9 30.9	HIPERDIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	-11.9 -12.3	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-13.7 -14.7	RETUSION RETUSION	5.6 6.6	NORMAL NORMAL	9.3 9.9	PROTRUSION PROTRUSION
58	60	F	20	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	7.2 7	PROTRUSION PROTRUSION	73.1 72.5	RETUSION RETUSION	101.9 101.9	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	28.8 29.4	NORMAL NORMAL	61.8 61.8	DISMINUIDA DISMINUIDA	24.4 24.4	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-2.8 -0.7	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	6.3 6.6	PROTRUSION PROTRUSION	5.2 5.7	NORMAL NORMAL	4.5 4.8	NORMAL NORMAL
59	61	F	24	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	3.5 3.9	PROTRUSION PROTRUSION	76.3 75.2	RETUSION RETUSION	105.9 105.9	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	29.6 29.6	NORMAL NORMAL	63.2 63.2	NORMAL NORMAL	17.8 16.4	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-4.7 -5.3	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	2.6 5.2	PROTRUSION PROTRUSION	6.8 8.4	NORMAL NORMAL	1.4 2	NORMAL NORMAL
60	62	F	20	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	2 1.5	NORMAL NORMAL	74.3 73.2	RETUSION RETUSION	105.5 105.5	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	24.2 25.3	AUMENTADA AUMENTADA	67.2 67.2	NORMAL NORMAL	33.2 32.5	HIPERDIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	-7.2 -7.9	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	0.6 1.8	NORMAL NORMAL	1.2 2.7	RETUSION RETUSION	4.8 5.5	NORMAL PROTRUSION
61	63	M	19	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	1.6 0.6	NORMAL NORMAL	82.1 81.9	RETUSION RETUSION	114.3 114.3	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	32.2 32.4	NORMAL NORMAL	69.8 69.3	NORMAL NORMAL	22.5 22.5	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-5.9 -4.7	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-2.2 -3.2	NORMAL NORMAL	1.1 1.1	RETUSION RETUSION	-2.5 -2.5	RETUSION RETUSION
62	64	M	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	2.1 1	NORMAL NORMAL	79.6 79.1	RETUSION RETUSION	112.4 112.4	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	32.8 33.3	NORMAL NORMAL	72.7 72.8	NORMAL NORMAL	30 30.7	HIPERDIVERGENTE HIPERDIVERGENTE	-6.9 -5.8	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-3.9 -5.1	NORMAL RETUSION	5.8 6	NORMAL NORMAL	5.9 6.3	NORMAL NORMAL
63	65	M	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	3 3.6	NORMAL NORMAL	85.8 85.8	RETUSION RETUSION	110.9 110.9	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	25.1 25.1	DISMINUIDA DISMINUIDA	64.8 64.8	DISMINUIDA DISMINUIDA	22.4 22.4	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	0.9 -0.5	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-2.9 -2.3	NORMAL NORMAL	4.8 4.8	NORMAL NORMAL	3.7 3.7	NORMAL NORMAL
64	66	F	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	5.8 3.9	PROTRUSION PROTRUSION	82.3 82.7	RETUSION RETUSION	128.1 128.1	PROGNATISMO PROGNATISMO	25.8 25.4	AUMENTADA AUMENTADA	75.4 75.4	AUMENTADA AUMENTADA	25.5 25.8	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-6.2 -1.9	HIPODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	1.4 -0.4	NORMAL NORMAL	7.9 7.7	PROTRUSION PROTRUSION	4.5 4.2	NORMAL NORMAL
65	67	F	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	5.2 3.6	PROTRUSION PROTRUSION	81.3 81	RETUSION RETUSION	105.4 105.4	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	24.1 24.4	DISMINUIDA DISMINUIDA	67.1 67.1	NORMAL NORMAL	25.1 25.1	HIPERDIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-6.7 -6.5	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-4.8 -6	RETUSION NORMAL	3.1 3.4	NORMAL NORMAL	4.5 4.7	NORMAL NORMAL
66	68	F	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	3.3 2.3	PROTRUSION PROTRUSION	76.3 76.3	RETUSION RETUSION	104.5 104.5	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	28.2 28.2	NORMAL NORMAL	61.1 61.1	DISMINUIDA DISMINUIDA	25.2 25.2	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-3.9 -3.9	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	1.2 0.2	NORMAL NORMAL	4 4	NORMAL NORMAL	3.4 3.4	NORMAL NORMAL
67	69	F	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	3.9 2.5	PROTRUSION PROTRUSION	77.4 76.5	RETUSION RETUSION	97.7 97.7	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	20.2 21.2	DISMINUIDA DISMINUIDA	57.8 57.8	DISMINUIDA DISMINUIDA	26.3 25.4	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	-6.1 -4.7	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	-5 -4.9	RETUSION RETUSION	4.7 5.8	NORMAL NORMAL	2.7 3.2	NORMAL NORMAL
68	1	M	25	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	1.6 1.5	NORMAL NORMAL	82.8 81.7	RETUSION RETUSION	116.7 116.7	NORMAL NORMAL	33.9 35	AUMENTADA AUMENTADA	69 69	NORMAL NORMAL	19.3 19.9	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	0.1 -0.9	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	1.2 -1.3	NORMAL NORMAL	7 8	NORMAL PROTRUSION	4.3 5	PROTRUSION PROTRUSION
69	4	F	18	<b>R. AUTOMATICO R. MODIFICADO</b>	10 8.5	PROTRUSION PROTRUSION	78.1 77.6	RETUSION RETUSION	101.8 101.8	RETROGNATISMO RETROGNATISMO	23.7 24.2	DISMINUIDA DISMINUIDA	60.4 60.4	DISMINUIDA DISMINUIDA	14.5 16.2	HIPODIVERGENTE HIPODIVERGENTE	1.3 1.9	NORMODIVERGENTE NORMODIVERGENTE	6 4.9	PROTRUSION PROTRUSION	5.7 6.2	NORMAL NORMAL	4 4.3	NORMAL NORMAL



**ANEXO N°4: CONSTANCIAS Y CERTIFICADOS**

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA - MESA DE PARTES

Sr.(a) FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Se le remite el siguiente documento recibido en Mesa de Partes Virtual. Usted debe tramitar el documento de acuerdo a la normativa de la universidad o, en su defecto, de acuerdo al criterio de lo requerido en el documento.

La respuesta debe remitirla directamente al interesado y tiene que ingresar al Sistema ERP (<https://apps.ucsm.edu.pe/UCSMERP/index.php>) en NOTIFICACIONES para indicar si fue atendida.

EXPEDIENTE: E-2025-020411  
 DNI: 73736776  
 NOMBRE: VELARDE LIMA ANGELA SOLANGE  
 EMAIL: 73736776@estudiante.ucsm.edu.pe  
 CELULAR: 933907148  
 ASUNTO DE TRAMITE: SOLICITUD PARA OBTENCION DE DATOS DEL CENTRO RADIOLOGICO UCSM  
 DESTINATARIO: FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
 URL DOCUMENTO: NO HAY LINK DE DOCUMENTO  
 FECHA: 2025-09-26 18:35:53  
 OBSERVACIONES: NO HAY OBSERVACIONES  
 CUERPO DEL DOCUMENTO: SR. DR. LARRY ROSADO LINARES. DECANO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA. YO ANGELA SOLANGE VELARDE LIMA, SOLICITO EL ACCESO AL CENTRO RADIOLÓGICO DE LA UCSM PARA LA OBTENCION DE DATOS PARA MI TESIS. ATENTAMENTE.

De: FACULTAD ODONTOLOGIA UCSM <facodont@ucsm.edu.pe>  
 Enviado: jueves, 2 de octubre de 2025 09:34  
 Para: SEREY DORIS PORTILLA MIRANDA <sportilla@ucsm.edu.pe>  
 Cc: CLINICA ODONTOLOGICA UCSM <clinicaodontologica@ucsm.edu.pe>  
 Asunto: RV: AVISO: MPV MESA DE PARTES VIRTUAL - SOLICITUDES ESPECIALES

Estimada Dra. Serey Portilla,

Reciba un cordial saludo y con respecto al Expediente E-2025-020411 - VELARDE LIMA ANGELA SOLANGE, sirva la presente para solicitarle tenga a bien atender lo solicitado.

Atentamente,



**FACULTAD DE ODONTOLOGIA**  
 Urb. San José s/n Umacollo, Arequipa - Perú  
[www.ucsm.edu.pe](http://www.ucsm.edu.pe)

De: MESA DE PARTES 01 UCSM <mesapartes01@ucsm.edu.pe>  
 Enviado: viernes, 26 de setiembre de 2025 18:35  
 Para: FACULTAD ODONTOLOGIA UCSM <facodont@ucsm.edu.pe>  
 Cc: MESA DE PARTES 01 UCSM <mesapartes01@ucsm.edu.pe>  
 Asunto: AVISO: MPV MESA DE PARTES VIRTUAL - SOLICITUDES ESPECIALES

CU CLINICA ODONTOLOGICA UCSM



Para: FACULTAD ODONTOLOGIA UCSM; ANGELA SOLANGE VELARDE LIMA

Jue 02/10/2025 8:02

CC: SEREY DORIS PORTILLA MIRANDA

Previo cordial saludo, se da **pase** para recopilar la información solicitada por la **Srta. VELARDE LIMA ANGELA SOLANGE**, previo pago de derecho de uso de servicio en caja del Centro Odontológico.

Atentamente,



**Dra. Serey Portilla Miranda**  
 Directora  
 Centro Odontológico  
 Urb. San José s/n Umacollo, Arequipa - Perú  
[www.ucsm.edu.pe](http://www.ucsm.edu.pe)

DOCUMENTO N° 2: APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS POR EL COMITÉ DE  
ÉTICA

COMITÉ DE ÉTICA INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN UCSM



**DICTAMEN COMITÉ DE ETICA DE INVESTIGACION  
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA**

**SUJETOS DE ESTUDIO:**

Radiografías laterales de cráneo de pacientes de entre 12 a 19 años, de ambos sexos, atendidos en el Centro Odontológico de la UCSM, Arequipa.

**RIESGO DEL ESTUDIO:**

Mínimo.

**OBSERVACIONES, SUGERENCIAS:**

Debe proteger confidencialidad de la data sensible.

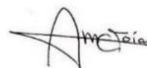
**DICTAMEN:**

*DICTAMEN FAVORABLE 277 – 2025 CIEI-UCSM*



**VIGENCIA:**

La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente dictamen hasta el 25 de agosto de 2026.



Agueda Muñoz Del Carpio Toia  
Comité Institucional de Ética de la Investigación UCSM

Cualquier duda comunicarse a: [comiteeticainvestigacionucsm@gmail.com](mailto:comiteeticainvestigacionucsm@gmail.com)