Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo

Facultad de Odontología

Tesis monográfica para optar al título de
Máster en implantología oral

"Evolución tomográfica de la elevación transcrestal del seno maxilar sin injerto óseo y colocación simultánea de implante dental reporte de caso"

Línea de investigación: Salud y bienestar, Implantología oral.

AUTOR
López-Berroterán, Erika Sthal
https://orcid.org/0009-0005-4957-9214

Managua, Nicaragua
Julio, 2026

Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo

Facultad de Odontología

Tesis monográfica para optar al título de
Máster en implantología oral

"Evolución tomográfica de la elevación transcrestal del seno maxilar sin injerto óseo y colocación simultánea de implante dental reporte de caso"

Línea de investigación: Salud y bienestar, Implantología oral.

AUTOR

Erika Sthal, López-Berroterán

https://orcid.org/0009-0005-4957-9214

TUTOR CIENTÍFICO

Francisco José, Escorcia Sánchez

Cirujano Dentista

Máster en Implantología Oral

https://orcid.org/0009-0007-7133-

TUTOR METODOLÓGICO

Luis Alberto Quintana Salgado

Cirujano Dentista

Máster en Epidemiología

https://orcid.org/0000-0003-4355-6773

Managua, Nicaragua

Julio, 2026

CARTA AVAL TUTOR

Por medio de la presente, y en mi calidad de tutor científico, certifico que el trabajo de investigación titulado*: "Evolución tomofráfica de elevación de seno maxilar sin injerto óseo con colocación simultanea de implante mediante la técnica de implosión reporte de caso"*

Realizado por Erika Sthal López Berrorterán cumple con las disposiciones institucionales, metodológicas y técnicas, que regulan esta actividad académica, y constituye su tesis monográfica para optar al título de Máster en implantología oral.

Y para que así conste, en cumplimiento con la normativa vigente, autorizo a la egresada, reproducir el documento definitivo para su entrega oficial a la facultad correspondiente, para que pueda ser tramitada su lectura y defensa pública.

Managua, Nicaragua, 16 de junio del 2026.

Atentamente,

Francisco José, Escorcia Sánchez
Cirujano Dentista
Máster en Implantología Oral

Dedicatoria

Dedico este trabajo, A Dios, por ser mi guía, mi fortaleza y la fuente de sabiduría que me permitió culminar esta etapa académica.

A mi familia, por su amor, apoyo incondicional y por acompañarme en cada paso de este proceso.

A mi esposo, por su paciencia, comprensión y motivación constante, siendo un pilar fundamental en el logro de esta meta.

Agradecimientos

A Dios siempre.

A mi familia por su apoyo todos estos años y poder llegar hasta aquí.

A mi esposo por su apoyo incondicional durante el desarrollo de mi maestría impulsándome siempre a seguir adelante.

A mi compañero Dr. Francisco Sándigo por su motivación y apoyo siempre fue incondicional.

A mis maestros Dr. Contreras y Dr. Alemán por llevarme siempre de la mano en cada paso de mi aprendizaje.

Al Dr. Francisco Quintana por creer en mi y apoyarme desde siempre siendo esta mi segunda defensa a su lado.

A mis estimados tutores que siempre me apoyaron.

A la paciente que coopero en cada paso del estudio

Resumen

La rehabilitación implantológica en el sector posterior del maxilar superior representa un desafío clínico cuando existe disminución de la altura ósea residual por neumatización del seno maxilar y reabsorción del reborde alveolar posterior. En este contexto, la elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo ha surgido como una alternativa mínimamente invasiva para favorecer la colocación simultánea de implantes dentales y estimular la formación ósea en la zona subsinusal.

El objetivo de este reporte fue describir la evolución tomográfica de la altura ósea periimplantaria y subsinusal durante 12 meses de seguimiento en una paciente adulta ASA I con edentulismo parcial en la zona de primer molar superior, tratada mediante elevación de seno maxilar transcrestal sin injerto óseo y colocación simultánea de un implante dental con sistema de compactadores óseos guiados. Se desarrolló un reporte de caso clínico único, de enfoque descriptivo, aplicado, longitudinal y de campo. La población y muestra estuvo constituida por una paciente adulta seleccionada según criterios clínicos y tomográficosintroducc. Los instrumentos utilizados fueron el expediente clínico, ficha de recolección de datos, registros fotográficos, evaluación clínica y tomografía computarizada de haz cónico preoperatoria y de control. La información fue recolectada mediante valoración clínica, análisis tomográfico comparativo y seguimiento postoperatorio.

Se concluye que la elevación de seno maxilar transcrestal sin injerto óseo, asociada a la colocación simultánea de implante dental mediante compactadores óseos guiados, constituye una alternativa conservadora y clínicamente favorable en casos seleccionados. Se recomienda documentar controles clínicos y tomográficos a largo plazo, así como ampliar la evidencia mediante nuevos reportes o series de casos.

Palabras clave

Elevación de seno maxilar; Implante dental; Abordaje transcrestal; Compactadores óseos; Formación ósea; Tomografía computarizada de haz cónico.

Abstract

Implant rehabilitation in the posterior region of the maxilla represents a clinical challenge when there is a reduction in residual bone height due to maxillary sinus pneumatization and resorption of the posterior alveolar ridge. In this context, maxillary sinus elevation through an transcrestal approach without bone grafting has emerged as a minimally invasive alternative to facilitate simultaneous dental implant placement and stimulate bone formation in the subsinusal area.

The objective of this report was to describe the clinical and tomographic evolution of peri-implant and subsinusal bone height during 12 months of follow-up in an ASA I adult patient with partial edentulism in the upper first molar area, treated by transcrestal maxillary sinus elevation without bone grafting and simultaneous placement of a dental implant using a guided bone compactor system. A single clinical case report was developed, with a descriptive, applied, longitudinal, and field-based approach. The population and sample consisted of an adult patient selected according to clinical and radiographic criteria. The instruments used included the clinical record, data collection form, photographic records, clinical evaluation, and preoperative and follow-up cone-beam computed tomography. The information was collected through clinical assessment, comparative tomographic analysis, and postoperative follow-up.

It is concluded that transcrestal maxillary sinus elevation without bone grafting, associated with simultaneous dental implant placement using guided bone compactors, represents a conservative and clinically favorable alternative in selected cases. Clinical and tomographic long-term follow-up is recommended, as well as the expansion of evidence through new case reports or case series

Keywords

Maxillary sinus elevation; Dental implant; transcrestal approach; Bone compactors; Bone formation; Cone-beam computed tomography.

Contenido

1. Introducción 13

2. Antecedentes 16

2.1 Antecedentes internacionales 16

2.2 Antecedentes regionales 19

2.3 Antecedentes nacionales 20

3. Contexto del problema 23

4. Pregunta de Investigación 25

5. Objetivos 26

5.1 Objetivo General 26

5.2 Objetivos Específicos 26

6. Justificación 27

6.1 Conveniencia 27

6.2 Relevancia social 27

6.3 Implicaciones prácticas 28

6.4 Valor teórico 28

6.5 Utilidad metodológica 28

6.6 Implicaciones prácticas 29

7. Limitantes de la investigación 30

8. Marco teórico 32

8.1 Marco referencial 33

8.1.1 Nivel internacional 33

8.1.2 Nivel regional e iberoamericano 38

8.1.3 Nivel nacional 39

8.1.4 Síntesis del marco referencial 40

8.2 Marco conceptual 42
8.2.1 Seno maxilar 42
8.2.2 Neumatización del seno maxilar 43
8.2.3 Edentulismo parcial posterior superior 43
8.2.4 Implantología oral 44
8.2.5 Elevación de seno maxilar 44
8.2.6 Abordaje transcrestal o intracrestal 45
8.2.7 Compactadores óseos GMI 45
8.2.8 Clasificación del reborde alveolar en el sector posterior del maxilar 49
8.2.9 Definiciones complementarias 51
Efecto tienda del implante o tenting effect 54
Estabilidad primaria del implante 55
Osteointegración 55
Formación ósea periimplantaria y subsinusal 57
Tomografía computarizada de haz cónico 57
Altura ósea residual 58
Ganancia de altura ósea 58
Clasificación ASA 59
Evolución tomográfica 60
Complicaciones asociadas a la elevación de seno maxilar 60
Otras definiciones 61
9. Marco Metodológico 62
9.1 Tipo de investigación 62
9.1.1 Según el enfoque de la investigación 63
9.1.2 Según la aplicabilidad de sus resultados 64
9.1.3 Según el nivel de profundidad del conocimiento 64

9.1.4 Según la orientación en el tiempo 65
9.1.5 Según el tipo de diseño 65
9.2 Criterios de selección del caso o los casos 66
9.2.1 Criterios de inclusión 67
9.2.2 Criterios de exclusión 67
9.3 Descripción del caso clínico 68
9.4 Definición operativa de variables o (matriz de descriptores) 70
9.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos 74
Técnicas utilizadas 74
9.6 Validez y confiabilidad de los instrumentos 77
9.7 Procedimientos para el procesamiento y análisis de información 78
9.8 Consideraciones éticas 79
10. Resultados y discusiones 82
10.1 Descripción y evolución detallada del caso 83
10.2 Comparación con otros estudios o casos 94
10.3 Implicaciones clínicas, educativas o investigativas 96
11. Conclusiones 98
12. Recomendaciones 100
13. Referencias 103
14. Apéndices 106
Apéndice A. Consentimiento informado 106
Apéndice B. Ficha clínica de recolección de datos 109
15. Anexos 113
Anexo A. Declaración de autoría y cesión de derechos de publicación 113

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de descriptores correspondiente al objetivo específico 1 70

Tabla 2 Matriz de descriptores correspondiente al objetivo específico 2 71

Tabla 3 Matriz de descriptores correspondiente al objetivo específico 3 73

índice de figuras

Figura 1 Influencia del coagulo en la formación de hueso 52

Figura 2 *Membrana de Schneider* 54

Figura 3 Proceso de la osteointegración 56

Figura 4 Vista oclusal del maxilar superior 83

Figura 5 Reconstrucción 3D del blue Sky Bio 84

Figura 6 Análisis y planificación tomográfica preoperatorio 85

Figura 7 Representación de implante GMI FRONTIER 4.25 X 10 MM 86

Figura 8 Colocación de implante con guía quirúrgica 87

Figura 9 Guia posicionada lista para el fresado..... 88

Figura 10 Guía quirúrgica después de su utilización 89

Figura 11 Cierre del colgajo luego de colocar la membrana..... 90

Figura 12 Secuencia de fresado utilizada con los compactadores óseos guiados de GMI 91

Figura 13 Evaluación tomográfica del reborde 12 meses después de la colocación de implante. 92

Figura 14 Representación 3D con Blue Sky bio implante pieza 16 93

1. Introducción

La rehabilitación implantológica del maxilar posterior superior constituye uno de los desafíos más frecuentes dentro de la implantología oral contemporánea, debido a las condiciones anatómicas y biológicas que se presentan después de la pérdida dentaria (Silva et al., 2016; Lie et al., 2022). En esta región, la disponibilidad ósea vertical puede verse comprometida por dos fenómenos principales: la reabsorción progresiva del reborde alveolar y la neumatización del seno maxilar. Ambos procesos reducen la altura ósea disponible entre la cresta alveolar y el piso sinusal, dificultando la colocación convencional de implantes dentales de longitud adecuada y obligando al clínico a considerar procedimientos complementarios que permitan restablecer condiciones favorables para la rehabilitación implantológica (Boyne & James, 1980; Summers, 1994).

La elevación de seno maxilar ha sido ampliamente utilizada como una alternativa quirúrgica para aumentar la altura ósea disponible en el maxilar posterior superior. Tradicionalmente, este procedimiento se ha realizado mediante abordaje lateral con el uso de injertos óseos autólogos, biomateriales o sustitutos óseos destinados a mantener el espacio creado bajo la membrana sinusal y favorecer la formación de nuevo tejido óseo. Sin embargo, aunque las técnicas con injerto han mostrado resultados clínicos favorables, también pueden asociarse a mayor tiempo quirúrgico, incremento de costos, morbilidad adicional y necesidad de manipulación de materiales regenerativos, aspectos que han motivado la búsqueda de alternativas menos invasivas en casos cuidadosamente seleccionados (Silva et al., 2016; Lie et al., 2022).

En este contexto, la elevación de seno maxilar sin injerto óseo ha adquirido relevancia en los últimos años como una opción terapéutica que busca aprovechar el potencial biológico del coágulo sanguíneo y la capacidad osteogénica del entorno quirúrgico. Esta técnica se fundamenta en la creación de un espacio subantral mediante la elevación de la membrana de Schneider, el cual se llena inicialmente con sangre proveniente del lecho quirúrgico. El coágulo sanguíneo actúa como una matriz provisional que favorece la migración celular, la angiogénesis y la posterior formación de tejido óseo, siempre que el espacio creado se mantenga estable y la

membrana sinusal permanezca íntegra (Song et al., 2020; Jiménez Castellanos & Rios Osorio, 2022).

Uno de los principios más importantes en la elevación sinusal sin injerto es el denominado efecto tienda del implante. Este fenómeno se produce cuando el implante colocado simultáneamente contribuye al mantenimiento del espacio creado bajo la membrana sinusal, evitando el colapso del compartimento subantral y favoreciendo la organización del coágulo sanguíneo. De esta manera, el implante no solo cumple una función rehabilitadora futura, sino que también participa mecánicamente en la estabilización del espacio donde puede desarrollarse la formación ósea. Estudios clínicos han reportado que la cantidad de hueso formado puede estar relacionada con la capacidad del implante para mantener elevada la membrana sinusal y preservar el volumen del espacio regenerativo (Song et al., 2020).

La incorporación de guías quirúrgicas en este tipo de procedimientos aporta un componente metodológico relevante, especialmente cuando se desea describir y documentar la técnica de manera reproducible. La guía permite orientar el punto de entrada, el eje de inserción, la profundidad de fresado y la secuencia de compactación, lo cual es particularmente importante en zonas anatómicamente sensibles como el seno maxilar. En el caso de los compactadores óseos guiados, su uso secuencial permite una preparación más controlada del lecho implantario y una elevación progresiva del piso sinusal, reduciendo la dependencia exclusiva de la percepción manual del operador y favoreciendo una descripción más estandarizada del procedimiento quirúrgico (Anitua, 2024; Tent et al., 2025).

La presente investigación se desarrolla bajo la modalidad de reporte de caso clínico y tiene como propósito describir la evolución tomográfica de una paciente adulta ASA I con edentulismo parcial en la zona correspondiente al diente #16, tratada mediante elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo y colocación simultánea de un implante dental GMI de 4.25 mm x 10 mm. El procedimiento se realizó mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI, siguiendo una planificación tomográfica previa y utilizando guía quirúrgica para controlar la dirección, profundidad y eje de trabajo durante la preparación del lecho implantario.

El análisis del caso se centra principalmente en la comparación entre la tomografía preoperatoria y la tomografía postoperatoria de control. En la evaluación inicial se valoró la altura ósea residual entre la cresta alveolar y el piso del seno maxilar, mientras que en la evaluación posterior se analizó la altura ósea observada alrededor del implante y en la región subsinusal. Esta comparación permitió identificar una ganancia ósea vertical aproximada, interpretada como un hallazgo compatible con formación ósea periimplantaria y subsinusal posterior al procedimiento. No obstante, al tratarse de un reporte de caso, dichos hallazgos deben analizarse desde una perspectiva descriptiva, sin establecer relaciones causales ni generalizaciones poblacionales (Coronel-Zabalbu et al., 2024; Lie et al., 2022).

La importancia de este estudio radica en documentar una alternativa mínimamente invasiva para la rehabilitación del maxilar posterior superior, en un caso donde la limitación ósea vertical representaba un reto clínico para la colocación convencional del implante. Además, el uso de un sistema de compactadores óseos guiados GMI aporta un elemento distintivo, ya que permite describir una técnica planificada y controlada, con potencial de replicabilidad en futuras investigaciones clínicas. Esta documentación resulta útil tanto para el análisis académico como para la práctica clínica, al ofrecer una descripción ordenada del diagnóstico, planificación, ejecución quirúrgica y evaluación tomográfica posterior.

En consecuencia, la presente investigación busca contribuir al conocimiento clínico en implantología oral mediante la descripción detallada de un caso tratado con elevación de seno maxilar sin injerto óseo y colocación simultánea de implante dental. Si bien la evidencia derivada de un reporte de caso es limitada, su alto valor esta en ser el primer estudio en Nicaragua sobre la aplicabilidad de la técnica usando compactadores óseos guiados, además de generar preguntas para investigaciones futuras y fortalecer la documentación científica de procedimientos mínimamente invasivos en el maxilar posterior superior. Por ello, se considera necesario continuar desarrollando estudios con mayor número de pacientes, seguimiento prolongado, análisis volumétricos y mediciones estandarizadas que permitan evaluar con mayor precisión la estabilidad, calidad y comportamiento del tejido óseo formado bajo la membrana sinusal (Chen et al., 2024; Tent et al., 2025).

2. Antecedentes

La presente investigación se enmarca en la línea de investigación en implantología oral y rehabilitación del paciente parcialmente edéntulo, específicamente en la sublínea relacionada con procedimientos quirúrgicos de aumento óseo en el maxilar posterior superior y técnicas mínimamente invasivas para la colocación de implantes dentales. El estudio aborda la elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de implante dental mediante implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI, como alternativa terapéutica en pacientes con limitación ósea vertical en la región posterior del maxilar.

Históricamente, la elevación de seno maxilar ha sido utilizada para mejorar las condiciones óseas del maxilar posterior, inicialmente mediante abordajes laterales con injertos óseos y, posteriormente, mediante técnicas transcrestales o intracrestales menos invasivas (Boyne & James, 1980; Summers, 1994).

En términos generales, los antecedentes científicos sobre este tema muestran una evolución progresiva desde técnicas quirúrgicas más invasivas, basadas en el uso de injertos óseos o biomateriales, hacia abordajes más conservadores que buscan aprovechar el potencial biológico del coágulo sanguíneo, la estabilidad primaria del implante y el mantenimiento del espacio subantral. Esta transición ha permitido que la elevación de seno maxilar sin injerto óseo sea estudiada como una alternativa viable en casos seleccionados, especialmente cuando existe una altura ósea residual suficiente y una adecuada planificación quirúrgica y tomográfica (Silva et al., 2016; Lie et al., 2022).

2.1 Antecedentes internacionales

A nivel internacional, los primeros antecedentes relevantes sobre elevación de seno maxilar se relacionan con los trabajos clásicos de Boyne y James (1980), quienes describieron el aumento del piso del seno maxilar mediante injerto óseo autógeno, estableciendo una base quirúrgica para la rehabilitación implantológica del maxilar posterior atrófico. Posteriormente,

Summers (1994) propuso un abordaje menos invasivo mediante osteótomos por vía crestal, lo que representó un cambio importante en el manejo de casos con altura ósea residual limitada, permitiendo elevar el piso sinusal sin necesidad de realizar una ventana lateral extensa.

A partir de estos aportes iniciales, la literatura comenzó a explorar la posibilidad de realizar elevaciones sinusales con menor morbilidad quirúrgica y, en algunos casos, sin utilizar injerto óseo. Lundgren et al. (2003) reportaron la formación espontánea de hueso después de elevar la membrana sinusal y colocar implantes simultáneamente, sin añadir material de relleno. Este hallazgo contribuyó a fortalecer la hipótesis de que el coágulo sanguíneo, contenido en un espacio estable bajo la membrana de Schneider, podía actuar como matriz biológica inicial para la formación ósea, siempre que se conservara la estabilidad del espacio subantral y del implante.

En esta misma línea, Song et al. (2020) analizaron el efecto tienda del implante en procedimientos de elevación de seno maxilar sin injerto óseo. Los autores observaron que el implante colocado simultáneamente puede actuar como soporte mecánico para mantener elevada la membrana sinusal, favoreciendo el mantenimiento del espacio subantral y la posterior formación ósea. Este antecedente resulta especialmente relevante para la presente investigación, ya que el caso estudiado también se fundamenta en la colocación simultánea del implante como elemento que contribuye a la estabilidad del espacio creado bajo la membrana de Schneider (Song et al., 2020).

Desde el punto de vista de la evidencia comparativa, Silva et al. (2016) realizaron una revisión sistemática sobre la elevación de seno maxilar con y sin material de injerto. Los autores reportaron que ambas modalidades podían presentar resultados clínicos favorables y tasas de supervivencia implantaria aceptables, aunque señalaron la necesidad de una adecuada selección del caso y de un análisis cuidadoso de las condiciones anatómicas. Este estudio permitió ampliar el debate sobre la necesidad real del injerto óseo en todos los procedimientos de elevación sinusal, especialmente en casos donde el implante puede colocarse simultáneamente y mantener estabilidad primaria (Silva et al., 2016).

Posteriormente, Lie et al. (2022) publicaron una revisión sistemática y metaanálisis en la que compararon procedimientos de elevación sinusal con injerto y sin injerto. Los autores encontraron tasas elevadas de supervivencia implantaria en ambos grupos, pero señalaron que

los procedimientos sin injerto podían presentar menor ganancia ósea vertical y menor densidad ósea en comparación con las técnicas injertadas. Este antecedente aporta una perspectiva equilibrada para la presente investigación, ya que permite interpretar la ganancia ósea observada en el caso clínico sin afirmar superioridad de la técnica sin injerto frente a los procedimientos convencionales con biomaterial (Lie et al., 2022).

Chen et al. (2024) también realizaron una revisión sistemática y metaanálisis sobre la elevación de seno maxilar sin injerto óseo, reportando que no existían diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia implantaria a corto plazo entre técnicas con y sin injerto. Sin embargo, observaron que los procedimientos con injerto podían generar mayor ganancia ósea endosinusal. Estos hallazgos coinciden con la necesidad de interpretar los resultados de los reportes clínicos con prudencia, considerando que la ausencia de injerto puede ser una alternativa viable en casos seleccionados, pero no necesariamente superior a los abordajes injertados (Chen et al., 2024).

Más recientemente, Tent et al. (2025) analizaron los efectos a largo plazo de la elevación de seno maxilar con y sin injerto óseo. Los autores concluyeron que los procedimientos transcrestales sin injerto pueden ser utilizados en determinados escenarios clínicos, aunque destacaron la necesidad de estudios con seguimiento prolongado y mayor número de pacientes. Este antecedente es importante porque refuerza la relevancia de documentar casos clínicos individuales, como el presente, que permitan ampliar la comprensión sobre la evolución tomográfica y clínica de estas técnicas en la práctica implantológica (Tent et al., 2025).

Asimismo, Anitua (2024) presentó un estudio retrospectivo con seguimiento de 10 años sobre elevación de seno mediante abordaje transcrestal sin material de relleno, utilizando implantes extracortos. Sus resultados mostraron estabilidad clínica favorable y ganancia ósea sostenida en el tiempo, lo que respalda la posibilidad de utilizar abordajes transcrestales sin injerto en casos adecuadamente seleccionados. Aunque la técnica y el tipo de implante difieren del presente reporte, el estudio aporta evidencia relevante sobre la estabilidad a largo plazo de procedimientos sinusales sin biomateriales (Anitua, 2024).

2.2 Antecedentes regionales

A nivel regional latinoamericano, la literatura también ha documentado casos y experiencias clínicas relacionadas con la elevación de seno maxilar sin injerto óseo. Jiménez Castellanos y Rios Osorio (2022) reportaron dos casos clínicos tratados mediante elevación de seno maxilar sin injerto óseo y colocación simultánea de implantes dentales. En uno de los casos se observó una ganancia ósea vertical de 3.19 mm posterior al procedimiento, resultado similar al obtenido en la presente investigación, donde se identificó una ganancia aproximada de 3.58 mm en la zona de la pieza 16. Esta similitud permite contextualizar el caso dentro de experiencias clínicas regionales que apoyan la posibilidad de formación ósea sin necesidad de biomaterial de relleno (Jiménez Castellanos & Rios Osorio, 2022).

En Perú, Coronel-Zabalbu et al. (2024) reportaron un caso clínico de elevación de seno maxilar sin injerto óseo en una paciente ASA I, con edentulismo en la zona de la pieza 16 y colocación simultánea de implante dental. El reborde residual inicial fue de 6 mm y, tras el seguimiento tomográfico, se observó una altura ósea de 8.83 mm, correspondiente a una ganancia vertical de 2.83 mm. Este reporte guarda una relación directa con la presente investigación, ya que ambos casos se desarrollan a nivel de la pieza dentaria 16, en pacientes sistémicamente sanas y mediante elevación sinusal sin injerto. La diferencia principal radica en que el presente estudio incorpora una técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI, lo que aporta un componente de planificación y control quirúrgico adicional (Coronel-Zabalbu et al., 2024).

Nasser Nasser et al. (2018) realizaron un estudio clínico prospectivo con seguimiento de tres años en 47 pacientes rehabilitados mediante la inserción de 60 implantes dentales utilizando la técnica de elevación transcrestal del seno maxilar. Los autores reportaron una tasa de supervivencia y éxito implantario del 100%, con una ganancia ósea vertical media de 4.8 mm y ausencia de complicaciones tardías durante un período funcional promedio de 37.6 meses. Aunque en la mayoría de los casos se utilizaron biomateriales, este estudio resulta relevante para la presente investigación porque confirma la predictibilidad clínica del abordaje transcrestal en el maxilar posterior superior y permite comparar sus resultados con técnicas menos invasivas sin injerto óseo, como la aplicada en el presente caso clínico.

También en el contexto latinoamericano, los reportes clínicos han resaltado las ventajas potenciales de evitar el uso de injertos óseos cuando las condiciones anatómicas lo permiten, tales como menor morbilidad, reducción de costos, simplificación del procedimiento y menor tiempo quirúrgico. No obstante, estos beneficios deben analizarse con cautela, ya que la predictibilidad de la técnica depende de factores como la altura ósea residual, la estabilidad primaria del implante, la integridad de la membrana sinusal y la capacidad de mantener el espacio subantral durante la cicatrización (Jiménez Castellanos & Rios Osorio, 2022; Coronel-Zabalbu et al., 2024).

En España, aunque fuera del contexto latinoamericano, los estudios de Anitua (2024) adquieren relevancia para la discusión regional en idioma español, ya que aportan evidencia clínica sobre abordajes transcrestales sin material de relleno y seguimiento prolongado. Este tipo de investigaciones permite fortalecer el marco de referencia de países hispanohablantes y ofrece puntos de comparación útiles para reportes de caso realizados en programas de formación de posgrado en implantología oral (Anitua, 2024).

De manera general, los antecedentes regionales muestran que la elevación de seno maxilar sin injerto óseo ha sido abordada principalmente mediante reportes de caso y estudios clínicos con muestras pequeñas. Aunque estos trabajos no permiten establecer conclusiones definitivas, sí aportan información útil para comprender la evolución tomográfica de los pacientes tratados mediante técnicas menos invasivas. En este sentido, el presente estudio contribuye a ampliar la documentación regional sobre alternativas quirúrgicas para el maxilar posterior superior, especialmente al incorporar un sistema guiado de compactadores óseos GMI.

2.3 Antecedentes nacionales

A nivel nacional, la disponibilidad de estudios publicados sobre elevación de seno maxilar sin injerto óseo en Nicaragua es limitada. La literatura científica nacional relacionada con implantología oral se encuentra en desarrollo, y la mayor parte de la evidencia utilizada para sustentar procedimientos sinusales proviene de estudios internacionales y regionales. Esta situación evidencia la necesidad de fortalecer la producción académica local mediante reportes de caso, series clínicas y estudios prospectivos que documenten la experiencia de los profesionales nicaragüenses en procedimientos implantológicos avanzados.

En el contexto de la formación de posgrado en implantología oral, los reportes de caso representan una herramienta metodológica valiosa para documentar procedimientos clínicos realizados en escenarios reales. Estos estudios permiten describir la selección del paciente, la planificación tomográfica, el protocolo quirúrgico, la evolución de los hallazgos imagenológicos posteriores al tratamiento. En el caso específico de la elevación de seno maxilar sin injerto óseo, este tipo de documentación resulta especialmente importante debido a que la técnica requiere criterios estrictos de selección, conocimiento anatómico, control quirúrgico y seguimiento tomográfico.

El presente reporte de caso adquiere relevancia nacional al documentar la aplicación de una técnica de elevación de seno maxilar por abordaje intracrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de implante dental mediante sistema de compactadores óseos guiados GMI. La investigación aporta información clínica y tomográfica sobre un caso tratado en el contexto académico de la Maestría en Implantología Oral, contribuyendo a la construcción de evidencia local sobre alternativas mínimamente invasivas para la rehabilitación del maxilar posterior superior.

Además, este estudio permite contextualizar la aplicación de una técnica guiada dentro de la práctica clínica nacional, destacando la importancia de incorporar planificación tomográfica, guías quirúrgicas y sistemas de compactación ósea en procedimientos cercanos al seno maxilar. La descripción del protocolo empleado puede servir como referencia académica para estudiantes, docentes e investigadores interesados en el desarrollo de técnicas implantológicas más conservadoras, reproducibles y documentadas.

En síntesis, los antecedentes revisados muestran que la elevación de seno maxilar sin injerto óseo ha evolucionado desde una propuesta biológica basada en el coágulo sanguíneo y el efecto tienda del implante, hacia técnicas más planificadas y controladas mediante el uso de herramientas digitales y sistemas guiados. A nivel internacional, la evidencia disponible indica que estos procedimientos pueden presentar resultados favorables en casos seleccionados, aunque con limitaciones en relación con la cantidad y calidad del hueso formado. A nivel regional, los reportes clínicos muestran resultados similares al presente caso en términos de ganancia ósea vertical. A nivel nacional, no hay estudios publicados lo cual justifica la necesidad

de documentar experiencias clínicas locales que contribuyan al desarrollo de conocimiento en implantología oral.

Por tanto, la presente investigación surge como una contribución académica orientada a describir la evolución tomográfica de una técnica mínimamente invasiva en el maxilar posterior superior. Su aporte principal radica en documentar un caso clínico tratado mediante elevación de seno maxilar sin injerto óseo, con colocación simultánea de implante dental y uso de sistema de compactadores óseos guiados GMI, generando información útil para la práctica clínica, la enseñanza de la implantología oral y el desarrollo de futuras investigaciones en Nicaragua.

3. Contexto del problema

En la práctica implantológica, una de las situaciones clínicas que se presenta con frecuencia es la dificultad para colocar implantes dentales en el sector posterior del maxilar superior cuando el paciente ha perdido una pieza dental desde hace varios años. Esta zona representa un reto particular porque, después de la pérdida dentaria, el reborde óseo puede disminuir progresivamente y el seno maxilar puede ocupar parte del espacio que antes estaba disponible para el soporte de la pieza dental. Como resultado, la altura ósea para colocar un implante puede ser limitada y el tratamiento requiere una planificación más cuidadosa.

Esta problemática se observa especialmente en pacientes con edentulismo parcial posterior superior. Aunque el paciente tenga buen estado sistémico y no presente enfermedades que comprometan la cicatrización, la condición anatómica local puede dificultar la colocación convencional del implante. La cercanía entre el reborde alveolar y el piso del seno maxilar obliga al clínico a valorar alternativas quirúrgicas que permitan colocar el implante en una posición adecuada, sin comprometer la seguridad del procedimiento ni la integridad de las estructuras anatómicas vecinas.

En muchos casos, la elevación de seno maxilar se plantea como una alternativa para aumentar la altura ósea disponible. Tradicionalmente, este procedimiento puede realizarse con injerto óseo o biomateriales; sin embargo, existen situaciones clínicas en las que es posible realizar una elevación sinusal sin injerto, siempre que el caso sea seleccionado cuidadosamente. Para ello, es necesario valorar la altura ósea residual, la condición del seno maxilar, la estabilidad primaria esperada del implante y la posibilidad de mantener un espacio adecuado bajo la membrana sinusal.

En el caso estudiado, la paciente presentaba edentulismo parcial en la zona de la pieza 16 y requería rehabilitación mediante implante dental. La evaluación tomográfica inicial permitió observar la relación entre el reborde óseo residual y el piso del seno maxilar, lo que hizo necesario planificar una elevación de seno por abordaje intracrestal. La técnica utilizada buscó elevar de forma controlada el piso sinusal, sin colocar injerto óseo, mediante el uso de un sistema de compactadores óseos guiados GMI y la colocación simultánea de un implante dental.

El problema adquiere importancia porque no se trata únicamente de colocar un implante, sino de resolver una limitación anatómica del maxilar posterior superior mediante una técnica que sea segura, planificada y mínimamente invasiva. Además, al utilizar un sistema guiado, se busca controlar mejor la dirección, profundidad y eje del procedimiento, reduciendo el riesgo de desviaciones durante la preparación del lecho implantario y favoreciendo una ejecución más precisa.

En el contexto nacional, todavía es necesario documentar más casos clínicos relacionados con técnicas de elevación de seno maxilar sin injerto óseo, especialmente cuando se emplean sistemas guiados de compactación. La falta de documentación local limita la disponibilidad de información que pueda servir como referencia para la práctica clínica y la formación académica en implantología oral. Por esta razón, este reporte de caso resulta relevante, ya que permite describir de manera ordenada la planificación, ejecución y evolución tomográfica de una técnica aplicada en un caso real.

De esta manera, la presente investigación busca aportar información clínica sobre la evolución de una paciente tratada mediante elevación de seno maxilar por abordaje intracrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de implante dental mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI. La comparación entre la tomografía inicial y la tomografía postoperatoria permitirá valorar los cambios en la altura ósea y describir si existió ganancia ósea en la zona periimplantaria y subsinusal.

4. Pregunta de Investigación

Para elaborar la pregunta de investigación toma como referencia lo siguiente: Con el propósito de delimitar y estructurar el problema de investigación de manera sistemática, se utilizó la estrategia PICOT, la cual permite organizar los principales componentes del estudio a partir de la población, intervención, comparación, resultado y tiempo de seguimiento. Debido a la naturaleza descriptiva del presente reporte de caso clínico, la formulación se orientó a describir la evolución observada en una paciente durante el período de seguimiento establecido.

P (Paciente): Paciente adulta ASA I con edentulismo parcial en la zona de primer molar superior.

I (Intervención): Colocación de implante con elevación de seno transcrestal mediante compactadores sin injerto óseo.

C (Comparación): No aplica, por tratarse de un reporte de caso clínico único.

O (Outcome – Resultado): Evolución tomográfica de un caso con levantamiento de seno con formación de hueso post colocación de implante en la zona subsinusal.

T (Tiempo): Seguimiento clínico y radiográfico durante 12 meses posteriores a la cirugía.

Pregunta formulada (con enfoque descriptivo, no comparativo):

¿Cómo evoluciona clínica y tomográficamente la altura ósea periimplantaria durante 12 meses posteriores a la colocación de un implante dental con elevación de seno maxilar transcrestal sin injerto óseo, mediante sistema de compactadores óseos guiados, en una paciente adulta ASA I con edentulismo parcial en la zona de primer molar superior?

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

Evaluar la evolución tomográfica de una paciente tratada mediante elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de implante dental con sistema de compactadores óseos guiados GMI, a través de un reporte de caso clínico.

5.2 Objetivos Específicos

Caracterizar demográfica y clínicamente a la paciente en quien se aplicó la técnica de elevación de seno maxilar por abordaje transcestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de implante dental.

Comparar los cambios en la altura ósea periimplantaria antes y después del procedimiento quirúrgico, mediante el análisis de imágenes tomográficas preoperatorias y postoperatorias.

Describir el protocolo quirúrgico empleado para la elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal con sistema de compactadores óseos guiados GMI, como base para la estandarización del procedimiento y su aplicación en la práctica clínica y en futuras investigaciones.

6. Justificación

En La presente investigación se justifica por la necesidad de documentar alternativas terapéuticas menos invasivas para la rehabilitación implantológica del maxilar posterior superior con altura ósea limitada. En esta región anatómica, la pérdida dentaria prolongada puede asociarse con reabsorción del reborde alveolar y neumatización del seno maxilar, lo que dificulta la colocación convencional de implantes dentales y obliga al clínico a valorar procedimientos complementarios que permitan una rehabilitación funcional y segura.

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), una investigación se justifica cuando demuestra conveniencia, relevancia social, implicaciones prácticas, valor teórico y utilidad metodológica. En este sentido, el presente reporte de caso resulta pertinente, ya que permite describir la evolución tomográfica de una paciente tratada mediante elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de implante dental mediante la técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI.

6.1 Conveniencia

Esta investigación es conveniente porque permite analizar un procedimiento quirúrgico mínimamente invasivo aplicado en una zona anatómicamente compleja como el maxilar posterior superior. La documentación del caso aporta información clínica sobre la elevación de seno maxilar sin injerto óseo, realizada mediante abordaje transcrestal y colocación simultánea de un implante dental. Además, permite registrar el uso del sistema de compactadores óseos guiados GMI dentro de una técnica de implosión, destacando su utilidad para controlar la dirección, profundidad y eje de trabajo durante la preparación del lecho implantario.

6.2 Relevancia social

La investigación posee relevancia social porque aborda una problemática frecuente en pacientes que requieren rehabilitación oral: la pérdida dentaria posterior superior y la limitada disponibilidad ósea para la colocación de implantes dentales. Las técnicas menos invasivas, cuando están correctamente indicadas, pueden contribuir a reducir la complejidad quirúrgica, disminuir la necesidad de biomateriales, acortar tiempos de tratamiento y mejorar la experiencia

del paciente. De esta manera, el estudio aporta información útil para valorar alternativas terapéuticas que puedan favorecer la recuperación funcional y la calidad de vida de pacientes con edentulismo parcial posterior superior.

6.3 Implicaciones prácticas

Desde el punto de vista clínico, esta investigación puede aportar información descriptiva sobre la aplicación de la elevación de seno maxilar sin injerto óseo mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI. El caso permite observar la planificación tomográfica inicial, la ejecución del abordaje transcrestal, la colocación simultánea del implante y la evaluación tomográfica posterior. Estos elementos pueden orientar a los profesionales de implantología oral en la selección de casos similares, siempre que exista adecuada altura ósea residual, estabilidad primaria del implante y condiciones anatómicas favorables del seno maxilar.

6.4 Valor teórico

El estudio aporta valor teórico porque contribuye a la comprensión de los cambios óseos observados después de una elevación de seno maxilar sin injerto óseo. La investigación permite relacionar el mantenimiento del espacio subantral, la preservación de la membrana de Schneider, la estabilidad primaria del implante y la organización del coágulo sanguíneo como elementos importantes en la formación ósea periimplantaria y subsinusal. Se aportara evidencia descriptiva que puede servir como base para futuras investigaciones en implantología oral.

6.5 Utilidad metodológica

Desde el punto de vista metodológico, la investigación contribuye a establecer una forma ordenada de documentar casos clínicos de elevación de seno maxilar sin injerto óseo. El estudio integra ficha clínica, análisis tomográfico preoperatorio, descripción del protocolo quirúrgico, registro del implante colocado y evaluación tomográfica postoperatoria. Esta organización permite sistematizar la recolección y análisis de datos, facilitando la comparación entre la altura ósea inicial y la altura ósea posterior al procedimiento.

En síntesis, la justificación de este estudio radica en su aporte clínico, académico y metodológico para la implantología oral. La investigación permite documentar un caso tratado mediante una técnica mínimamente invasiva, guiada y sin injerto óseo, orientada a resolver una

limitación anatómica frecuente en el maxilar posterior superior. Asimismo, contribuye a fortalecer la evidencia descriptiva sobre el uso del sistema de compactadores óseos guiados GMI y abre la posibilidad de futuras investigaciones con mayor número de pacientes, seguimiento prolongado y mediciones tomográficas más estandarizadas.

6.6 Implicaciones prácticas

Las implicaciones prácticas de esta investigación se relacionan con la posibilidad de aplicar la información obtenida en la práctica clínica de la implantología oral, especialmente en casos de pacientes con edentulismo parcial posterior superior y limitada altura ósea por proximidad al seno maxilar. Al documentar la evolución tomográfica de una elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de implante dental mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI, el estudio aporta información útil para valorar alternativas quirúrgicas menos invasivas en casos seleccionados.

De igual manera, los hallazgos pueden servir como orientación para los profesionales de la salud oral en la planificación y ejecución de procedimientos implantológicos en el maxilar posterior superior. La evaluación tomográfica preoperatoria, el uso de guía quirúrgica, la secuencia de compactadores óseos guiados y la comparación tomográfica postoperatoria permiten establecer una forma ordenada de documentar el procedimiento y valorar los cambios en la altura ósea posterior a la cirugía.

Asimismo, esta investigación puede contribuir a optimizar la toma de decisiones clínicas en casos donde se busca evitar el uso de injerto óseo o biomateriales de relleno, siempre que existan condiciones anatómicas favorables, estabilidad primaria del implante y adecuada preservación de la membrana sinusal. En este sentido, el estudio ofrece una referencia práctica para considerar la técnica de elevación transcrestal sin injerto como una alternativa terapéutica conservadora, planificada y reproducible dentro de la rehabilitación implantológica del maxilar posterior superior.

7. Limitantes de la investigación

Las limitaciones del presente estudio se derivan de las características propias del diseño metodológico, así como de factores clínicos, técnicos y logísticos asociados al desarrollo de un reporte de caso en implantología oral. Al tratarse de un solo caso clínico, los hallazgos reflejan la evolución particular de una paciente adulta, clasificada como ASA I, con edentulismo parcial en la zona correspondiente a la pieza dentaria #16, tratada mediante elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo y colocación simultánea de un implante dental mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI. Por esta razón, los resultados obtenidos no pueden generalizarse a otras poblaciones, técnicas quirúrgicas, sistemas de implantes o contextos clínicos diferentes.

Desde el punto de vista metodológico, la ausencia de un grupo control impide establecer relaciones causales directas entre la técnica utilizada y la ganancia ósea observada en el seguimiento tomográfico. Debido a la naturaleza descriptiva del estudio, el análisis se fundamentó en la observación clínica, el registro fotográfico, la evaluación tomográfica preoperatoria y postoperatoria, así como en la descripción de la evolución del caso, sin aplicación de pruebas estadísticas inferenciales ni comparación directa con otras técnicas de elevación sinusal, como el abordaje lateral, el abordaje transcrestal con injerto óseo o el uso de biomateriales regenerativos.

En el aspecto técnico, el estudio estuvo condicionado por los recursos diagnósticos y clínicos disponibles. Aunque se utilizaron imágenes tomográficas para la planificación inicial y para la comparación de los cambios en la altura ósea posterior al procedimiento quirúrgico, no se incorporaron métodos tridimensionales avanzados de superposición digital volumétrica ni software especializado para el análisis cuantitativo de densidad o volumen óseos neoformado. Por ello, la valoración de la ganancia ósea se basó principalmente en la medición comparativa de la altura ósea observada en las imágenes tomográficas.

Otra limitación corresponde a la evaluación de la estabilidad implantaria. En el presente caso, la estabilidad secundaria y la evolución clínica del implante fueron valoradas mediante

criterios clínicos, tales como ausencia de movilidad, ausencia de dolor persistente, adecuada cicatrización de los tejidos blandos y ausencia de signos clínicos de complicación. Sin embargo, no se utilizaron mediciones instrumentales objetivas mediante análisis de frecuencia de resonancia, como ISQ/Ostell, ni otros métodos cuantitativos que permitieran documentar con mayor precisión la estabilidad implantaria durante las diferentes fases del seguimiento.

El tiempo de seguimiento también constituye una limitación. Si bien el período evaluado permitió documentar la evolución clínica y los cambios tomográficos iniciales relacionados con la altura ósea posterior a la elevación sinusal, se requiere un seguimiento a largo plazo para valorar con mayor precisión la estabilidad del hueso formado, el comportamiento del implante bajo carga funcional, la estabilidad ósea marginal, la salud periimplantaria y la permanencia de los resultados clínicos y tomográficos obtenidos.

La interpretación de los resultados dependió en parte del criterio clínico del operador y del análisis realizado sobre las imágenes tomográficas disponibles, lo que introduce un componente subjetivo en la valoración de parámetros como cicatrización tisular, integridad de la mucosa, estabilidad clínica del implante y cambios compatibles con formación ósea periimplantaria y subsinusal. Además, no se evaluaron marcadores bioquímicos del metabolismo óseo ni indicadores biológicos específicos relacionados con la remodelación ósea, por lo que no fue posible analizar de manera objetiva la actividad metabólica del tejido óseo formado durante el período de seguimiento.

Asimismo, factores anatómicos y biológicos individuales, como la altura ósea residual inicial, la densidad del hueso maxilar posterior, el grosor de la membrana de Schneider, la capacidad de cicatrización, la respuesta inflamatoria local, la higiene oral y la adherencia a las indicaciones postoperatorias no pudieron ser completamente controlados. Estos elementos pueden influir en la evolución clínica y tomográfica posterior a la elevación de seno maxilar sin injerto óseo y deben considerarse al interpretar los resultados del presente reporte de caso.

8. Marco teórico

El marco teórico de la presente investigación se encuentra dividido en dos apartados principales: marco referencial y marco conceptual. El marco referencial reúne las teorías, evidencias empíricas, estudios previos y hallazgos científicos relacionados con la elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal y colocación simultánea de implantes dentales sin injerto, mediante sistema de compactadores óseos guiados, basada en la compactación ósea progresiva y la implosión controlada del núcleo óseo subantral, con desplazamiento apical del piso sinusal y elevación atraumática de la membrana de Schneider y evalúa la formación ósea posterior a procedimientos de elevación sinusal. Este apartado permite contextualizar científicamente el desarrollo del estudio y fundamentar la pertinencia clínica del reporte de casos.

Por su parte, el marco conceptual aborda los fundamentos teóricos relacionados con los principales elementos que sustentan la investigación, entre ellos la anatomía del seno maxilar, la neumatización sinusal, la pérdida ósea en el sector posterior superior, la elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal, la técnica de compactación ósea, la colocación simultánea de implantes dentales, la estabilidad primaria, la osteointegración, la formación ósea sin injerto y la evaluación tomográfica de la altura ósea periimplantaria.

De esta manera, ambas secciones proporcionan el sustento teórico necesario para comprender la evolución tomográfica del caso en estudio. Así mismo permiten analizar la técnica de elevación de seno maxilar sin injerto óseo como una alternativa quirúrgica mínimamente invasiva en pacientes con edentulismo parcial posterior superior, siempre que exista una adecuada planificación tomográfica, correcta selección del caso, preservación de la membrana sinusal y estabilidad primaria del implante colocado de forma simultánea.

La revisión teórica se orienta a integrar evidencia científica actualizada sobre los principios biológicos y quirúrgicos que explican la formación ósea bajo la membrana sinusal elevada, destacando el papel del coágulo sanguíneo, el mantenimiento del espacio, la estabilidad del implante y la integridad de la membrana de Schneider como factores relevantes en la evolución clínica y radiográfica posterior al procedimiento. Además, este marco permite

delimitar los términos esenciales de la investigación y facilitar la comprensión del fenómeno clínico observado durante el seguimiento de 12 meses.

8.1 Marco referencial

El marco referencial de la presente investigación reúne estudios previos relacionados con la elevación del seno maxilar, el abordaje transcrestal o intracrestal, la colocación simultánea de implantes dentales y la posibilidad de formación ósea sin el uso de injertos o biomateriales. La revisión de estas investigaciones permite contextualizar científicamente el reporte de casos y fundamentar la interpretación clínica y tomográfica de la evolución observada en el caso de estudio.

La evidencia consultada muestra que la rehabilitación implantológica del maxilar posterior representa un desafío clínico debido a la pérdida dentaria, la reabsorción del reborde alveolar y la neumatización del seno maxilar. Tradicionalmente, la elevación del piso sinusal se ha realizado mediante técnicas de ventana lateral asociadas al uso de injertos óseos. Sin embargo, en las últimas décadas se han desarrollado técnicas menos invasivas, como el abordaje transcrestal con osteótomos o compactadores, que permiten elevar la membrana sinusal desde la cresta alveolar y colocar el implante de manera simultánea en casos seleccionados.

8.1.1 Nivel internacional

Summers (1994) describió una técnica menos invasiva para elevar el piso del seno maxilar mediante el uso de osteótomos, con el objetivo de preparar el lecho implantario y desplazar apicalmente el piso sinusal desde un abordaje crestal. El estudio se fundamentó en reportes clínicos y en la descripción técnica del procedimiento, planteando una alternativa a la ventana lateral convencional. El principal aporte de esta investigación fue introducir el concepto de elevación sinusal por vía transcrestal, reduciendo la invasividad quirúrgica y permitiendo, en determinados casos, la colocación simultánea del implante dental. Para la presente investigación, este antecedente constituye una base histórica relevante, ya que la técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI comparte el mismo principio

quirúrgico de acceder al seno maxilar desde la cresta alveolar, compactar el hueso residual y elevar de manera controlada la membrana sinusal.

El aporte de Summers (1994) permite ubicar la técnica utilizada en esta tesis dentro de la evolución de los abordajes transcrestales. Aunque el autor utilizó osteótomos convencionales y no compactadores óseos guiados, el fundamento biológico y quirúrgico resulta comparable, especialmente en relación con la compactación ósea, el mantenimiento del hueso residual y la búsqueda de estabilidad primaria para la colocación simultánea del implante. Desde esta perspectiva, la técnica de implosión con compactadores guiados puede entenderse como una evolución clínica del abordaje transcrestal, incorporando mayor control sobre el eje, la dirección y la profundidad de trabajo.

Lundgren et al. (2003) reportaron un caso en el cual se observó formación ósea espontánea dentro del seno maxilar después de la elevación de la membrana sinusal, sin la colocación de injerto óseo. El objetivo del estudio fue documentar un patrón inesperado de cicatrización y discutir sus implicaciones para futuras técnicas de aumento óseo sinusal. El enfoque metodológico correspondió a un reporte clínico, basado en la observación de cambios óseos posteriores a la manipulación quirúrgica de la membrana sinusal. Los autores plantearon que la elevación de la membrana de Schneider y la formación de un espacio protegido podían favorecer la organización del coágulo sanguíneo y la posterior formación de hueso nuevo.

Este antecedente resulta especialmente importante para la presente investigación, ya que constituye uno de los fundamentos biológicos de la elevación de seno maxilar sin injerto. En el caso analizado en esta tesis, el implante colocado simultáneamente actúa como elemento mantenedor de espacio bajo la membrana elevada, permitiendo que el coágulo sanguíneo se estabilice y participe en el proceso de formación ósea. Por tanto, el estudio de Lundgren et al. (2003) respalda la posibilidad de neoformación ósea sin necesidad de materiales exógenos, siempre que se preserve la integridad de la membrana sinusal y se mantenga un espacio biológicamente estable.

Silva et al. (2016) realizaron una revisión sistemática con el objetivo de comparar los resultados de la elevación de seno maxilar con y sin material de injerto. La metodología incluyó la búsqueda de estudios clínicos en bases de datos científicas, analizando la supervivencia

implantaria, la formación ósea y las complicaciones asociadas a ambas modalidades quirúrgicas. Los autores incluyeron estudios con seguimiento clínico de pacientes sometidos a elevación sinusal e instalación de implantes dentales. Los resultados mostraron que tanto las técnicas con injerto como las técnicas sin injerto presentaron tasas elevadas de supervivencia implantaria y baja frecuencia de complicaciones.

El análisis de Silva et al. (2016) permite comprender que la ausencia de injerto óseo no invalida el procedimiento quirúrgico, siempre que existan condiciones anatómicas y clínicas adecuadas. Para la presente tesis, este estudio respalda el abordaje descriptivo del caso, ya que permite interpretar la evolución clínica y tomográfica del implante sin asumir que el biomaterial sea indispensable para lograr formación ósea bajo la membrana sinusal elevada. No obstante, también orienta a interpretar los resultados con cautela, considerando que la indicación de la técnica debe depender de la selección adecuada del paciente y de la planificación tomográfica previa.

Song et al. (2020) desarrollaron un estudio clínico cuyo objetivo fue evaluar el efecto de "tienda de campaña" o tenting effect generado por el implante dental en procedimientos de elevación de seno maxilar sin injerto. La investigación incluyó pacientes tratados mediante elevación sinusal sin biomaterial y colocación simultánea de implantes, evaluando posteriormente la formación ósea mediante imágenes radiográficas y tomográficas. La metodología del estudio consistió en el análisis retrospectivo de 49 implantes colocados en 26 pacientes, valorando variables como altura ósea residual, longitud del implante, cantidad de formación ósea y morfología del hueso formado alrededor del implante.

Los resultados de Song et al. (2020) mostraron que la formación ósea aumentaba en relación con la longitud del implante proyectada dentro del seno maxilar y que el patrón más frecuente fue el de formación en tienda, en el cual el hueso se desarrolla alrededor del ápice del implante. Este estudio es altamente relevante para la presente investigación porque explica el papel del implante como mantenedor de espacio bajo la membrana de Schneider. En el caso de esta tesis, la colocación simultánea del implante no solo busca rehabilitar el espacio edéntulo, sino también contribuir al mantenimiento del espacio subsinusal creado por la técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI.

Lie et al. (2022) realizaron una revisión sistemática y metaanálisis de ensayos clínicos aleatorizados con el objetivo de comparar procedimientos de elevación sinusal con injerto y sin injerto en maxilares atróficos. La metodología se basó en la selección crítica de ensayos clínicos controlados, evaluación del riesgo de sesgo y análisis estadístico de variables como supervivencia implantaria, ganancia de altura ósea, densidad ósea e índice de estabilidad implantaria. Los resultados mostraron altas tasas de supervivencia implantaria tanto en el grupo sin injerto como en el grupo con injerto; sin embargo, los procedimientos con injerto presentaron mayor ganancia vertical de hueso y mayor densidad ósea.

El análisis de Lie et al. (2022) permite interpretar con cautela los resultados de la presente tesis. Aunque el uso de injertos puede generar mayor volumen o densidad ósea, la supervivencia clínica del implante y una evolución favorable también pueden observarse en procedimientos sin injerto. Para un reporte de caso como el presente, esta evidencia permite sustentar que la técnica sin injerto puede ser viable, aunque sus resultados deben analizarse de forma descriptiva y no como demostración de superioridad frente a las técnicas convencionales.

Chen et al. (2024) realizaron una revisión sistemática y metaanálisis de ensayos clínicos aleatorizados con análisis secuencial, comparando elevación de seno maxilar con y sin injerto óseo. El objetivo fue evaluar la efectividad clínica de ambos abordajes en pacientes sometidos a colocación de implantes en maxilar posterior con altura ósea reducida. La metodología incluyó estudios publicados entre 1980 y 2023, con análisis de variables como supervivencia implantaria, ganancia ósea endosinusal, pérdida ósea marginal, perforación de membrana, estabilidad implantaria, densidad ósea, tiempo quirúrgico y costos.

Los resultados de Chen et al. (2024) mostraron que ambos procedimientos presentaron altas tasas de supervivencia implantaria. Aunque los procedimientos con injerto mostraron mayor ganancia ósea endosinusal, esta diferencia no pareció ser determinante para la supervivencia del implante. Este antecedente aporta evidencia actualizada para la presente tesis, ya que permite analizar la técnica sin injerto desde una perspectiva basada en evidencia, reconociendo que la formación ósea puede ser menor en comparación con técnicas injertadas, pero clínicamente suficiente en determinados casos.

Tent et al. (2025) publicaron una revisión sistemática centrada en los efectos a largo plazo de la elevación del piso sinusal con y sin injerto óseo, evaluando ensayos clínicos con seguimiento prolongado. El objetivo fue valorar la eficiencia clínica de ambas modalidades quirúrgicas en términos de supervivencia implantaria, pérdida ósea marginal y ganancia ósea endosinusal. Los resultados indicaron que la técnica de elevación sinusal con osteótomos sin injerto puede ser utilizada en casos seleccionados, mostrando supervivencia implantaria comparable a la de los procedimientos con injerto, aunque con limitaciones relacionadas con el número de estudios disponibles y la necesidad de mayor evidencia longitudinal.

El estudio de Tent et al. (2025) fortalece la justificación del seguimiento clínico y tomográfico en la presente investigación, pero también evidencia la necesidad de controles a largo plazo. Para el presente reporte de caso, esta revisión permite sustentar que una evolución inicial favorable debe interpretarse como un hallazgo clínico relevante, aunque no definitivo, ya que el comportamiento del hueso formado y del implante bajo carga funcional debe continuar evaluándose con el tiempo.

Albadani et al. (2024) desarrollaron un estudio clínico prospectivo con el objetivo de evaluar una técnica de elevación de seno maxilar sin injerto y con colocación simultánea de implantes dentales. El estudio comparó los resultados entre implantes colocados en alveolos postextracción y sitios cicatrizados, utilizando tomografía de haz cónico antes y después del procedimiento. La metodología incluyó 60 pacientes adultos con necesidad de implantes en maxilar posterior y altura ósea reducida, evaluando estabilidad primaria mediante ISQ, supervivencia implantaria, presencia de complicaciones y formación ósea intrasinusal.

Los resultados de Albadani et al. (2024) mostraron alta supervivencia implantaria, estabilidad primaria aceptable, ausencia de complicaciones biológicas o mecánicas relevantes y resultados satisfactorios de formación ósea alrededor del implante. Este estudio es relevante para la presente tesis porque aporta evidencia prospectiva reciente sobre la posibilidad de realizar elevación de seno maxilar sin injerto con colocación simultánea de implantes. Además, refuerza la importancia de la selección adecuada del paciente, ausencia de patología sinusal, planificación tomográfica y estabilidad primaria, criterios directamente relacionados con el caso clínico analizado.

8.1.2 Nivel regional e iberoamericano

Jiménez Castellanos y Rios Osorio (2022) presentaron dos casos clínicos de elevación de seno maxilar sin injerto óseo con colocación simultánea de implantes dentales. El objetivo fue exponer la efectividad de este abordaje mediante la evaluación de la ganancia ósea vertical posterior al procedimiento. La metodología correspondió a una presentación de casos clínicos. En el primer caso se utilizó una técnica de ventana lateral sin injerto en una paciente con altura ósea inicial reducida, mientras que en el segundo caso se empleó una técnica transalveolar con piezoeléctrico. Los autores reportaron ganancia ósea vertical en ambos casos y evolución clínica favorable, sin complicaciones relevantes.

Este antecedente es importante porque se aproxima al diseño de la presente tesis: reporte clínico, elevación sinusal sin injerto, colocación simultánea de implante y evaluación de ganancia ósea vertical. Su principal aporte es mostrar que la formación ósea puede ser documentada mediante seguimiento radiográfico o tomográfico, lo cual coincide con el objetivo específico de comparar los cambios en la altura ósea antes y después de la cirugía mediante imágenes tomográficas (Jiménez Castellanos & Rios Osorio, 2022).

Coronel-Zabalbu et al. (2024) reportaron un caso de elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo con colocación simultánea de un implante dental en la zona del primer molar superior. El objetivo fue describir la técnica, sus consideraciones quirúrgicas y los resultados clínicos y tomográficos obtenidos. La metodología correspondió a un reporte de caso clínico en una paciente ASA I, en quien se realizó planificación tomográfica, abordaje transcrestal, elevación sinusal controlada y colocación simultánea de un implante.

Luego de seis meses de seguimiento tomográfico, Coronel-Zabalbu et al. (2024) observaron aumento de la altura ósea vertical y adecuada integración clínica del implante, sin complicaciones postoperatorias. Este estudio presenta alta similitud con la presente investigación, ya que analiza una paciente ASA I, utiliza abordaje transcrestal sin injerto y evalúa la ganancia ósea mediante tomografía. Su aporte principal es metodológico, porque sirve como referencia para estructurar la descripción del protocolo quirúrgico, la medición tomográfica y el seguimiento clínico posterior.

Anitua (2024) realizó un estudio retrospectivo con seguimiento de 10 años en pacientes tratados mediante elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin material de relleno, utilizando implantes cortos y extracortos. El objetivo fue evaluar la pérdida ósea crestal, la ganancia de altura sobre el ápice del implante y la supervivencia implantaria a largo plazo. La metodología incluyó pacientes tratados con un protocolo quirúrgico unificado, evaluación clínica, análisis radiográfico y seguimiento longitudinal.

Los resultados de Anitua (2024) reportaron ganancia media de altura ósea, mínima reducción de la altura ósea ganada durante el seguimiento y supervivencia implantaria elevada. Este antecedente resulta relevante porque aporta una perspectiva de largo plazo sobre el comportamiento de implantes colocados con elevación transcrestal sin injerto. Aunque utiliza implantes extracortos y una técnica específica distinta a los compactadores GMI, comparte el principio de no emplear material de relleno y utilizar el implante como elemento de soporte para la formación ósea.

8.1.3 Nivel nacional

En Nicaragua, la evidencia científica publicada sobre elevación de seno maxilar por abordaje intracrestal o transcrestal sin injerto óseo con colocación simultánea de implantes dentales continúa siendo limitada. Aunque la implantología oral ha tenido un crecimiento progresivo en la práctica clínica nacional, la producción académica relacionada con técnicas mínimamente invasivas de elevación sinusal y evaluación tomográfica de formación ósea aún es escasa.

Esta limitada disponibilidad de estudios nacionales representa un vacío de conocimiento importante, especialmente porque los reportes de caso permiten documentar la aplicación real de técnicas quirúrgicas en contextos clínicos específicos. En este sentido, la presente investigación adquiere relevancia académica y clínica al describir la evolución de una paciente adulta ASA I tratada mediante elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo y colocación simultánea de un implante dental utilizando sistema de compactadores óseos guiados GMI.

Asimismo, el estudio contribuye a fortalecer la documentación nacional en implantología oral, al incorporar análisis clínico y tomográfico de los cambios en la altura ósea antes y después

del procedimiento. Esta información puede servir como referencia para futuros trabajos de investigación en Nicaragua, especialmente aquellos orientados a evaluar técnicas de elevación sinusal mínimamente invasivas, protocolos quirúrgicos estandarizados y seguimiento longitudinal de implantes colocados en el maxilar posterior superior.

En este sentido, el presente reporte de caso aporta evidencia descriptiva sobre una técnica quirúrgica que puede ser útil en pacientes seleccionados, siempre que exista adecuada planificación tomográfica, ausencia de patología sinusal, control quirúrgico de la membrana de Schneider y estabilidad primaria del implante. Estos hallazgos pueden contribuir al fortalecimiento del conocimiento clínico nacional y servir como base para futuras investigaciones con mayor número de casos, diseños metodológicos más robustos y seguimiento a largo plazo.

En síntesis, los antecedentes revisados permiten establecer que la elevación de seno maxilar sin injerto óseo ha evolucionado desde técnicas crestalmente asistidas con osteótomos hasta procedimientos más controlados y planificados mediante sistemas guiados. La literatura internacional y regional respalda que, en casos seleccionados, la ausencia de injerto no impide la formación ósea ni la supervivencia implantaria; sin embargo, también señala que los resultados deben interpretarse con cautela y requieren seguimiento prolongado. En el contexto nacional, la presente investigación contribuye a documentar una experiencia clínica local mediante una técnica guiada y mínimamente invasiva, aportando información útil para la práctica clínica, la enseñanza y futuras investigaciones en implantología oral.

8.1.4 Síntesis del marco referencial

Los estudios revisados coinciden en que la elevación de seno maxilar sin injerto óseo puede generar formación ósea bajo la membrana de Schneider cuando se cumplen condiciones clínicas y quirúrgicas específicas. Entre los factores más importantes se encuentran la adecuada selección del caso, la ausencia de patología sinusal, la altura ósea residual suficiente para lograr estabilidad primaria, la integridad de la membrana sinusal, la estabilidad del coágulo sanguíneo y el mantenimiento del espacio subsinusal mediante el implante dental.

La evidencia también indica que los procedimientos sin injerto pueden presentar tasas de supervivencia implantaria comparables a los procedimientos con injerto, aunque en algunos estudios la ganancia ósea vertical y la densidad ósea pueden ser mayores cuando se utilizan biomateriales. Por esta razón, la técnica sin injerto debe interpretarse como una alternativa válida en casos seleccionados, pero no como un sustituto universal de las técnicas convencionales.

En relación con la presente investigación, los antecedentes revisados respaldan la pertinencia de documentar la evolución clínica y tomográfica de dos pacientes adultas ASA I tratadas mediante elevación de seno maxilar por abordaje intracrestal sin injerto óseo y colocación simultánea de implantes dentales utilizando compactadores óseos GMI. Aunque la literatura disponible no reporta de forma específica el uso de compactadores GMI en este contexto, los principios quirúrgicos son comparables con las técnicas transcrestales descritas mediante osteótomos, expansores o sistemas de compactación ósea. Por tanto, este reporte de casos contribuye a ampliar la evidencia clínica sobre una técnica mínimamente invasiva y potencialmente replicable en la práctica implantológica.

Por tanto, el presente reporte de casos se fundamenta en una línea de investigación actual dentro de la implantología oral, orientada a procedimientos mínimamente invasivos, reducción de morbilidad y aprovechamiento biológico del potencial regenerativo local. Su propósito no es demostrar superioridad frente a las técnicas convencionales con injerto, sino describir la evolución clínica y tomográfica de dos casos tratados mediante elevación de seno maxilar sin injerto óseo y colocación simultánea de implantes dentales, contribuyendo así al fortalecimiento de la evidencia clínica en el contexto nicaragüense.

8.2 Marco conceptual

El marco conceptual de la presente investigación desarrolla los principales términos, principios biológicos y fundamentos clínico-quirúrgicos necesarios para comprender la elevación de seno maxilar sin injerto óseo con colocación simultánea de implantes dentales mediante abordaje transcrestal. Este apartado permite definir los conceptos centrales relacionados con la anatomía del seno maxilar, la pérdida ósea en el sector posterior superior, la técnica de elevación sinusal, el abordaje transcrestal o intracrestal, la formación ósea sin injerto, la estabilidad primaria del implante, la osteointegración y la evaluación tomográfica de la altura ósea.

8.2.1 Seno maxilar

El seno maxilar es una cavidad neumática ubicada en el cuerpo del hueso maxilar, considerada el seno paranasal de mayor tamaño. Anatómicamente se relaciona con la cavidad nasal, la órbita, la pared lateral del maxilar y el proceso alveolar posterior. Su piso se encuentra en íntima relación con las raíces de premolares y molares superiores, lo cual adquiere especial importancia en implantología oral, debido a que la pérdida dentaria posterior puede modificar la relación entre el reborde alveolar y el piso sinusal.

El seno maxilar está revestido internamente por una mucosa respiratoria denominada membrana de Schneider. Esta membrana posee un epitelio ciliado que participa en el drenaje mucociliar del seno y contribuye al mantenimiento de su función fisiológica. Desde el punto de vista quirúrgico, su integridad es fundamental durante los procedimientos de elevación sinusal, ya que una perforación puede comprometer la estabilidad del coágulo, aumentar el riesgo de complicaciones y dificultar la formación ósea en el espacio creado bajo la membrana elevada.

En implantología oral, el seno maxilar representa una estructura anatómica de gran relevancia porque limita la disponibilidad ósea vertical en el sector posterior superior. Por esta razón, antes de colocar implantes en esta zona, es indispensable realizar una evaluación clínica y tomográfica que permita analizar la altura ósea residual, el grosor de la membrana sinusal, la presencia de septos, la permeabilidad del seno y la ausencia de patologías sinusales.

8.2.2 Neumatización del seno maxilar

La neumatización del seno maxilar corresponde al aumento progresivo del volumen de la cavidad sinusal. Este fenómeno puede ocurrir de forma fisiológica durante el crecimiento, pero también puede presentarse de manera secundaria después de la pérdida de piezas dentarias posteriores superiores. Tras la exodoncia, la disminución de los estímulos funcionales sobre el hueso alveolar favorece la reabsorción del reborde y la expansión del seno hacia el proceso alveolar, reduciendo la altura ósea disponible para la colocación de implantes dentales.

En el contexto implantológico, la neumatización sinusal representa una de las principales causas de limitación anatómica para la rehabilitación del maxilar posterior. Cuando la distancia entre la cresta alveolar y el piso del seno es insuficiente, el clínico debe considerar alternativas terapéuticas como implantes cortos, elevación del seno maxilar por ventana lateral, elevación transcrestal o técnicas combinadas. La elección del procedimiento depende de la altura ósea residual, la anchura del reborde, la calidad ósea, la anatomía sinusal y la posibilidad de obtener estabilidad primaria del implante.

8.2.3 Edentulismo parcial posterior superior

El edentulismo parcial posterior superior se refiere a la ausencia de una o más piezas dentarias en el sector posterior del maxilar. Esta condición puede generar alteraciones funcionales, oclusales, estéticas y biológicas. Desde el punto de vista óseo, la pérdida dentaria se asocia con remodelación del reborde alveolar, reducción de altura y anchura ósea, y posible neumatización del seno maxilar.

En la presente investigación, este concepto adquiere importancia porque las pacientes incluidas presentan edentulismo parcial en zona de primeros molares superiores, sitio anatómico frecuentemente relacionado con disminución de altura ósea residual. Esta condición justifica la necesidad de procedimientos de elevación sinusal para permitir una colocación implantaria en posición protésicamente adecuada.

8.2.4 Implantología oral

La implantología oral es el área de la odontología orientada a la rehabilitación de espacios edéntulos mediante la colocación de implantes dentales osteointegrados. Un implante dental es un dispositivo generalmente fabricado en titanio o aleaciones biocompatibles, diseñado para ser insertado en el hueso maxilar o mandibular y funcionar como sustituto de la raíz dentaria perdida.

El éxito del tratamiento implantológico depende de múltiples factores, entre ellos la correcta selección del paciente, el diagnóstico tridimensional, la planificación protésicamente guiada, la calidad y cantidad ósea disponible, la estabilidad primaria del implante, la técnica quirúrgica empleada, la cicatrización de los tejidos periimplantarios y el seguimiento clínico-radiográfico. En el maxilar posterior, estos factores adquieren mayor relevancia debido a la menor densidad ósea, la proximidad del seno maxilar y la posible reducción de altura ósea residual.

8.2.5 Elevación de seno maxilar

La elevación de seno maxilar es un procedimiento quirúrgico utilizado para aumentar la altura ósea disponible en el sector posterior superior mediante el desplazamiento superior de la membrana sinusal. Esta técnica permite crear un espacio entre el piso del seno maxilar y la membrana de Schneider, con el objetivo de favorecer la formación ósea y permitir la colocación de implantes dentales.

Tradicionalmente, la elevación del seno maxilar se ha realizado mediante abordaje lateral, también conocido como técnica de ventana lateral. En este procedimiento se accede al seno a través de la pared lateral del maxilar, se eleva cuidadosamente la membrana sinusal y se coloca material de injerto óseo o biomaterial dentro del espacio creado. Esta técnica ha sido ampliamente utilizada, especialmente en casos de atrofia severa o cuando la altura ósea residual es muy reducida.

Sin embargo, con el desarrollo de procedimientos menos invasivos, el abordaje transcrestal o intracrestal ha adquirido importancia en casos seleccionados. Este abordaje

permite acceder al piso del seno desde la cresta alveolar, utilizando la misma dirección de preparación del lecho implantario. Su principal ventaja es que reduce la morbilidad quirúrgica, disminuye el tiempo operatorio y puede permitir la colocación simultánea del implante dental cuando existe altura ósea residual suficiente para obtener estabilidad primaria.

8.2.6 Abordaje transcrestal o intracrestal

El abordaje transcrestal o intracrestal es una técnica de elevación sinusal en la cual el acceso al piso del seno maxilar se realiza desde la cresta alveolar. A diferencia del abordaje lateral, no se crea una ventana en la pared lateral del seno, sino que se utiliza el lecho implantario como vía de acceso para desplazar el piso sinusal y elevar la membrana de Schneider.

Esta técnica fue popularizada a partir de los principios descritos por Summers mediante el uso de osteótomos progresivos. Los osteótomos permiten compactar el hueso esponjoso, preparar el lecho implantario y fracturar de manera controlada la cortical del piso sinusal, logrando una elevación interna de la membrana. En la práctica clínica actual, este abordaje ha evolucionado mediante diferentes modificaciones, incluyendo el uso de fresas específicas, trefinas, sistemas piezoeléctricos, elevación hidráulica, expansores y compactadores óseos.

En la presente investigación se utiliza el término abordaje transcrestal para hacer referencia a la técnica realizada desde la cresta alveolar mediante compactadores óseos GMI. Este abordaje busca aprovechar el hueso residual, compactarlo progresivamente y generar una elevación controlada del piso sinusal, evitando el uso de una ventana lateral y reduciendo la necesidad de biomateriales de injerto.

8.2.7 Compactadores óseos GMI

La técnica de implosión con compactadores óseos GMI corresponde a una variante del abordaje transcrestal orientada a la preparación progresiva del lecho implantario, la compactación del hueso residual y la elevación controlada del piso del seno maxilar. El principio quirúrgico consiste en utilizar compactadores de diámetro progresivo para condensar el hueso esponjoso del maxilar posterior y desplazar apicalmente el piso sinusal, preservando la integridad de la membrana de Schneider.

Desde el punto de vista biológico, la compactación ósea puede favorecer un aumento de la densidad local del hueso receptor, lo cual resulta relevante en el maxilar posterior, donde comúnmente se encuentra hueso de baja densidad. Desde el punto de vista mecánico, la preparación progresiva del lecho mediante compactadores puede contribuir a mejorar la estabilidad primaria del implante, condición indispensable para realizar la colocación simultánea en procedimientos de elevación sinusal sin injerto.

Aunque gran parte de la literatura científica describe técnicas transcrestales mediante osteótomos, fresas de corte frontal, sistemas piezoeléctricos o dispositivos hidráulicos, los principios quirúrgicos son comparables con la técnica de implosión mediante compactadores óseos GMI. En todos los casos, el objetivo principal es lograr una elevación controlada de la membrana sinusal, mantener un espacio subsinusal estable y permitir la colocación del implante en condiciones clínicas favorables.

Los compactadores óseos guiados GMI son instrumentos utilizados en implantología oral para la preparación progresiva del lecho implantario mediante compactación, expansión y condensación del hueso residual. A diferencia del fresado convencional, cuyo principio se basa principalmente en la remoción de tejido óseo para conformar el sitio receptor del implante, los compactadores buscan aprovechar el hueso disponible, desplazándolo y condensándolo de forma controlada alrededor del futuro lecho implantario. Esta característica resulta especialmente útil en zonas de baja densidad ósea, como el maxilar posterior superior, donde la calidad del hueso puede dificultar la obtención de estabilidad primaria.

Desde el punto de vista conceptual, los compactadores óseos se relacionan con los principios de osteodilatación y expansión ósea. Su función principal consiste en modificar progresivamente el lecho implantario mediante instrumentos de diámetros crecientes, favoreciendo la compactación lateral y apical del hueso trabecular. Este proceso puede mejorar la densidad local del hueso alrededor del implante y contribuir a una mayor estabilidad inicial, especialmente en casos seleccionados donde el hueso residual permite una preparación controlada del sitio quirúrgico.

En el caso de la elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal, los compactadores óseos adquieren una función adicional. Además de preparar el lecho implantario, permiten ejercer una presión progresiva sobre el hueso residual ubicado en relación con el piso del seno maxilar. Esta acción facilita la elevación controlada del piso sinusal y de la membrana de Schneider, generando un espacio subsinusal que puede ser ocupado inicialmente por el coágulo sanguíneo. Posteriormente, este espacio puede participar en el proceso de formación ósea alrededor del ápice del implante, siempre que se mantenga la integridad de la membrana sinusal, exista adecuada estabilidad primaria y no se presenten complicaciones intraoperatorias.

El término “guiados” hace referencia a que estos instrumentos pueden utilizarse en combinación con una guía quirúrgica previamente planificada. La guía permite controlar la posición, dirección, profundidad y eje de trabajo durante la preparación del lecho implantario. De esta manera, el sistema guiado disminuye la dependencia exclusiva de la percepción manual del operador y favorece una ejecución más precisa y reproducible del procedimiento. En el contexto de la presente investigación, esta característica es relevante porque la técnica aplicada no se limitó al uso de compactadores convencionales, sino que incorporó un sistema de compactadores óseos guiados GMI, lo cual permitió trabajar de forma más controlada en una zona anatómica cercana al seno maxilar.

La utilización de los compactadores óseos guiados GMI se realiza de forma secuencial, de acuerdo con el diámetro y longitud del implante planificado. Primero se realiza la planificación tomográfica del caso, valorando la altura ósea residual, la relación con el piso del seno maxilar, la anatomía del reborde alveolar y la ausencia de condiciones sinusales que contraindiquen el procedimiento. Posteriormente, se verifica la adaptación de la guía quirúrgica y se inicia la preparación del lecho implantario. La secuencia de compactación permite ampliar progresivamente el sitio receptor, compactar el hueso disponible y elevar de manera controlada el piso sinusal desde un abordaje transcrestal.

Un aspecto importante dentro del contexto académico de esta investigación es el aporte realizado en UNICA por el Dr. Gerardo Avilés, quien impulsó la innovación y aplicación clínica del uso de compactadores óseos guiados asociados al sistema GMI. Esta contribución permitió

integrar el principio de compactación ósea con una planificación quirúrgica más precisa, especialmente en procedimientos implantológicos realizados en zonas anatómicamente complejas, como el maxilar posterior superior en relación con el seno maxilar. Desde esta perspectiva, el uso de compactadores óseos guiados no solo representa una herramienta quirúrgica, sino también una innovación técnica dentro del proceso de formación académica y práctica clínica en implantología oral.

En el sistema GMI, los compactadores se organizan de acuerdo con el diámetro del implante y la longitud planificada. De forma general, las longitudes disponibles en el kit de compactadores óseos se relacionan con medidas de 6.5 mm, 8 mm, 10 mm, 11.5 mm y 13 mm. Por otra parte, el sistema guiado GMI Frontier se asocia con implantes de diferentes diámetros, incluyendo Ø3.30 mm, Ø3.75 mm, Ø4.25 mm y Ø4.75 mm, y longitudes comprendidas entre 8 mm y 15 mm. Esta variedad permite seleccionar la secuencia instrumental según las características del caso, el volumen óseo disponible y el implante planificado.

En la presente investigación, el uso de compactadores óseos guiados GMI se relaciona directamente con la colocación de un implante GMI de 4.25 mm de diámetro por 10 mm de longitud en la zona correspondiente a la pieza 16. La selección de esta secuencia permitió realizar una preparación progresiva del lecho implantario, controlar la elevación transcrestal del piso sinusal y colocar el implante de forma simultánea, sin utilizar injerto óseo ni biomateriales de relleno. Por tanto, el sistema de compactadores óseos guiados GMI constituyó un elemento central dentro del protocolo quirúrgico descrito en el reporte de caso.

Desde el punto de vista clínico, la principal ventaja de estos instrumentos es que permiten una técnica más conservadora, al reducir la eliminación de hueso durante la preparación del sitio implantario. Asimismo, favorecen la compactación del hueso residual, el control progresivo del lecho quirúrgico y la posibilidad de obtener estabilidad primaria en zonas de hueso de menor densidad. En procedimientos de elevación sinusal sin injerto, también contribuyen a mantener el principio biológico de preservación del coágulo sanguíneo y del espacio subsinusal creado bajo la membrana elevada.

No obstante, su utilización requiere una adecuada selección del caso, planificación tomográfica precisa y dominio de la técnica quirúrgica. La elevación de seno maxilar mediante compactadores óseos guiados no debe considerarse un procedimiento aplicable de manera indiscriminada, ya que depende de factores como la altura ósea residual, la densidad ósea, la anatomía del seno maxilar, la integridad de la membrana de Schneider y la posibilidad de lograr estabilidad primaria del implante. Por ello, en el presente estudio, el uso de este sistema se interpreta como una alternativa terapéutica mínimamente invasiva en un caso clínico seleccionado, más que como una técnica generalizable a todos los pacientes con atrofia del maxilar posterior superior.

8.2.8 Clasificación del reborde alveolar en el sector posterior del maxilar

La pérdida de los órganos dentarios en el sector posterior del maxilar desencadena un proceso progresivo de remodelación y reabsorción del reborde alveolar, acompañado frecuentemente por la neumatización del seno maxilar. Como consecuencia, puede producirse una reducción de la altura ósea residual disponible entre la cresta alveolar y el piso del seno maxilar, constituyendo una de las principales limitaciones anatómicas para la colocación de implantes dentales en esta región. La valoración de esta altura ósea es, por tanto, un elemento fundamental durante la planificación del tratamiento implantológico (Misch, 2008).

Para describir las condiciones anatómicas del sector posterior del maxilar, Misch propuso una clasificación basada en la altura ósea disponible situada por debajo del seno maxilar. Esta clasificación permite relacionar el grado de disponibilidad ósea con las necesidades quirúrgicas para la colocación de implantes y comprende cuatro categorías: SA-1, SA-2, SA-3 y SA-4 (Misch, 2008).

SA-1: corresponde a situaciones en las que existe una altura ósea vertical suficiente para la colocación del implante sin necesidad de modificar el piso del seno maxilar. Generalmente, la disponibilidad ósea es igual o superior a 12 mm, permitiendo la instalación convencional del implante.

SA-2: se caracteriza por una altura ósea residual aproximada de 10 a 12 mm. En estos casos puede ser necesaria una elevación limitada del piso del seno maxilar para obtener una dimensión vertical adecuada y permitir la colocación del implante seleccionado.

SA-3: comprende rebordes con una altura ósea residual aproximada de 5 a 10 mm. La reducción de la disponibilidad ósea hace necesaria la elevación del piso del seno maxilar para incrementar la dimensión vertical del sitio receptor. Dependiendo de las características anatómicas, de la altura ósea residual y de la estabilidad primaria que pueda obtenerse, pueden considerarse procedimientos de elevación sinusal por abordaje transcrestal.

SA-4: representa condiciones de atrofia avanzada, generalmente con una altura ósea residual menor de 5 mm. La limitada disponibilidad ósea incrementa la complejidad quirúrgica y tradicionalmente se ha relacionado con procedimientos de aumento sinusal de mayor magnitud, incluyendo el abordaje mediante ventana lateral y procedimientos regenerativos, dependiendo de las características particulares del caso (Misch, 2008).

La clasificación del reborde posterior maxilar según la altura ósea residual posee especial importancia en la planificación de procedimientos de elevación sinusal, ya que permite establecer la relación entre la cantidad de hueso remanente y el abordaje quirúrgico requerido. No obstante, la altura ósea no debe considerarse de manera aislada; la planificación debe complementarse con la valoración tridimensional del reborde, la anatomía y morfología del seno maxilar, el espesor de la membrana sinusal, la calidad ósea y la posibilidad de alcanzar estabilidad primaria del implante.

En el contexto de la elevación del seno maxilar mediante abordaje transcrestal, la valoración preoperatoria de la altura ósea residual adquiere particular relevancia. La disponibilidad de hueso entre la cresta alveolar y el piso sinusal determina tanto el recorrido quirúrgico necesario como la magnitud de la elevación requerida. En este sentido, el empleo de un **sistema de compactadores óseos guiados** permite realizar el abordaje de manera controlada desde la cresta alveolar, buscando preservar la integridad de la membrana sinusal y generar las condiciones necesarias para la colocación del implante en casos adecuadamente seleccionados

8.2.9 Definiciones complementarias

Elevación de seno maxilar sin injerto óseo

La elevación de seno maxilar sin injerto óseo es una modalidad quirúrgica en la cual se desplaza la membrana sinusal sin colocar *biomaterial* dentro del espacio creado. En esta técnica, la formación ósea depende principalmente del coágulo sanguíneo, la estabilidad del espacio subsinusal, el potencial biológico de los tejidos locales y el soporte mecánico proporcionado por el implante colocado simultáneamente.

Durante mucho tiempo se consideró que el uso de injertos óseos era indispensable para lograr neoformación ósea dentro del seno maxilar. Sin embargo, estudios clínicos y reportes de caso han documentado formación ósea posterior a la elevación de la membrana sinusal sin utilizar materiales exógenos. Esta evidencia ha permitido reconsiderar el papel del coágulo sanguíneo como matriz biológica inicial para la regeneración ósea.

En este tipo de procedimiento, la correcta selección del caso es fundamental. Debe existir una altura ósea residual suficiente para estabilizar el implante, ausencia de patología sinusal, integridad de la membrana de Schneider, adecuada higiene oral y compromiso del paciente con el seguimiento postoperatorio. La técnica no debe considerarse universal para todos los casos de atrofia posterior superior, sino una alternativa viable en pacientes seleccionados.

Coágulo sanguíneo y formación ósea

El coágulo sanguíneo desempeña un papel central en los procedimientos de elevación de seno maxilar sin injerto. Al elevarse la membrana sinusal, se crea un compartimento entre el piso del seno y la membrana de Schneider. Este espacio se llena inicialmente con sangre proveniente del lecho quirúrgico, formando un coágulo que actúa como matriz provisional para la migración celular, la angiogénesis y la posterior formación de tejido óseo.

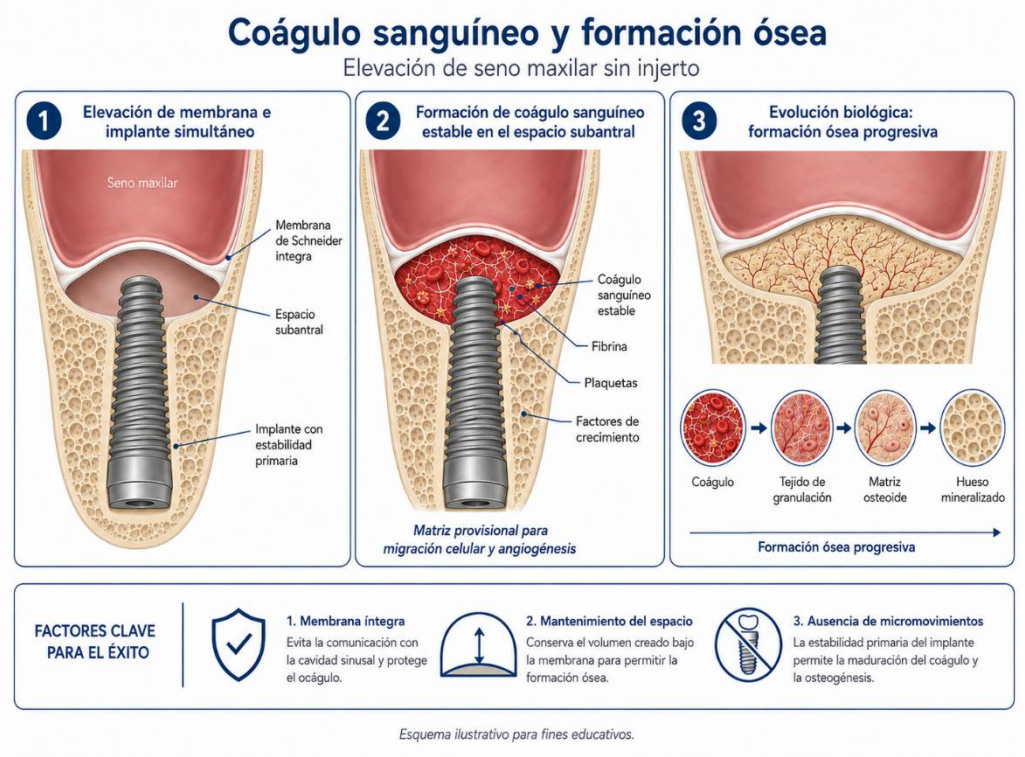
Desde el punto de vista biológico, el coágulo contiene fibrina, plaquetas, factores de crecimiento y células que participan en la cicatrización y reparación tisular. Su estabilidad es esencial para que pueda organizarse y ser reemplazado progresivamente por tejido de

granulación, matriz osteoide y finalmente hueso mineralizado. Por esta razón, el mantenimiento del espacio y la ausencia de micromovimientos son factores determinantes para favorecer la formación ósea.

En la elevación sinusal sin injerto, el coágulo funciona como un sustituto biológico inicial, sin introducir biomateriales externos. No obstante, su capacidad regenerativa depende de que el espacio creado no colapse, de que la membrana sinusal permanezca íntegra y de que el implante mantenga una adecuada estabilidad primaria.

Figura 1

Influencia del coagulo en la formación de hueso



Nota. Generado con ChatGPT

Membrana de Schneider

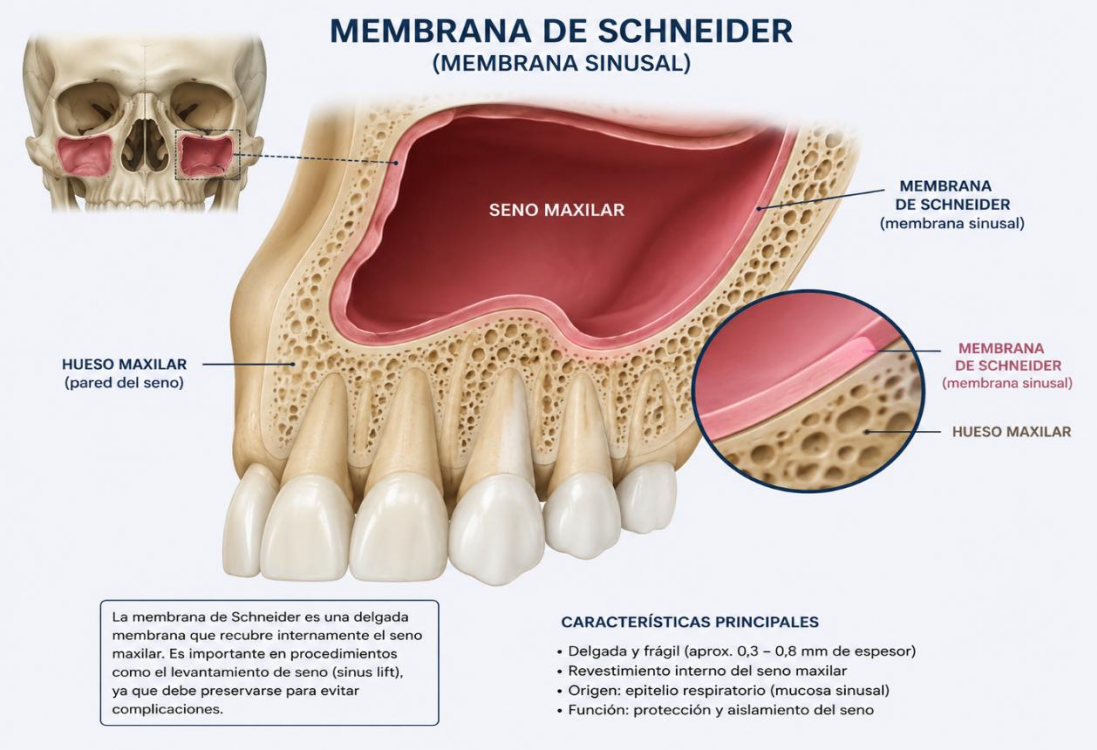
La membrana de Schneider es la mucosa que recubre internamente el seno maxilar. Está formada por epitelio respiratorio ciliado y tejido conectivo subyacente. En implantología, esta estructura es fundamental porque debe ser elevada cuidadosamente durante los procedimientos de aumento del piso sinusal.

Además de su importancia anatómica, diversos estudios han planteado que la membrana de Schneider puede participar en los procesos de neoformación ósea debido a su relación con el periostio y su potencial biológico local. En los procedimientos sin injerto, esta membrana adquiere un papel relevante porque delimita el espacio donde se organiza el coágulo sanguíneo y protege el área de regeneración.

La preservación de su integridad es uno de los objetivos principales durante la cirugía. Una perforación puede alterar la estabilidad del coágulo, comprometer el mantenimiento del espacio subsinusal y aumentar el riesgo de complicaciones. Por ello, la técnica quirúrgica debe realizarse de manera cuidadosa, controlada y guiada por la planificación tomográfica preoperatoria.

Figura 2

Membrana de Schneider



Nota. Generado con ChatGPT

Efecto tienda del implante o tenting effect

El efecto tienda, conocido en la literatura como tenting effect, describe la función mecánica del implante dental como mantenedor del espacio creado bajo la membrana sinusal elevada. Al colocarse el implante simultáneamente, su ápice protruye parcialmente hacia el espacio subsinusal y sostiene la membrana en una posición elevada, evitando su colapso hacia el piso del seno Song et al. (2020).

Este efecto es especialmente importante en procedimientos sin injerto, ya que no existe un biomaterial que mantenga físicamente el volumen generado. En estos casos, el implante contribuye a estabilizar el coágulo sanguíneo y a delimitar el espacio donde se producirá la formación ósea. Por esta razón, la longitud del implante, su posición tridimensional, su

estabilidad primaria y la cantidad de hueso residual disponible son factores determinantes para el éxito del procedimiento Song et al. (2020).

En la presente investigación, el efecto tienda del implante constituye uno de los fundamentos biológicos y mecánicos que explican la posible formación ósea posterior a la elevación de seno maxilar sin injerto.

Estabilidad primaria del implante

La estabilidad primaria del implante se refiere a la fijación mecánica inicial obtenida al momento de la colocación implantaria. Esta estabilidad depende principalmente de la cantidad y calidad del hueso receptor, el diseño del implante, la técnica de fresado o compactación, el torque de inserción y la relación entre el implante y las paredes óseas del lecho quirúrgico.

En la elevación de seno maxilar sin injerto con colocación simultánea del implante, la estabilidad primaria es un requisito indispensable. Debido a que no se utiliza biomaterial y el implante actúa como mantenedor de espacio, cualquier micromovimiento puede comprometer la organización del coágulo, la formación ósea y el proceso de osteointegración.

La estabilidad primaria no debe confundirse con la osteointegración. La primera corresponde a una condición mecánica inmediata, mientras que la segunda representa un proceso biológico progresivo que ocurre durante la cicatrización. Sin embargo, una adecuada estabilidad primaria favorece las condiciones necesarias para que se produzca una osteointegración satisfactoria.

Osteointegración

La osteointegración se define como la conexión estructural y funcional directa entre el hueso vivo y la superficie del implante sometido a carga funcional. Este proceso constituye uno de los fundamentos biológicos principales del éxito implantológico.

Después de la colocación del implante, se produce una secuencia de eventos biológicos que incluye formación del coágulo sanguíneo, respuesta inflamatoria inicial, migración celular,

angiogénesis, diferenciación osteoblástica, formación de matriz osteoide, mineralización y remodelación ósea. Como resultado, el hueso entra en contacto íntimo con la superficie del implante, permitiendo su estabilidad funcional a largo plazo.

En el contexto de la elevación de seno maxilar sin injerto, la osteointegración se evalúa de manera clínica y radiográfica mediante parámetros como ausencia de movilidad implantaria, ausencia de dolor persistente, ausencia de signos infecciosos, estabilidad de los tejidos periimplantarios y mantenimiento óseo alrededor del implante. En estudios de reporte de casos, cuando no se dispone de mediciones instrumentales como ISQ/Ostell, la valoración de la osteointegración debe describirse con cautela como hallazgos clínicos y radiográficos compatibles con una evolución implantaria favorable.

Figura 3

Proceso de la osteointegración



Nota. Generado con ChatGPT

Formación ósea periimplantaria y subsinusal

La formación ósea periimplantaria y subsinusal hace referencia al desarrollo de tejido óseo alrededor del implante y en el espacio creado bajo la membrana sinusal elevada. En los procedimientos sin injerto, esta formación depende del potencial regenerativo del coágulo sanguíneo, de la estabilidad mecánica del implante y del mantenimiento del espacio subsinusal.

La formación ósea puede observarse radiográfica o tomográficamente como un aumento de la altura ósea alrededor del implante o por encima de su ápice. Sin embargo, la interpretación de estas imágenes debe realizarse con prudencia, ya que la densidad radiográfica no siempre equivale a madurez histológica del hueso. Por esta razón, en investigaciones clínicas descriptivas se recomienda utilizar términos como “cambios tomográficos compatibles con formación ósea” o “ganancia de altura ósea radiográfica”, evitando afirmaciones absolutas cuando no existe confirmación histológica.

Tomografía computarizada de haz cónico

La tomografía computarizada de haz cónico, conocida como CBCT, es una herramienta diagnóstica tridimensional utilizada ampliamente en implantología oral. Su importancia radica en que permite evaluar la anatomía ósea y sinusal con mayor precisión que las radiografías bidimensionales.

En procedimientos de elevación de seno maxilar, la CBCT permite analizar la altura ósea residual, la anchura del reborde, la forma del seno maxilar, el grosor de la membrana de Schneider, la presencia de septos sinusales, la relación con dientes vecinos y la planificación tridimensional del implante. Asimismo, permite comparar imágenes preoperatorias y postoperatorias para valorar cambios en la altura ósea posterior a la cirugía.

En la presente investigación, la tomografía constituye un instrumento fundamental porque permite describir los cambios en la altura ósea antes y después del procedimiento. Esta comparación tomográfica aporta un componente objetivo al reporte de casos, facilitando la documentación de la evolución ósea posterior a la elevación de seno maxilar sin injerto.

Altura ósea residual

La altura ósea residual es la distancia vertical entre la cresta alveolar y el piso del seno maxilar antes del procedimiento quirúrgico. Este parámetro es determinante para seleccionar la técnica quirúrgica y decidir si es posible realizar una colocación simultánea del implante dental.

Cuando la altura ósea residual es suficiente, el implante puede obtener estabilidad primaria en el hueso remanente, permitiendo realizar la elevación del seno y la colocación implantaria en un solo tiempo quirúrgico. En cambio, cuando la altura ósea es muy reducida, puede ser necesario realizar procedimientos en dos fases o utilizar técnicas de aumento óseo más complejas.

En esta investigación, la altura ósea residual representa uno de los parámetros tomográficos principales, ya que permite valorar la condición inicial del sitio quirúrgico y comparar posteriormente los cambios óseos observados durante el seguimiento.

Ganancia de altura ósea

La ganancia de altura ósea se refiere al aumento vertical observado después de la elevación del seno maxilar. En estudios clínicos, esta ganancia puede medirse mediante imágenes tomográficas comparando la altura ósea inicial con la altura ósea posterior al procedimiento.

En la elevación de seno maxilar sin injerto, la ganancia de altura ósea se interpreta como un hallazgo radiográfico o tomográfico compatible con formación ósea en el espacio subsinusal. Esta medición permite documentar la evolución del caso y valorar si el procedimiento generó cambios óseos favorables alrededor del implante.

No obstante, la ganancia ósea observada en imágenes debe analizarse considerando las limitaciones propias del método radiográfico, la ausencia de análisis histológico y la variabilidad biológica individual. Por esta razón, en la presente tesis se utilizará una interpretación descriptiva y comparativa, sin pretender establecer conclusiones causales o generalizables.

Clasificación ASA

La clasificación ASA corresponde al sistema de la American Society of Anesthesiologists utilizado para valorar el estado físico general del paciente antes de un procedimiento quirúrgico. Esta clasificación permite identificar de forma sencilla si el paciente presenta enfermedades sistémicas que puedan influir en el riesgo quirúrgico o anestésico. De manera general, ASA I corresponde a un paciente sano; ASA II, a un paciente con enfermedad sistémica leve; ASA III, a un paciente con enfermedad sistémica severa; ASA IV, a un paciente con enfermedad severa que representa amenaza constante para la vida; ASA V, a un paciente moribundo que no se espera que sobreviva sin la intervención; y ASA VI, a un paciente con muerte cerebral declarado donante de órganos. Además, puede añadirse la letra “E” cuando se trata de un procedimiento de emergencia.

En la presente investigación, la paciente fue clasificada como ASA I, lo que indica que se trataba de una paciente adulta sana, sin enfermedad sistémica relevante y sin alteraciones médicas que condicionaran de manera significativa el riesgo quirúrgico. Este dato es importante porque permite delimitar las condiciones generales del caso clínico y evita atribuir la evolución clínica y tomográfica a factores relacionados con comorbilidades sistémicas.

Al tratarse de una paciente ASA I, la interpretación de los resultados se enfoca principalmente en las condiciones locales del sitio quirúrgico, la altura ósea residual, la relación con el seno maxilar, la técnica empleada, la estabilidad primaria del implante y el seguimiento postoperatorio. Por tanto, la clasificación ASA permite contextualizar el estado sistémico de la paciente y reforzar que el análisis del caso se centra en la respuesta clínica y tomográfica posterior a la elevación de seno maxilar sin injerto óseo y colocación simultánea del implante dental.

Evolución tomográfica

La evolución tomográfica corresponde al análisis comparativo de las imágenes obtenidas antes y después del procedimiento quirúrgico. En esta investigación, dicho análisis se orienta principalmente a describir los cambios en la altura ósea periimplantaria y subsinusal posterior a la elevación del seno maxilar sin injerto.

La evaluación tomográfica permite observar la relación del implante con el piso sinusal, la posible formación ósea alrededor del ápice implantario, la estabilidad del espacio subsinusal y la ausencia de hallazgos radiográficos sugestivos de complicaciones. Esta información complementa la evaluación clínica y fortalece la documentación del reporte de casos.

Complicaciones asociadas a la elevación de seno maxilar

Las complicaciones asociadas a la elevación del seno maxilar pueden presentarse durante el acto quirúrgico o en el período postoperatorio. Entre las complicaciones intraoperatorias más frecuentes se encuentra la perforación de la membrana de Schneider. También pueden presentarse sangrado, dificultad para elevar la membrana, pérdida de estabilidad primaria o comunicación con la cavidad sinusal.

En el período postoperatorio pueden aparecer dolor persistente, inflamación, infección, sinusitis, sangrado, movilidad implantaria o fracaso de la osteointegración. En procedimientos sin injerto, la preservación de la membrana y la estabilidad del implante adquieren especial relevancia, ya que de ellas depende el mantenimiento del coágulo y del espacio subsinusal.

Por ello, la planificación tomográfica, la selección adecuada del caso, el control quirúrgico cuidadoso y el seguimiento clínico-radiográfico son elementos indispensables para reducir el riesgo de complicaciones y favorecer una evolución satisfactoria.

Otras definiciones

Cicatrización ósea: proceso biológico mediante el cual el tejido óseo lesionado se repara, remodela y madura después de una intervención quirúrgica.

Coágulo sanguíneo: matriz inicial de fibrina y componentes celulares que se forma después del sangrado quirúrgico y participa en los procesos de cicatrización y regeneración.

Biocompatibilidad: capacidad de un material o dispositivo para permanecer en contacto con tejidos vivos sin generar una respuesta adversa significativa.

Osteogénesis: proceso de formación de hueso nuevo mediante la actividad de células osteoprogenitoras y osteoblastos.

Osteoconducción: capacidad de una estructura o material para servir como andamio que permite la migración celular y la formación de nuevo tejido óseo.

Osteoinducción: capacidad de estimular la diferenciación de células mesenquimales hacia células formadoras de hueso.

Estabilidad primaria: fijación mecánica inicial del implante en el hueso receptor al momento de su colocación.

Estabilidad secundaria: estabilidad biológica obtenida progresivamente mediante la formación de hueso nuevo alrededor de la superficie del implante.

Altura ósea periimplantaria: dimensión vertical del hueso que rodea o se relaciona con el implante dental, evaluada clínica o radiográficamente.

Ganancia ósea vertical: aumento de la altura ósea observado después de un procedimiento quirúrgico de aumento o elevación sinusal.

9. Marco Metodológico

El marco metodológico de la presente investigación describe de manera precisa y ordenada los procedimientos utilizados para el desarrollo del reporte de casos clínicos. En este apartado se expone el tipo de investigación, el enfoque metodológico, la aplicabilidad de los resultados, el nivel de profundidad del conocimiento, la orientación temporal, el diseño del estudio, los criterios de selección de los casos, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el procedimiento de análisis y las consideraciones éticas aplicadas durante el desarrollo de la investigación.

La metodología fue diseñada de acuerdo con la naturaleza clínica del estudio, el cual se orienta a documentar la evolución tomográfica de una paciente adulta ASA I con edentulismo parcial en la zona posterior superior, tratadas mediante elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo y colocación simultánea de implantes dentales utilizando la técnica de implosión con compactadores óseos guiados de GMI.

Al tratarse de un reporte de casos clínicos, el propósito principal no es establecer relaciones causales ni generalizar los resultados a una población amplia, sino describir de forma detallada el comportamiento clínico y tomográfico observado en el caso seleccionado. Por esta razón, el estudio se centra en el análisis individualizado de las características clínicas iniciales, la planificación tomográfica, el procedimiento quirúrgico empleado, los cambios observados en la altura ósea y su evolución durante el período de seguimiento establecido.

9.1 Tipo de investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, ya que se centra en comprender, describir e interpretar de manera detallada la evolución tomográfica de un caso clínico en implantología oral. El estudio analiza las condiciones diagnósticas, la planificación quirúrgica, la ejecución del procedimiento y los cambios observados durante el seguimiento, sin manipular variables ni establecer comparaciones experimentales.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio se clasifica como:

Según el enfoque: cualitativo

Según la aplicabilidad: aplicado

Según la profundidad: descriptivo

Según la temporalidad: longitudinal

Según el diseño: de campo

Según el tipo de estudio: reporte de caso clínico.

9.1.1 Según el enfoque de la investigación

Según el enfoque, la presente investigación es cualitativa, debido a que se orienta a la descripción profunda, ordenada e interpretativa de un caso clínico tratado mediante elevación de seno maxilar por abordaje intranscrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de implante dental mediante la técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI.

El enfoque cualitativo permite comprender el fenómeno clínico dentro de su contexto real, integrando la valoración diagnóstica, el análisis tomográfico inicial, la planificación quirúrgica, la ejecución del procedimiento, la observación clínica postoperatoria y la interpretación de los cambios tomográficos posteriores al tratamiento.

Aunque el estudio incorpora mediciones lineales de altura ósea mediante imágenes tomográficas preoperatorias y postoperatorias, estas mediciones tienen una finalidad descriptiva y complementaria. Es decir, no se utilizan para realizar inferencias estadísticas ni para comprobar hipótesis, sino para documentar de manera objetiva los cambios observados en la zona tratada. Por tanto, el estudio mantiene un enfoque cualitativo de tipo clínico-descriptivo, apoyado por datos tomográficos cuantificables.

Este enfoque resulta apropiado para la presente investigación porque permite analizar con detalle la evolución individual de la paciente, considerando sus características clínicas, la condición anatómica inicial del maxilar posterior superior, la técnica quirúrgica aplicada, la respuesta de los tejidos periimplantarios y los hallazgos tomográficos posteriores.

9.1.2 Según la aplicabilidad de sus resultados

Según la aplicabilidad de sus resultados, la investigación es aplicada, ya que se desarrolla a partir de un problema clínico concreto en implantología oral: la limitada altura ósea en el maxilar posterior superior como consecuencia de la pérdida dentaria y la proximidad del seno maxilar. Frente a esta condición, el estudio documenta la aplicación de una técnica quirúrgica específica orientada a facilitar la colocación de un implante dental mediante elevación de seno maxilar sin injerto óseo.

La investigación aplicada busca generar conocimiento útil para la práctica clínica, especialmente en relación con la selección del caso, la planificación tomográfica, la técnica quirúrgica, el seguimiento clínico y la interpretación de los cambios óseos posteriores al procedimiento. En este sentido, los hallazgos del estudio pueden contribuir a mejorar la comprensión clínica de la técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI y servir como referencia para futuros reportes clínicos o investigaciones en implantología oral.

En cuanto a la aplicación de este nuevo instrumento de la marca GMI es una investigación básica por la novedad técnica, este estudio posee valor práctico porque describe un protocolo quirúrgico que puede orientar la toma de decisiones clínicas en casos seleccionados de edentulismo parcial posterior superior.

9.1.3 Según el nivel de profundidad del conocimiento

Según el nivel de profundidad del conocimiento, la investigación es descriptiva, debido a que su finalidad es caracterizar y documentar la evolución tomográfica de una paciente tratada mediante elevación de seno maxilar sin injerto óseo y colocación simultánea de implante dental. El estudio no busca explicar relaciones causales, predecir resultados ni establecer asociaciones estadísticas entre variables, sino describir los hallazgos observados antes, durante y después del procedimiento quirúrgico.

La investigación descriptiva permite detallar las características demográficas y clínicas de la paciente, la condición anatómica inicial del sitio implantario, la altura ósea residual previa a la cirugía, el procedimiento de elevación sinusal transcrestal, la colocación simultánea del implante

dental, la evolución postoperatoria y los cambios tomográficos registrados durante el seguimiento.

Este nivel de profundidad es congruente con el diseño de reporte de caso clínico, ya que permite presentar de manera sistemática los elementos clínicos relevantes de la paciente y analizar la evolución observada desde una perspectiva académica. La descripción detallada del procedimiento también contribuye a la comprensión de la técnica y puede servir como referencia para otros profesionales o investigadores interesados en el tema.

9.1.4 Según la orientación en el tiempo

Según la orientación temporal, la presente investigación es longitudinal, debido a que la evolución del caso se analiza durante un período de seguimiento clínico y tomográfico posterior a la cirugía. Este seguimiento permite observar los cambios producidos en el tiempo, tanto desde el punto de vista clínico como tomográfico, especialmente en relación con la cicatrización, la estabilidad clínica del implante y la ganancia de altura ósea posterior a la elevación sinusal.

La orientación longitudinal resulta fundamental en este tipo de estudio, ya que la formación ósea posterior a una elevación de seno maxilar sin injerto no puede evaluarse de manera inmediata como un fenómeno definitivo. Por el contrario, requiere controles posteriores que permitan documentar la evolución del sitio quirúrgico, la ausencia de complicaciones y los cambios compatibles con formación ósea alrededor del implante y bajo la membrana sinusal elevada.

En este sentido, el seguimiento permite analizar la evolución tomográfica dentro del período establecido para la presente investigación. Sin embargo, al tratarse de un reporte de caso, los hallazgos deben entenderse como una descripción individual y no como una conclusión generalizable a todos los pacientes.

9.1.5 Según el tipo de diseño

Según el tipo de diseño, la investigación es no experimental y de campo. Es no experimental porque no se manipulan variables de manera controlada ni se asigna a la paciente a grupos de comparación. La paciente fue tratada de acuerdo con criterios clínicos, diagnóstico

tomográfico y planificación quirúrgica individualizada, observándose posteriormente la evolución del caso en su contexto clínico real.

El estudio también se clasifica como de campo, debido a que la información fue obtenida a partir de la atención clínica directa, los registros del procedimiento quirúrgico, la evolución postoperatoria y las imágenes tomográficas correspondientes al caso tratado. Los datos provienen del escenario clínico donde se realizó el diagnóstico, tratamiento y seguimiento, lo cual permite describir el fenómeno de estudio dentro de la práctica implantológica real.

Asimismo, el diseño corresponde a un reporte de caso clínico, ya que se documenta de manera detallada la evolución de una paciente que recibió un abordaje terapéutico específico: elevación de seno maxilar por vía transcrestal sin injerto óseo y colocación simultánea de implante dental mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI. Este diseño permite analizar las particularidades del caso, describir el procedimiento realizado y valorar los cambios clínicos y tomográficos observados durante el seguimiento.

9.2 Criterios de selección del caso o los casos

En la presente investigación, la selección del se realizó de manera intencional, considerando pacientes que cumplieran con características clínicas, sistémicas, anatómicas y radiográficas compatibles con el procedimiento de elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de implantes dentales mediante la técnica de implosión.

Al tratarse de un reporte de caso los criterios de inclusión y exclusión permitieron delimitar adecuadamente el caso y garantizar la pertinencia de la información obtenida y reducir la influencia de factores que pudieran interferir en la interpretación tomográfica. Estos criterios fueron definidos con base en la condición sistémica de las pacientes, la presencia de edentulismo parcial posterior superior, la necesidad de rehabilitación implantológica, la disponibilidad de estudios tomográficos preoperatorios y postoperatorios, y la aplicación del mismo protocolo quirúrgico.

9.2.1 Criterios de inclusión

Se incluyo en el presente estudio paciente que cumpliera con los siguientes criterios:

1. Paciente adulta, clasificada sistémicamente como ASA I.
2. Paciente con edentulismo parcial en el sector posterior superior, específicamente en zona de primer molar.
3. Paciente con necesidad de rehabilitación mediante implantes dentales en el maxilar posterior.
4. Paciente con altura ósea residual menor de 5 mm.
5. Paciente que aceptaron el tratamiento propuesto y autorizaron el uso académico de la información clínica e imagenológica, respetando la confidencialidad de sus datos personales.

9.2.2 Criterios de exclusión

Se excluyeron del presente estudio los casos que presentaran alguna de las siguientes condiciones:

1. Paciente con clasificación sistémica ASA II, ASA III o superior o enfermedades sistémicas no controladas o condiciones médicas que pudieran alterar significativamente la cicatrización ósea o de tejidos blandos.
2. Paciente con antecedentes de radioterapia en cabeza y cuello, tratamiento con bifosfonatos, inmunosupresión o uso de medicamentos que pudieran interferir con el metabolismo óseo.
3. Paciente con sinusitis activa, patología sinusal, engrosamiento patológico de la membrana de Schneider, quistes, pólipos o alteraciones sinusales que contraindiquen el procedimiento.
4. Paciente con infección activa en el sitio quirúrgico, enfermedad periodontal no controlada o lesiones periapicales relacionadas con el área de intervención.
5. Paciente fumador o con hábitos que pudieran comprometer la cicatrización y la estabilidad periimplantaria.

6. Paciente que no autorizaran el uso académico de la información clínica e imagenológica del caso.

La aplicación de estos criterios permitió seleccionar un caso clínico homogéneo en cuanto a condición sistémica, localización anatómica, abordaje quirúrgico y disponibilidad de seguimiento tomográfico. De esta manera, se favoreció una descripción más precisa de la evolución tomográfica posterior a la elevación de seno maxilar sin injerto óseo con colocación simultánea de implante dental.

9.3 Descripción del caso clínico

La presente investigación corresponde a un reporte de caso clínico seleccionado de manera intencional, en una paciente adulta, identificada mediante iniciales I.G. para preservar la confidencialidad de sus datos personales, de sexo femenino, 42 años de edad, clasificada sistémicamente como ASA I. La paciente acudió a consulta odontológica manifestando como motivo principal de consulta el deseo de rehabilitar sus piezas dentales ausentes, refiriendo haber perdido la pieza 16 hace más de siete años como consecuencia de caries profunda asociada a sintomatología dolorosa. Cabe mencionar que la paciente es edéntula de múltiples piezas dentales, pero nos enfocaremos en la pieza 16 la cual es la relevante para el estudio.

Durante la anamnesis, la paciente no refirió antecedentes patológicos personales ni familiares de relevancia clínica, y se mostró cooperadora durante la evaluación. Se realizaron exámenes complementarios de laboratorio y estudios diagnósticos imagenológicos como parte del protocolo prequirúrgico. La evaluación clínica intraoral evidenció edentulismo parcial en el sector posterior superior derecho, específicamente en la zona correspondiente a la pieza 16, condición que generaba la necesidad de rehabilitación mediante implante dental. Cabe mencionar que la paciente mostro múltiples zonas edéntulas tanto en superior como en inferior pero nos enfocaremos en la pieza 16 la cual es la relevante para el estudio según los criterios de inclusion.

La valoración tomográfica permitió analizar la disponibilidad ósea residual en relación con el piso del seno maxilar derecho, observándose una altura ósea limitada en la zona edéntula de la pieza 16 de aproximadamente 7.06 mm. Debido a la proximidad anatómica del seno maxilar y a la necesidad de lograr una posición implantaria protésicamente adecuada, se indicó la realización de una elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de implante dental.

El caso fue seleccionado para esta investigación por cumplir con los criterios clínicos y diagnósticos establecidos: paciente adulta ASA I, edentulismo parcial posterior superior, ausencia de antecedentes sistémicos relevantes, disponibilidad de estudios tomográficos, necesidad de rehabilitación implantológica en zona de primer molar superior y planificación quirúrgica mediante sistema guiado. Asimismo, la zona de la pieza 16 representaba un caso clínicamente relevante para documentar la aplicación de la técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI.

La planificación quirúrgica se realizó tomando como referencia el análisis tomográfico del maxilar posterior, la relación entre la cresta alveolar y el piso del seno maxilar, la posición ideal del implante y la elaboración de una guía quirúrgica. Esta guía permitió orientar el procedimiento de forma controlada, favoreciendo la precisión en la dirección, profundidad y eje de trabajo durante la preparación del lecho implantario.

Al iniciar el procedimiento quirúrgico se infiltró anestesia con técnica ASM, ASP y palatino posterior para posteriormente hacer levantamiento de colgajo y poder colocar la guía quirúrgica para el protocolo guiado se evaluó correcto asentamiento y se inició la secuencia de fresado con la fresa lanza, fresa piloto de 2.5 mm a 7.5 mm de longitud, seguida los compactadores óseos según secuencia de 2.5, 3.0 mm y 3.5 mm a la misma longitud, para posteriormente colocar el implante iniciando su enroscado con motor hasta 7 mm y luego manual hasta la longitud para realizar consistió en la elevación de seno maxilar por vía intranscrestal, sin utilización de injerto óseo ni biomaterial de relleno en la zona de contacto del implante con el seno manteniendo el espacio subantral creado bajo la membrana de Schneider, mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI. Posteriormente se realizó una regeneración ósea

guiada vestibular ya que las roscas quedaron expuestas se colocó hueso sintético y una membrana para recubrir dicha área.

La relevancia del caso radica en que permite documentar la evolución tomográfica de una técnica mínimamente invasiva en el maxilar posterior superior, donde el implante colocado simultáneamente actúa como elemento de soporte para el mantenimiento del espacio generado bajo la membrana sinusal. Finalmente, se realizó el cierre quirúrgico mediante sutura con punto simple utilizando hilo PGA 3-0, logrando adecuada adaptación de los tejidos blandos.

De esta manera, el caso proporciona información útil para analizar los cambios óseos posteriores a la elevación del seno maxilar sin injerto en la zona subantral y valorar la respuesta clínica del sitio tratado durante el período de seguimiento.

9.4 Definición operativa de variables o (matriz de descriptores)

Tabla 1 *Matriz de descriptores correspondiente al objetivo específico 1*

Categorías	Unidad de observación	Campos de análisis	Unidad de análisis	Instrumento
Características demográficas	Paciente	Edad, sexo, iniciales del paciente, condición de paciente adulta	Datos generales del paciente.	Ficha clínica
Antecedentes sistémicos	Paciente	Clasificación ASA, antecedentes patológicos personales, antecedentes patológicos familiares, exámenes de laboratorio.	Condición sistémica del paciente.	Ficha clínica

Evaluación diagnóstica inicial	Evaluación diagnóstica inicia	Evaluación clínica, evaluación tomográfica, relación del reborde alveolar con el piso del seno maxilar.	Diagnóstico implantológico inicial.	Ficha clínica y CBCT
Condiciones anatómicas del reborde	Condiciones anatómicas del reborde	Condiciones anatómicas del reborde	Condiciones anatómicas del reborde	Inspección clínica

Nota: La presente matriz de descriptores permitió organizar la información demográfica, sistémica, clínica e imagenológica inicial del caso, considerando los elementos relevantes para justificar la selección del paciente y la indicación de elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal *con colocación simultánea de implante dental.*

Tabla 2 *Matriz de descriptores correspondiente al objetivo específico 2*

Categorías	**Unidad de observación**	**Campos de análisis**	**Unidad de análisis**	**Instrumento**
Evaluación tomográfica preoperatoria	Sitio quirúrgico	Altura ósea residual entre la cresta alveolar y el piso del seno maxilar en zona de pieza 16.	Altura ósea inicial.	CBCT preoperatorio
Relación anatómica con el seno maxilar	Seno maxilar derecho	Proximidad del piso sinusal al reborde alveolar,	Condición anatómica prequirúrgica.	CBCT preoperatorio

		anatomía del seno maxilar, espacio disponible para la colocación implantaria.		
Evaluación tomográfica postoperatoria	Zona implantaria	Altura ósea posterior a la elevación de seno maxilar, relación del implante con el piso sinusal, cambios óseos alrededor del implante.	Altura ósea posterior al procedimiento.	CBCT de control
Cambios en altura ósea	Zona periimplantaria y subsinusal	Diferencia entre medición ósea inicial y medición posterior, ganancia vertical observada, cambios compatibles con formación ósea.	Evolución tomográfica de la altura ósea.	CBCT preoperativo y de control
Comportamiento óseo periimplantario	Implante dental	Relación hueso-implante, presencia de tejido óseo alrededor del implante, estabilidad ósea radiográfica.	Cambio óseo periimplantario	CBCT de control

Nota: La presente matriz de descriptores permitió organizar los parámetros tomográficos utilizados para comparar la altura ósea antes y después de la cirugía, facilitando la descripción de los cambios observados en la zona de la pieza 16 posterior a la elevación de seno maxilar sin injerto óseo y colocación simultánea del implante dental.

Tabla 3 *Matriz de descriptores correspondiente al objetivo específico 3*

Categorías	Unidad de observación	Campos de análisis	Unidad de análisis	Instrumento
Planificación quirúrgica	Caso clínico	Evaluación diagnóstica, planificación tomográfica, posición del implante, diseño de guía quirúrgica.	Plan de tratamiento implantológico.	Ficha y CBCT
Sistema guiado	Guía quirúrgica	Dirección de fresado, control de profundidad, eje implantario, orientación del abordaje intracrestal. ósea periimplantaria	Precisión quirúrgica guiada.	Guía quirúrgica y ficha clínica
Técnica quirúrgica	Procedimiento quirúrgico	Abordaje intracrestal, secuencia de fresado, uso del sistema de compactadores óseos guiados GMI, elevación controlada del piso sinusal.	Acto quirúrgico.	Ficha clínica
Colocación simultánea del implante	Implante dental	Dimensión del implante, posición implantaria, estabilidad primaria, ausencia de injerto óseo o biomaterial.	Colocación implantaria inmediata.	Ficha Y CBCT

Seguimiento clínico postoperatorio	Zona implantaria	Cicatrización de tejidos blandos, ausencia de dolor persistente, inflamación, infección, movilidad implantaria o complicaciones sinusales.	Evolución clínica postoperatoria.	Ficha clínica

Nota: La presente matriz de descriptores permitió organizar los elementos clínicos y quirúrgicos relacionados con la planificación, ejecución y seguimiento del procedimiento. Asimismo, facilitó el registro sistemático del protocolo de elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI, contribuyendo a su descripción ordenada para su posible replicabilidad en futuras investigaciones clínicas.

9.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La información del caso clínico fue recopilada mediante diversas técnicas de recolección de datos, las cuales permitieron obtener una visión integral, precisa y organizada de los hallazgos clínicos, imagenológicos y quirúrgicos relacionados con el procedimiento realizado. Esta técnica permitió documentar de manera sistemática la evolución del paciente.

Técnicas utilizadas

Observación clínica directa: permitió registrar el comportamiento del paciente y el desarrollo del procedimiento quirúrgico en tiempo real.

Análisis de registros clínicos: incluyó la revisión de historia clínica, estudios radiográficos y registros digitales.

Análisis tomográfico: Se realizó mediante la revisión comparativa de la tomografía computarizada de haz cónico preoperatoria y la tomografía de control postoperatorio. Esta técnica permitió evaluar la altura ósea residual en la zona de la pieza 16, la relación del reborde

alveolar con el piso del seno maxilar, la planificación del implante y los cambios tomográficos posteriores al procedimiento, especialmente aquellos compatibles con ganancia de altura ósea periimplantaria y subsinusal.

Registro fotográfico clínico: documentó las fases preoperatoria, intraoperatoria y postoperatoria.

Análisis de la planificación quirúrgica guiada: permitió evaluar el proceso de planificación del abordaje transcrestal, la posición del implante, la dirección de trabajo, la profundidad planificada y el uso de guía quirúrgica. Esta técnica fue fundamental para describir el componente guiado del procedimiento y su relación con la técnica de implosión mediante sistema de compactadores óseos guiados GMI.

Como instrumento de recolección de datos se diseñó una ficha clínica estructurada, elaborada específicamente para la presente investigación y organizada de acuerdo con los objetivos específicos del estudio. Este instrumento permitió registrar de forma ordenada la información demográfica, clínica, sistémica, imagenológica, quirúrgica y evolutiva del caso clínico seleccionado, correspondiente a una paciente con edentulismo parcial en la zona de la pieza 16, tratada mediante elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo y colocación simultánea de implante dental mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI.

La ficha clínica fue diseñada para facilitar la recopilación de datos relevantes antes, durante y después del procedimiento quirúrgico. Su estructura permitió documentar la condición inicial de la paciente, la planificación tomográfica, el protocolo quirúrgico empleado, la utilización de guía quirúrgica, la secuencia de compactación ósea, la colocación simultánea del implante y la evolución tomográfica posterior al tratamiento.

El instrumento estuvo dividido en cuatro secciones principales. La primera sección correspondió a la caracterización demográfica y clínica inicial de la paciente, incluyendo edad, sexo, iniciales de identificación, motivo de consulta, antecedentes patológicos personales y

familiares, clasificación ASA, exámenes complementarios, condición intraoral, tiempo de pérdida dentaria y causa referida de la pérdida de la pieza 16.

La segunda sección estuvo orientada a la evaluación diagnóstica y tomográfica preoperatoria. En esta sección se registraron los hallazgos obtenidos mediante tomografía computarizada de haz cónico, tales como altura ósea residual, relación del reborde alveolar con el piso del seno maxilar, características anatómicas del seno maxilar, condición de la membrana de Schneider, disponibilidad ósea para la colocación implantaria y necesidad de elevación sinusal por abordaje transcrestal.

La tercera sección correspondió al registro del protocolo quirúrgico. En ella se documentaron los elementos relacionados con la planificación del implante, el uso de guía quirúrgica, el abordaje transcrestal, la técnica de implosión, la utilización del sistema de compactadores óseos guiados GMI, la elevación controlada del piso sinusal, la preservación de la membrana de Schneider, la ausencia de injerto óseo o biomaterial de relleno, la dimensión del implante colocado, la posición implantaria y la estabilidad primaria obtenida durante el procedimiento.

La cuarta sección permitió documentar la evolución tomográfica posterior al procedimiento. En esta parte se registraron los controles postoperatorios, la cicatrización de los tejidos blandos, la presencia o ausencia de dolor, inflamación, infección, movilidad implantaria, signos de complicación sinusal y evolución periimplantaria. Asimismo, se incorporó la evaluación tomográfica de control, con el propósito de comparar la altura ósea preoperatoria y postoperatoria, así como describir los cambios compatibles con formación ósea periimplantaria y subsinusal.

El instrumento permitió organizar la información del caso de manera sistemática y congruente con los objetivos de la investigación. Además, facilitó el análisis descriptivo de la evolución tomográfica posterior a la elevación de seno maxilar sin injerto óseo, contribuyendo a la documentación ordenada del protocolo quirúrgico mediante sistema de compactadores óseos

guiados GMI y favoreciendo la replicabilidad del procedimiento en futuras investigaciones clínicas.

9.6 Validez y confiabilidad de los instrumentos

La validez y confiabilidad del instrumento de recolección de datos se sustentaron en la coherencia entre los objetivos específicos, la matriz de descriptores y los apartados incluidos en la ficha clínica estructurada. Al tratarse de un reporte de caso clínico con enfoque cualitativo, descriptivo y longitudinal, el instrumento fue diseñado para registrar información clínica, tomográfica y quirúrgica relevante del caso.

La validez del instrumento se estableció mediante juicio de experto. La ficha clínica fue revisada y aprobada por el Dr. Orlando López, quien valoró la claridad, pertinencia y correspondencia de los ítems con los objetivos de la investigación. Esta revisión permitió respaldar la validez de contenido del instrumento y asegurar que los datos recolectados fueran adecuados para describir el caso clínico.

La confiabilidad se fundamentó en la aplicación uniforme de la ficha y en la estandarización de los criterios de registro durante las diferentes fases del estudio: evaluación inicial, análisis tomográfico preoperatorio, procedimiento quirúrgico y evaluación tomográfica postoperatoria. Esto permitió mantener consistencia en la recolección de la información y facilitar la comparación de los hallazgos antes y después de la cirugía.

Asimismo, la confiabilidad se fortaleció mediante la triangulación de fuentes, integrando historia clínica, observación directa, registros fotográficos, CBCT preoperatorio, CBCT postoperatorio y ficha clínica. De esta manera, el instrumento permitió recopilar información suficiente y organizada para describir la evolución tomográfica posterior a la elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, mediante sistema de compactadores óseos guiados GMI.

9.7 Procedimientos para el procesamiento y análisis de información

Una vez recolectada la información mediante la ficha clínica diseñada para la presente investigación, se procedió a la organización y sistematización de los datos obtenidos, de acuerdo con los objetivos específicos y las categorías establecidas en la matriz de descriptores. La información fue ordenada en función de tres momentos principales: condición clínica y tomográfica inicial, procedimiento quirúrgico realizado y evaluación tomográfica postoperatoria.

En la primera fase, se procesaron los datos generales y clínicos relevantes del caso, incluyendo edad, sexo, motivo de consulta, pieza a rehabilitar, clasificación ASA y condición intraoral inicial. Asimismo, se analizó la tomografía computarizada de haz cónico preoperatoria, con el propósito de identificar la altura ósea residual disponible en la zona de la pieza 16 y su relación anatómica con el piso del seno maxilar.

Posteriormente, se organizó la información correspondiente al procedimiento quirúrgico, describiendo la elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, realizada mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI. En esta etapa se registraron los aspectos relacionados con la planificación quirúrgica, el uso de guía, la preparación del lecho implantario, la elevación controlada del piso sinusal, la colocación simultánea del implante dental y la estabilidad primaria obtenida durante el acto quirúrgico.

Para el análisis tomográfico, se realizó una comparación descriptiva entre la tomografía inicial y la tomografía postoperatoria de control. En la imagen preoperatoria se evaluó la altura del reborde óseo residual entre la cresta alveolar y el piso del seno maxilar. En la tomografía postoperatoria se valoró la altura ósea observada alrededor del implante y en la zona subsinusal, específicamente en el área donde el implante se relaciona con el seno maxilar.

El análisis de la información se centró en identificar si existió ganancia de altura ósea posterior al procedimiento, comparando la medición inicial del reborde óseo residual con la medición obtenida en el control tomográfico. Esta comparación permitió describir los cambios

óseos observados después de la elevación sinusal sin injerto y documentar la posible formación ósea alrededor del implante y bajo la membrana de Schneider.

Debido a que la investigación corresponde a un reporte de caso clínico, el análisis se realizó de manera descriptiva y narrativa, sin aplicación de pruebas estadísticas. Los hallazgos fueron interpretados con base en la evolución del caso, la comparación de las imágenes tomográficas y la relación de los resultados con los objetivos planteados en la investigación.

Finalmente, los resultados se presentaron mediante descripción narrativa, apoyo de imágenes clínicas y tomográficas, y tablas comparativas de medición ósea cuando fue necesario. Esto permitió organizar de manera clara la evolución del caso y valorar los cambios tomográficos posteriores a la elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de implante dental mediante sistema de compactadores óseos guiados GMI.

9.8 Consideraciones éticas

El presente estudio se desarrolló respetando los principios éticos fundamentales de la investigación en salud, garantizando la protección de los derechos, la dignidad, la privacidad y el bienestar de la paciente participante. Al tratarse de un reporte de caso clínico, se aseguró que la recolección, organización y análisis de la información clínica, fotográfica y tomográfica se realizarán de manera responsable, confidencial y con fines estrictamente académicos y científicos.

En primer lugar, se aplicó el principio de consentimiento libre e informado. La paciente fue informada de manera clara y comprensible sobre el procedimiento clínico realizado, los objetivos del estudio, los posibles riesgos y beneficios del tratamiento, así como sobre el uso académico de la información derivada de su caso clínico. Esto permitió que la paciente tomara una decisión voluntaria y consciente respecto a su participación en la investigación.

Asimismo, se explicó que su participación en el estudio era completamente voluntaria y que podía retirarse en cualquier momento sin que esto afectara la continuidad ni la calidad de

su atención odontológica. La información fue brindada en un lenguaje accesible, evitando términos excesivamente técnicos que dificultaran su comprensión, favoreciendo así el adecuado entendimiento del consentimiento informado (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

En relación con la confidencialidad, se resguardó la identidad de la paciente mediante el uso de iniciales, evitando la exposición de datos personales que permitieran su identificación. La información obtenida a través de la historia clínica, fotografías clínicas, registros quirúrgicos y estudios tomográficos fue utilizada exclusivamente para fines académicos, respetando la privacidad de la paciente y limitando el acceso a los investigadores involucrados en el estudio.

También se consideraron los principios de beneficencia y no maleficencia, garantizando que el procedimiento realizado respondiera a una necesidad terapéutica real y no únicamente a fines investigativos. La elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de implante dental mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI, fue indicada como parte del plan de rehabilitación oral de la paciente, con el propósito de restituir la función masticatoria y favorecer la rehabilitación del sector posterior superior.

El procedimiento clínico se realizó siguiendo criterios diagnósticos, quirúrgicos y tomográficos previamente establecidos, procurando reducir riesgos, preservar la integridad de la membrana de Schneider y mantener condiciones adecuadas para la colocación simultánea del implante dental. De igual manera, la evaluación tomográfica preoperatoria y postoperatoria fue utilizada como parte del seguimiento clínico necesario para valorar la evolución del caso y los cambios en la altura ósea posterior al procedimiento.

Respecto a los aspectos éticos institucionales, el estudio se desarrolló siguiendo los lineamientos metodológicos y éticos establecidos por la institución académica para la elaboración de investigaciones clínicas y reportes de caso. Estas disposiciones permitieron garantizar el respeto de los principios éticos fundamentales, así como la adecuada utilización de la información obtenida durante el desarrollo de la investigación (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

En síntesis, el presente reporte de caso se realizó respetando los principios de autonomía, beneficencia, no maleficencia y confidencialidad. De esta manera, se garantizó la rigurosidad ética y científica del estudio, así como la protección integral de la paciente participante.

10. Resultados y discusiones

En el presente caso clínico, la evaluación tomográfica inicial evidenció una altura ósea residual aproximada de 7.06 mm en la zona correspondiente a la pieza 16. Posterior a la elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, realizada mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI y colocación simultánea de un implante GMI de 4.25 mm x 10 mm, la tomografía de control mostró una altura ósea aproximada de 10.04 mm. Al comparar ambas mediciones, se identificó una ganancia ósea vertical aproximada de 2.98 mm, hallazgo compatible con formación ósea periimplantaria y subsinusal posterior al procedimiento.

Estos resultados guardan similitud con lo reportado por Coronel-Zabalbu et al. (2024), quienes describieron un caso de elevación de seno maxilar sin injerto en zona de pieza 16, obteniendo una ganancia ósea vertical de 2.83 mm posterior al seguimiento tomográfico. De igual manera, Jiménez Castellanos y Rios Osorio (2022) reportaron una ganancia ósea de 3.19 mm en un caso tratado mediante abordaje transalveolar sin injerto. En comparación con dichos estudios, la ganancia observada en el presente caso fue ligeramente mayor, lo cual puede relacionarse con la adecuada selección del caso, la altura ósea residual inicial, la estabilidad primaria del implante y el uso de una técnica guiada que permitió controlar la dirección, profundidad y eje del procedimiento.

La evolución observada también coincide con el mecanismo descrito por Song et al. (2020), quienes señalan que el implante colocado simultáneamente puede producir un efecto tienda sobre la membrana sinusal, favoreciendo el mantenimiento del espacio subantral y la organización del coágulo sanguíneo como matriz inicial para la formación ósea. No obstante, los hallazgos deben interpretarse con prudencia, ya que revisiones sistemáticas como las de Lie et al. (2022) y Chen et al. (2024) indican que las técnicas sin injerto presentan altas tasas de supervivencia implantaria, aunque pueden mostrar menor ganancia ósea o menor densidad en comparación con técnicas injertadas. Por tanto, este caso aporta evidencia clínica descriptiva sobre la utilidad de la elevación transcrestal sin injerto mediante compactadores óseos guiados

GMI, pero no permite establecer conclusiones generalizables debido a la naturaleza individual del reporte.

10.1 Descripción y evolución detallada del caso

El presente reporte corresponde a una paciente femenina adulta, identificada mediante las iniciales I.G. con el propósito de resguardar su confidencialidad, de 42 años de edad, clasificada sistémicamente como ASA I. La paciente acudió a consulta odontológica manifestando como motivo principal el deseo de rehabilitar sus piezas dentales ausentes. Para fines de esta investigación se tomó como unidad de análisis la zona edéntula correspondiente a la pieza 16, ubicada en el sector posterior superior derecho.

Figura 4

Vista oclusal del maxilar superior

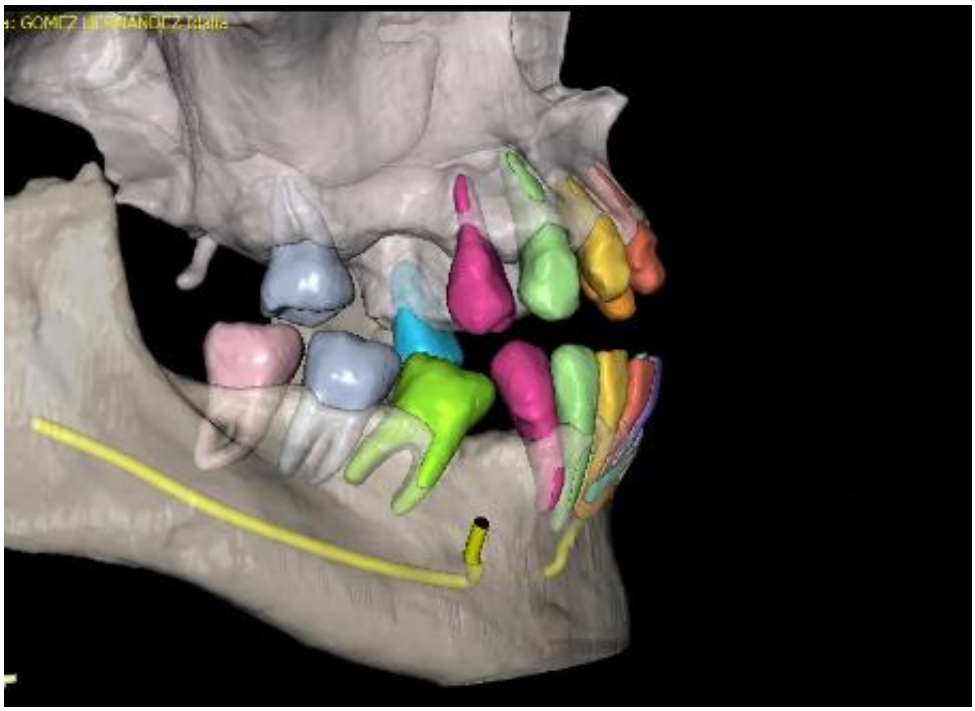


Nota. Fotografía clínica preoperatoria

Durante la anamnesis, la paciente refirió haber perdido la pieza 16 hace más de siete años, asociada a caries profunda y sintomatología dolorosa previa. No se reportaron antecedentes patológicos personales ni familiares de relevancia clínica, por lo que fue considerada candidata para tratamiento implantológico. La evaluación clínica intraoral evidenció edentulismo parcial posterior superior en la zona de la pieza 16, con necesidad de rehabilitación mediante implante dental.

Figura 5

Reconstrucción 3D del blue Sky Bio



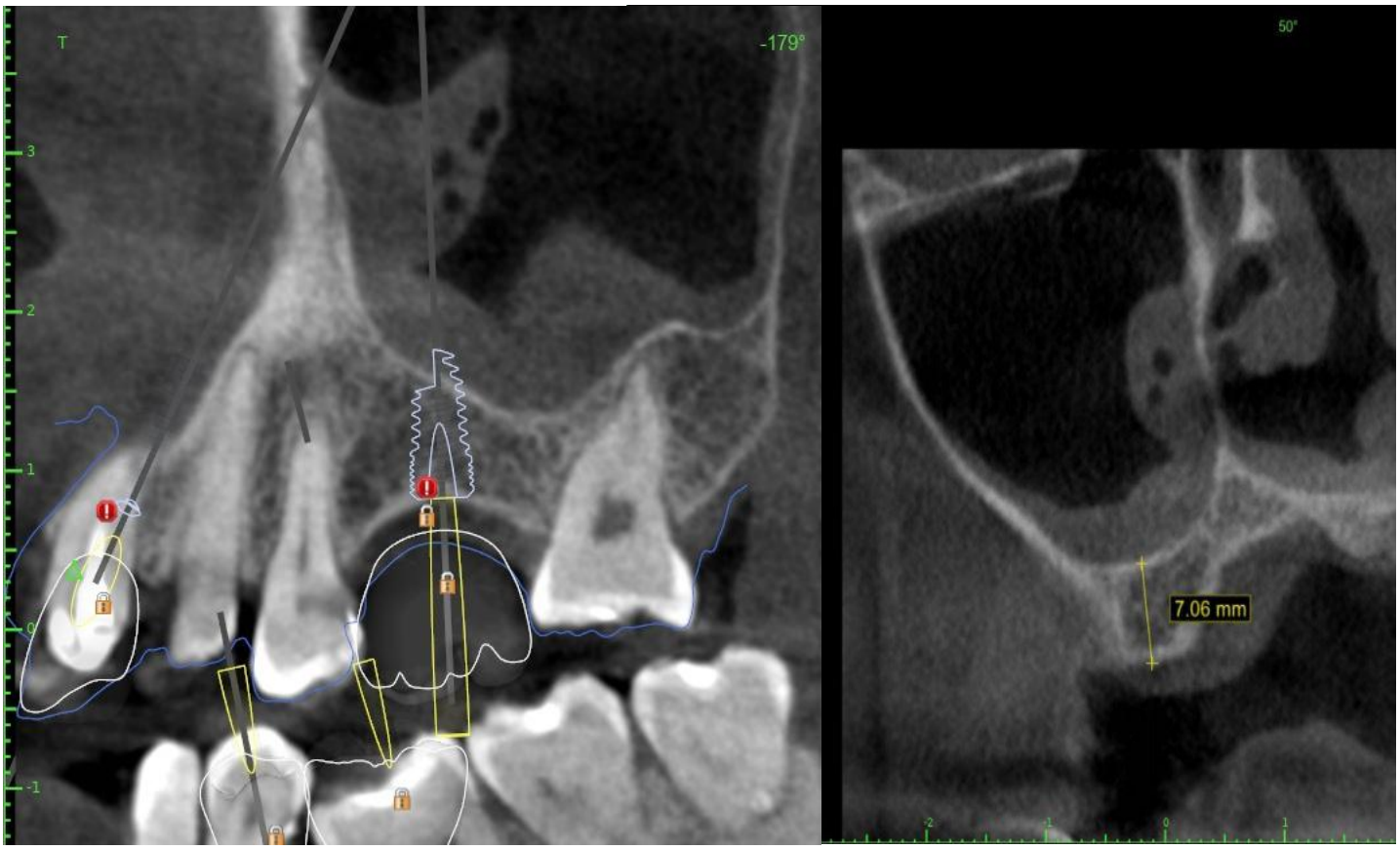
Nota. *Fotografía clínica preoperatoria Zona de la pieza 16, donde se puede observar el reborde óseo residual en la tomografía preoperatoria*

Como parte del diagnóstico inicial, se realizó evaluación clínica y análisis tomográfico mediante tomografía computarizada de haz cónico. La tomografía preoperatoria permitió valorar la condición del reborde óseo residual, la relación anatómica con el piso del seno maxilar derecho y la disponibilidad ósea para la colocación implantaria.

Previo al acto quirúrgico, se realizó la planificación tomográfica del implante, considerando la posición protésicamente ideal, la relación con las estructuras anatómicas vecinas y la trayectoria de inserción.

Figura 6

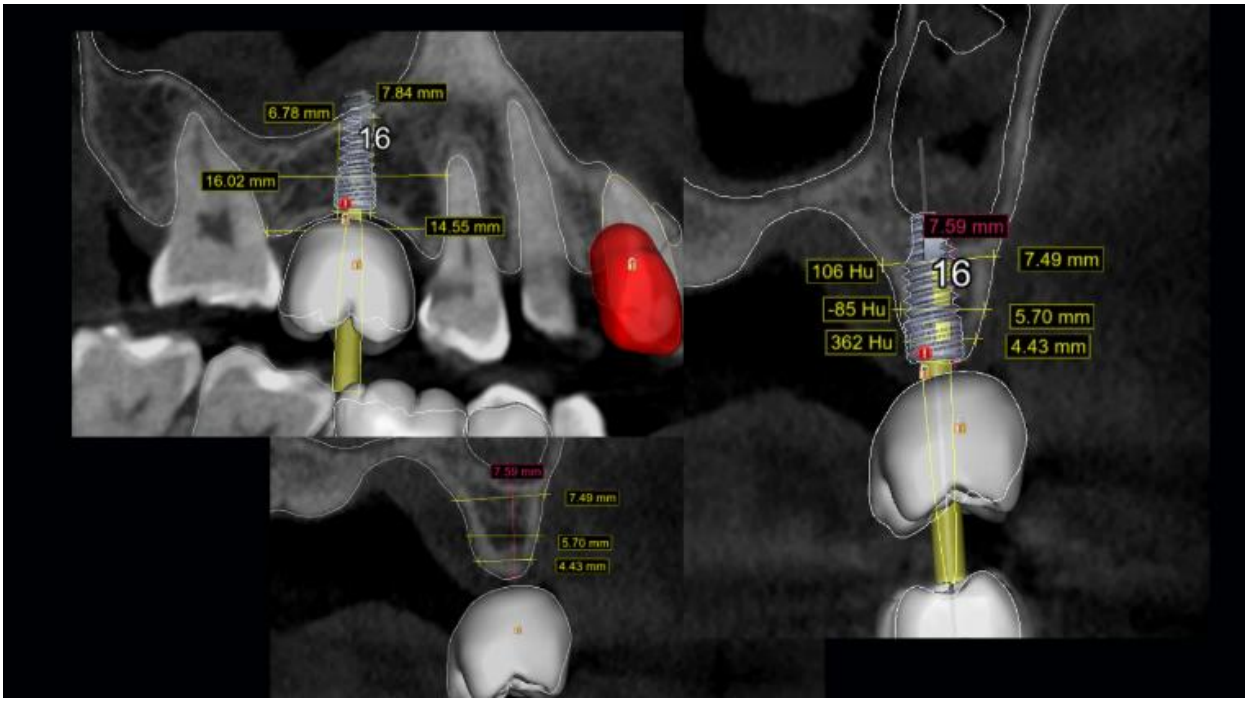
Análisis y planificación tomográfica preoperatorio



Nota. En la zona de la pieza 16 se observó una altura ósea residual aproximada de 7.06 mm, lo cual justificó la indicación de una elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea del implante dental.

Figura 7

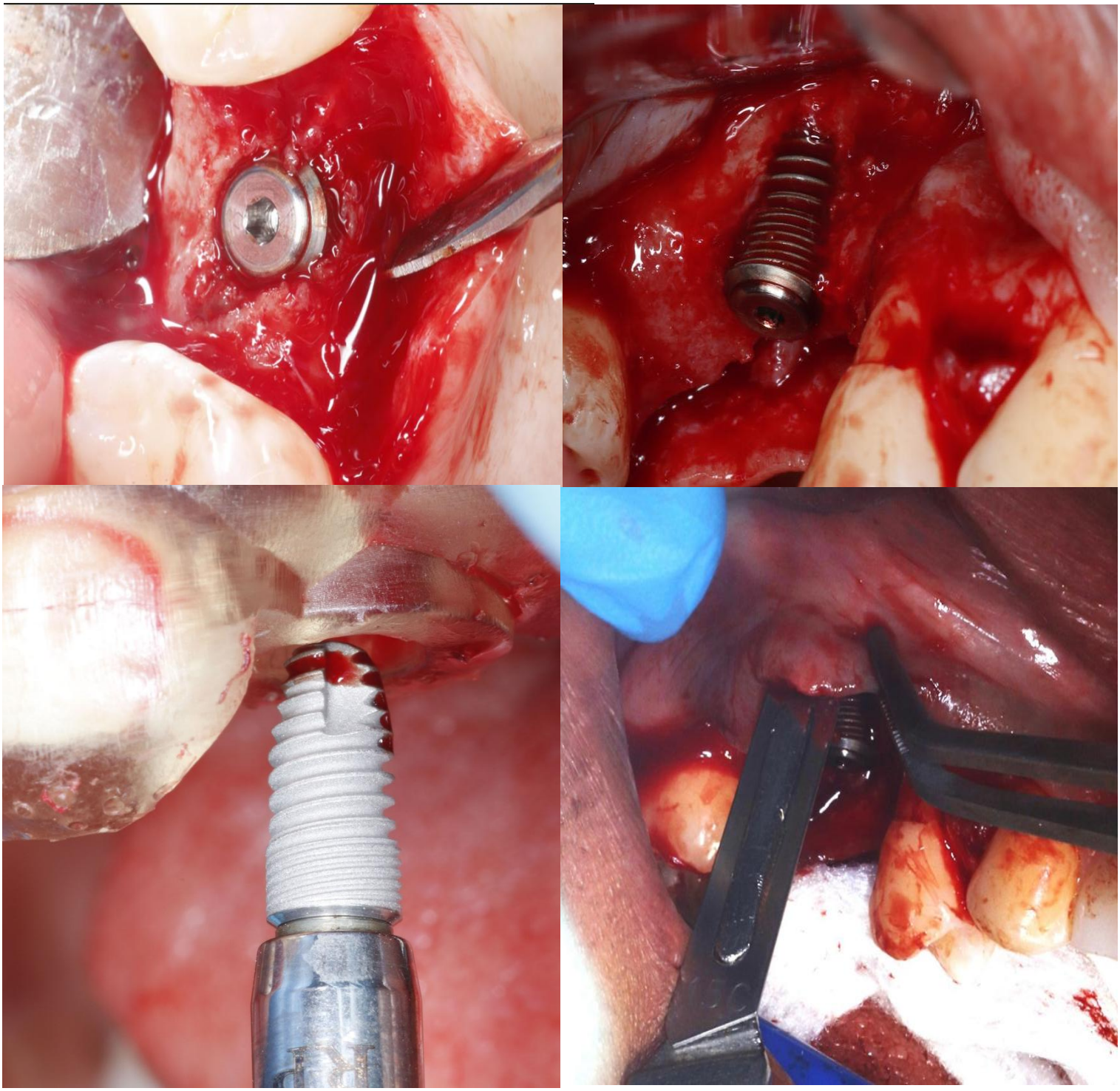
Representación de implante GMI FRONTIER 4.25 X 10 MM



Nota. El plan de tratamiento consistió en la colocación de un implante dental GMI de 4.25 mm de diámetro por 10 mm de longitud en la zona de la pieza 16, asociado a elevación de seno maxilar por vía transcrestal mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI.

Figura 8

Colocación de implante con guía quirúrgica



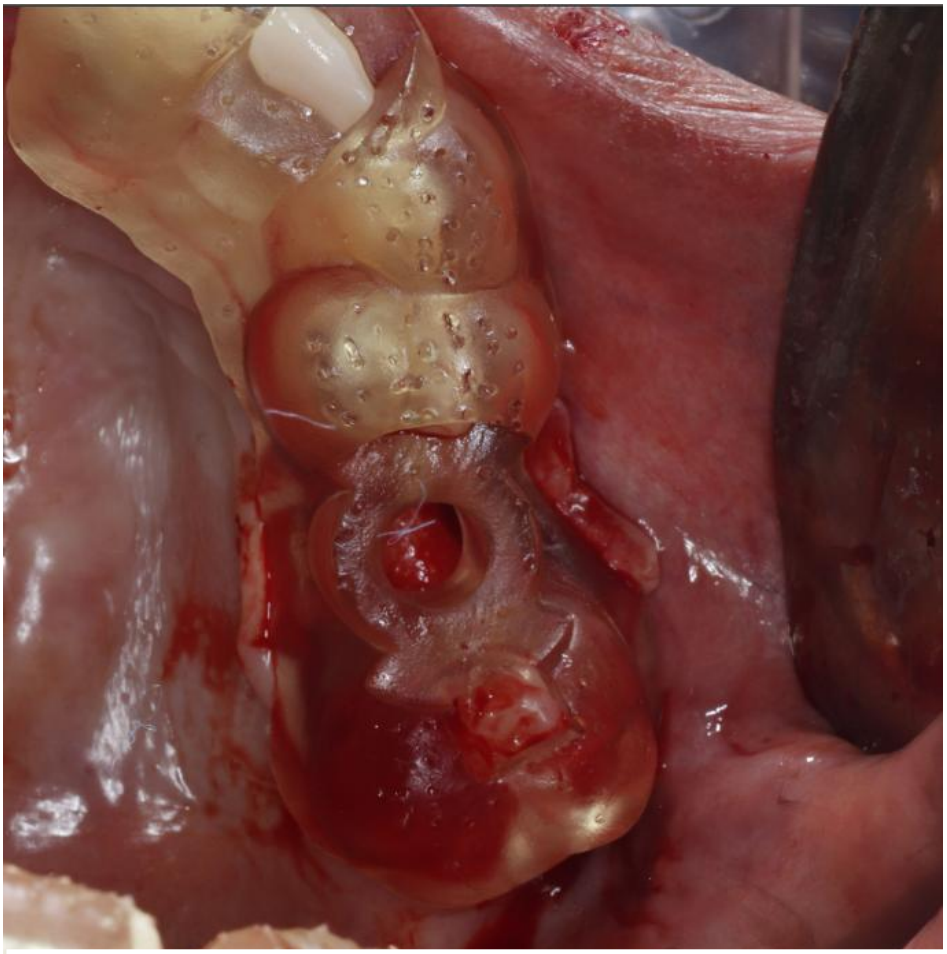
Nota. Colocación de guía quirúrgica para posicionar el implante GMI FRONTIER 4.25 x 10 mm.

La elección de esta técnica se fundamentó en la altura ósea residual disponible, y la necesidad de elevar de manera controlada el piso sinusal sin utilizar injerto óseo ni biomaterial de relleno.

Posteriormente, se elaboró y utilizó una guía quirúrgica, la cual permitió controlar la dirección, profundidad y eje de trabajo durante la preparación del lecho implantario. Este componente guiado fue relevante para la estandarización del procedimiento y para reducir el riesgo de desviaciones durante la técnica transcrestal.

Figura 9

Guia posicionada lista para el fresado.



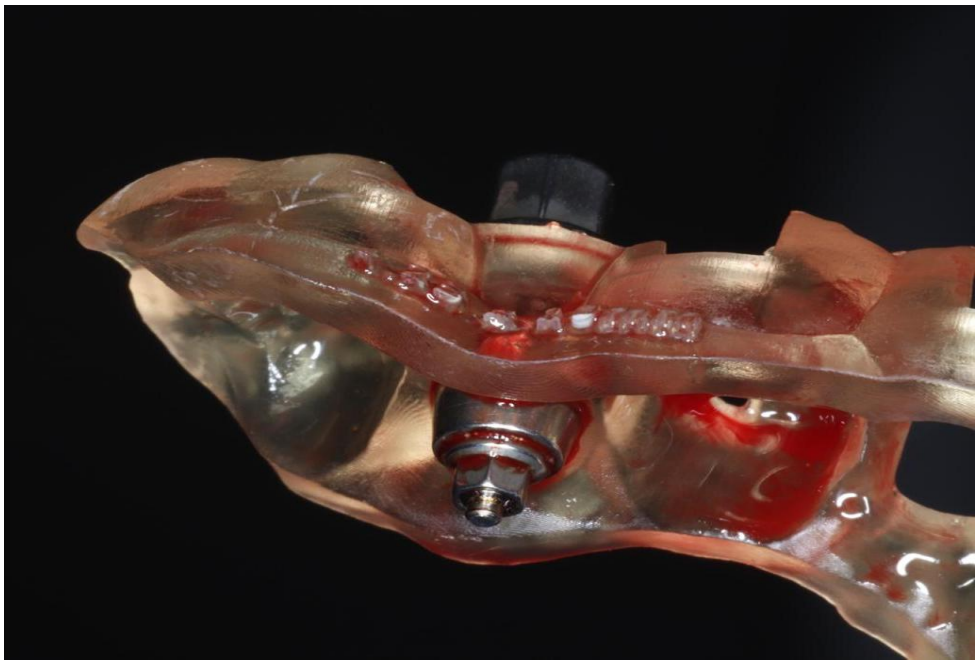
Nota. Vista oclusal de la guía quirúrgica verificando la vía de inserción y ausencia de basculación.

La elección de esta técnica se fundamentó en la altura ósea residual disponible, y la necesidad de elevar de manera controlada el piso sinusal sin utilizar injerto óseo ni biomaterial de relleno.

Posteriormente, se elaboró y utilizó una guía quirúrgica, la cual permitió controlar la dirección, profundidad y eje de trabajo durante la preparación del lecho implantario. Este componente guiado fue relevante para la estandarización del procedimiento y para reducir el riesgo de desviaciones durante la técnica transcrestal.

Figura 10

Guía quirúrgica después de su utilización



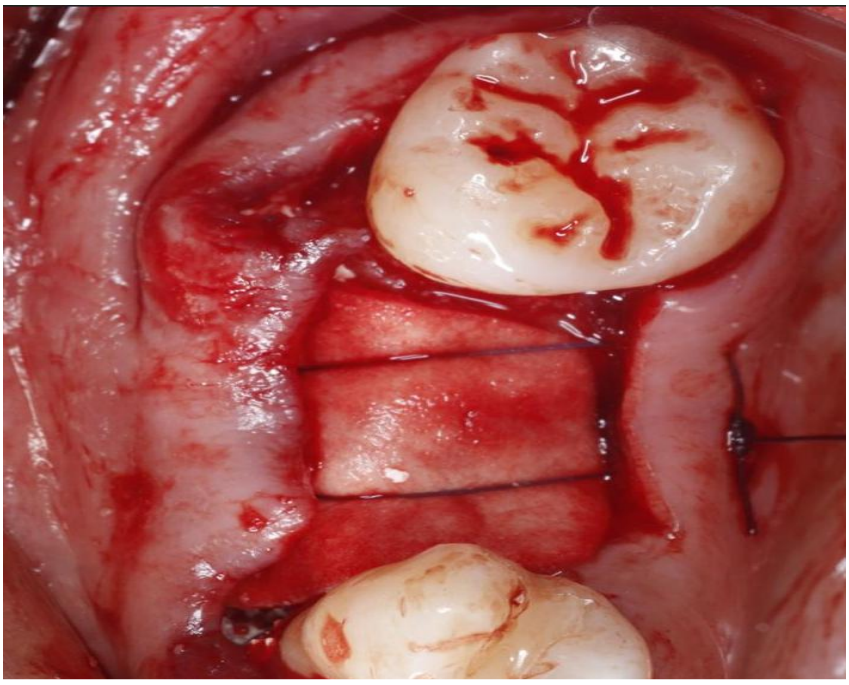
Nota. Kit de compactadores guiados ubicados en la guía quirúrgica.

Se realizó inicialmente el levantamiento del colgajo mucoperióstico para exponer el reborde alveolar y permitir el correcto asentamiento de la guía quirúrgica. Una vez colocada la guía, se verificó su estabilidad, adaptación y ausencia de basculación.

Se inició la secuencia de fresado con la fresa lanza, fresa piloto de 2.5 mm a 7.5 mm de longitud, seguida los compactadores óseos guiados según secuencia de 2.5, 3.0 mm y 3.5 mm a la misma longitud, para posteriormente colocar un implante dental GMI de 4.25 mm x 10 mm en la zona de la pieza 16, iniciando su enroscado con motor hasta 7 mm y luego manual hasta la longitud para realizar la elevación del seno maxilar por vía transcrestal, sin utilización de injerto óseo ni biomaterial de relleno en la zona de contacto del implante con el seno manteniendo el espacio subantral creado bajo la membrana de Schneider, mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI. Posteriormente se realizó una regeneración ósea guiada vestibular ya que las roscas quedaron expuestas se colocó hueso sintético y una membrana para recubrir dicha área.

Figura 11

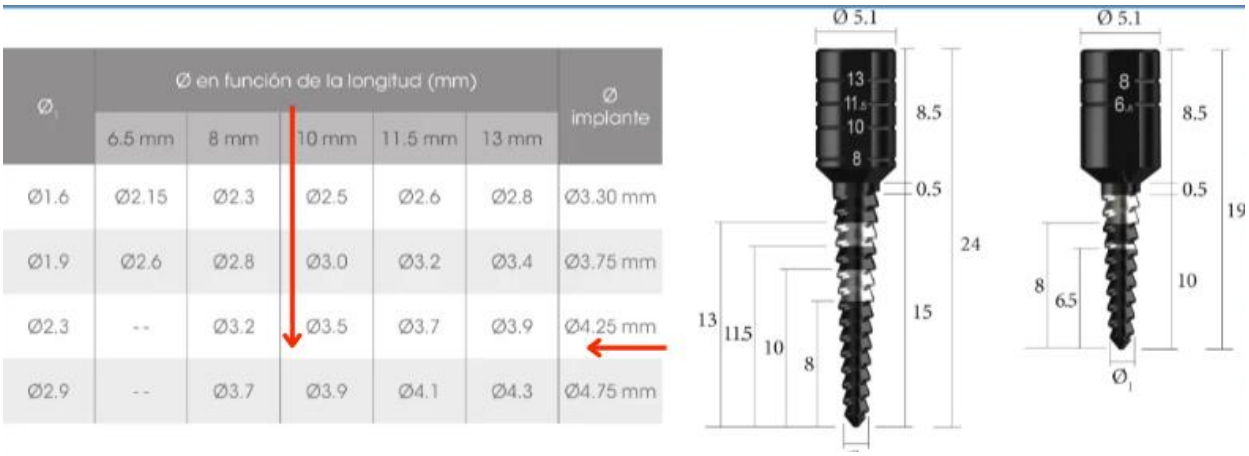
Cierre del colgajo luego de colocar la membrana.



Nota. Colocación de la membrana para cierre de la intervención

Figura 12

Secuencia de fresado utilizada con los compactadores óseos guiados de GMI



Ø	Ø en función de la longitud (mm)					Ø implante
	6.5 mm	8 mm	10 mm	11.5 mm	13 mm	
Ø1.6	Ø2.15	Ø2.3	Ø2.5	Ø2.6	Ø2.8	Ø3.30 mm
Ø1.9	Ø2.6	Ø2.8	Ø3.0	Ø3.2	Ø3.4	Ø3.75 mm
Ø2.3	--	Ø3.2	Ø3.5	Ø3.7	Ø3.9	Ø4.25 mm
Ø2.9	--	Ø3.7	Ø3.9	Ø4.1	Ø4.3	Ø4.75 mm

Nota. Tabla para uso de compactadores óseos guiados GMI.

La técnica de implosión se realizó mediante compactación progresiva del hueso residual con ayuda de los compactadores óseos guiados con el propósito de preparar el lecho implantario, elevar de forma controlada el piso del seno maxilar y preservar la integridad de la membrana de Schneider. La elevación sinusal se efectuó sin colocación de injerto óseo ni biomaterial, debajo del espacio subantral y por medio del propio implante y el coágulo sanguíneo formado durante el procedimiento logrando el efecto carpa.

Posteriormente, se realizaron los controles clínicos correspondientes para valorar la evolución postoperatoria, la cicatrización de los tejidos blandos y la presencia o ausencia de signos clínicos de complicación.

La evaluación tomográfica postoperatoria permitió observar la relación del implante con el área subsinusal y valorar los cambios en la altura ósea posterior al procedimiento. En la tomografía de control se registró una altura ósea aproximada de 10.04 mm en la zona tratada. Al comparar esta medición con la altura ósea inicial de 7.06 mm, se identificó una ganancia ósea vertical aproximada de 2.98 mm.

Estos hallazgos sugieren una evolución tomográfica favorable del caso, con cambios compatibles con formación ósea periimplantaria y subsinusal posterior a la elevación de seno maxilar sin injerto óseo. La ganancia observada permite describir el comportamiento del reborde óseo en relación con el implante colocado y con el espacio creado bajo la membrana sinusal. No obstante, al tratarse de un reporte de caso clínico, estos resultados deben interpretarse de manera descriptiva, sin establecer conclusiones generalizables.

Figura 13

Evaluación tomográfica del reborde 12 meses después de la colocación de implante.

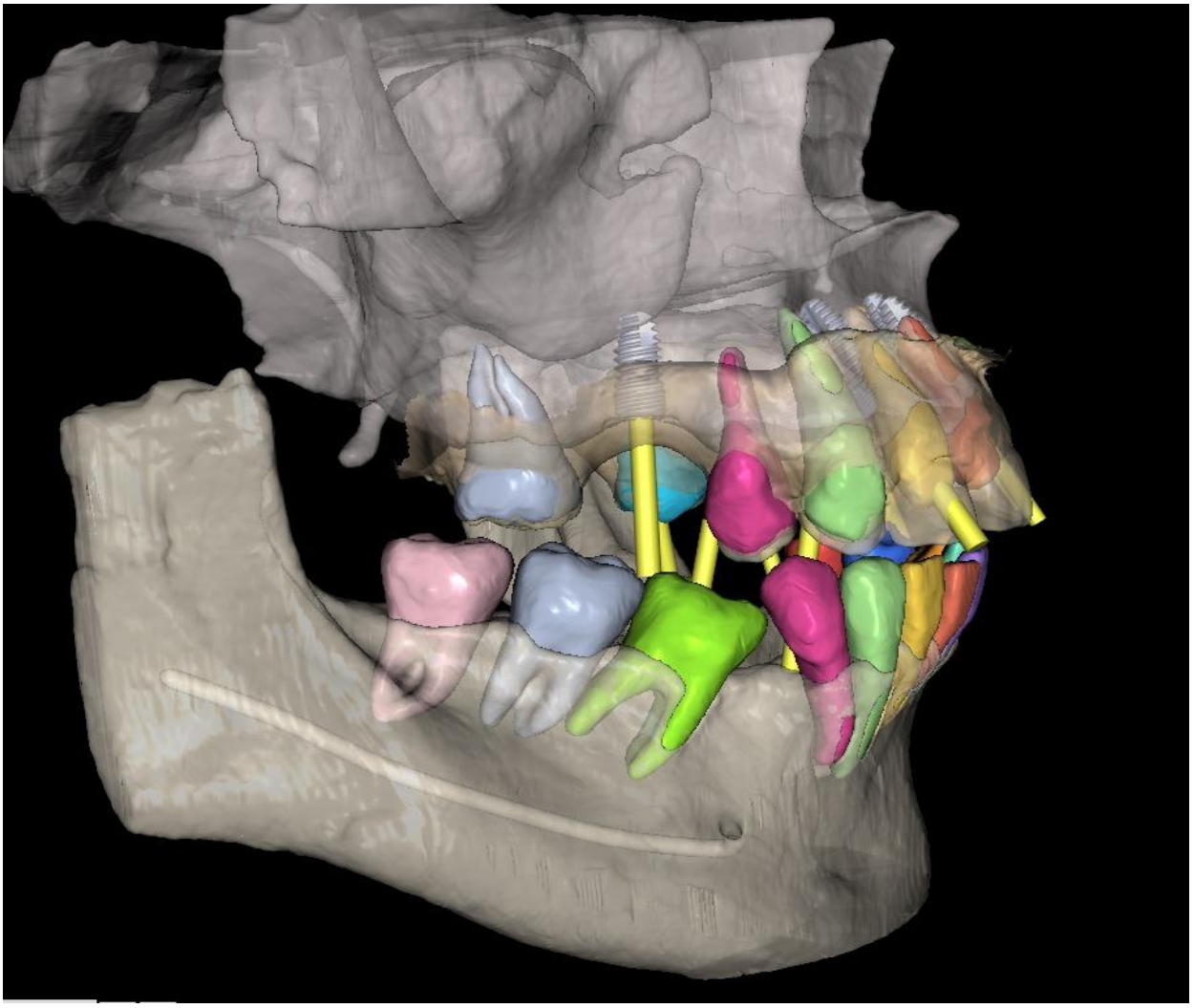


Nota. Visualización del reborde ya con el implante colocado.

En síntesis, el caso clínico permitió documentar la aplicación de una técnica de elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo en el área subantral, realizada mediante sistema de compactadores óseos guiados GMI, con colocación simultánea de un implante dental en zona de pieza 16. La comparación tomográfica preoperatoria y postoperatoria evidenció una ganancia ósea vertical aproximada de 2.98 mm, lo que aporta información clínica relevante sobre la evolución del procedimiento en un caso seleccionado.

Figura 14

Representación 3D con Blue Sky bio implante pieza 16



Nota. Visualización 3D de implante dental con seguimiento de 12 meses.

10.2 Comparación con otros estudios o casos

El presente caso clínico mostró una ganancia ósea vertical aproximada de 2.98 mm posterior a la elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de un implante GMI de 4.25 mm x 10 mm en zona de pieza 16. La altura ósea residual inicial fue de aproximadamente 7.06 mm y, en la evaluación tomográfica postoperatoria, se observó una altura aproximada de 10.04 mm. Este resultado permite describir una evolución tomográfica favorable, con hallazgos compatibles con formación ósea periimplantaria y subsinusal posterior al procedimiento, lo cual coincide con los principios biológicos descritos para la elevación sinusal sin injerto óseo (Song et al., 2020; Lie et al., 2022).

Al comparar estos hallazgos con otros reportes clínicos, se observa similitud con lo descrito por Coronel-Zabalbu et al. (2024), quienes reportaron una elevación de seno maxilar sin injerto óseo en zona de pieza 16, con colocación simultánea de implante dental. En dicho caso, la paciente presentó un reborde residual inicial de 6 mm y, luego de seis meses de seguimiento tomográfico, alcanzó una altura ósea de 8.83 mm, equivalente a una ganancia vertical de 2.83 mm. En comparación, el presente caso obtuvo una ganancia ligeramente mayor, lo cual podría relacionarse con la altura ósea residual inicial, la estabilidad primaria del implante, la planificación tomográfica y el uso de una técnica guiada mediante compactadores óseos GMI (Coronel-Zabalbu et al., 2024).

De igual manera, los resultados se relacionan con lo descrito por Song et al. (2020), quienes evaluaron el efecto tienda del implante en elevaciones sinusales sin injerto. Estos autores observaron que la formación ósea aumentaba en proporción con la longitud del implante proyectada hacia el seno maxilar, explicando que el implante puede actuar como soporte mecánico para mantener elevada la membrana sinusal y estabilizar el espacio subantral. En el presente caso, la colocación simultánea del implante pudo cumplir una función similar, al mantener el espacio creado bajo la membrana de Schneider y favorecer la organización del coágulo sanguíneo como matriz biológica inicial para la formación ósea (Song et al., 2020).

En relación con estudios de mayor nivel de evidencia, Lie et al. (2022) reportaron en una revisión sistemática y metaanálisis que las elevaciones sinusales sin injerto presentan altas tasas de supervivencia implantaria, similares a las técnicas con injerto; sin embargo, observaron menor ganancia ósea vertical y menor densidad ósea en los procedimientos sin biomaterial. De forma similar, Chen et al. (2024) señalaron que no existían diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia implantaria a corto plazo entre elevaciones sinusales con y sin injerto, aunque las técnicas injertadas mostraron mayor ganancia ósea endosinusal. Estos hallazgos permiten interpretar el presente caso con prudencia: aunque se observó ganancia ósea vertical, no es posible afirmar superioridad de la técnica sin injerto frente a los procedimientos convencionales con biomaterial (Lie et al., 2022; Chen et al., 2024).

La principal diferencia del presente caso frente a otros reportes radica en la utilización de una técnica de implosión mediante sistema de compactadores óseos guiados GMI. Mientras gran parte de la literatura describe abordajes transcrestales convencionales, osteótomos o técnicas no guiadas, en este caso se empleó una guía quirúrgica que permitió controlar el eje, la dirección y la profundidad de trabajo durante la preparación del lecho implantario. Este elemento aporta valor clínico y metodológico, ya que favorece la estandarización del procedimiento y su posible replicabilidad en futuras investigaciones, especialmente en casos seleccionados con altura ósea residual suficiente y adecuada planificación tomográfica (Anitua, 2024; Chen et al., 2024).

En síntesis, el caso reportado coincide con la literatura en que la elevación de seno maxilar sin injerto óseo puede generar cambios tomográficos compatibles con formación ósea cuando existe adecuada selección del caso, estabilidad primaria del implante y preservación de la membrana sinusal. No obstante, al tratarse de un reporte de caso clínico, los resultados deben interpretarse como evidencia descriptiva individual, sin posibilidad de generalización. Se requieren estudios con mayor número de pacientes, seguimiento prolongado y mediciones tomográficas estandarizadas para confirmar la estabilidad y calidad del tejido óseo formado a largo plazo (Lie et al., 2022; Chen et al., 2024; Tent et al., 2025).

10.3 Implicaciones clínicas, educativas o investigativas

Desde el punto de vista clínico, el presente reporte de caso aporta evidencia descriptiva sobre la evolución favorable de una elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de un implante GMI de 4.25 mm x 10 mm en una paciente ASA I con edentulismo parcial en zona de pieza 16. Los hallazgos observados permiten destacar la importancia de realizar una adecuada valoración clínica y tomográfica previa, considerando la altura ósea residual, la relación con el piso del seno maxilar y la posibilidad de obtener estabilidad primaria del implante. En este caso, la comparación tomográfica evidenció una ganancia ósea vertical aproximada de 2.98 mm, lo cual coincide con estudios que reportan formación ósea posterior a elevaciones sinusales sin injerto en casos seleccionados (Song et al., 2020; Lie et al., 2022).

Asimismo, el caso evidencia la relevancia de la planificación quirúrgica guiada y del manejo intraoperatorio controlado durante la elevación transcrestal del seno maxilar. La utilización de una guía quirúrgica y de la secuencia de compactadores óseos guiados GMI correspondiente a la medida del implante permitió orientar la dirección, profundidad y eje de trabajo durante la preparación del lecho implantario. Este aspecto resalta la importancia de la precisión quirúrgica en procedimientos cercanos al seno maxilar, especialmente cuando se busca preservar la membrana de Schneider, evitar el uso de injertos óseos y favorecer la colocación simultánea del implante dental (Chen et al., 2024; Anitua, 2024).

En el ámbito educativo, este reporte de caso constituye un recurso académico útil para la formación de estudiantes y profesionales del área odontológica, especialmente en las disciplinas de implantología oral, cirugía bucal y rehabilitación oral. El caso permite comprender la importancia del diagnóstico tomográfico, la selección adecuada del paciente, el uso de guías quirúrgicas, la secuencia de compactación ósea y la evaluación comparativa entre la tomografía preoperatoria y postoperatoria. Además, resalta el valor del registro clínico, fotográfico y tomográfico como herramientas fundamentales para documentar la evolución del caso y fortalecer el aprendizaje basado en evidencia clínica real (Coronel-Zabalbu et al., 2024; Jiménez Castellanos & Rios Osorio, 2022).

Desde la perspectiva investigativa, el presente estudio contribuye al desarrollo de evidencia clínica relacionada con la elevación de seno maxilar sin injerto óseo mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI. No obstante, debido a que se trata de un reporte de caso único, los hallazgos deben interpretarse de forma descriptiva y no generalizable. Por ello, resulta necesario desarrollar futuras investigaciones con mayor número de pacientes, diseños metodológicos analíticos, seguimiento clínico y tomográfico prolongado, mediciones estandarizadas de ganancia ósea y métodos objetivos de evaluación de estabilidad implantaria, como el análisis de frecuencia de resonancia ISQ/Ostell, que permitan complementar la valoración clínica y tomográfica del proceso de osteointegración y formación ósea subsinusal (Lie et al., 2022; Chen et al., 2024; Tent et al., 2025).

11. Conclusiones

El análisis del caso permitió valorar, desde una perspectiva clínica y tomográfica, la aplicación de una alternativa mínimamente invasiva para la rehabilitación implantológica del maxilar posterior superior en presencia de limitación ósea vertical. La paciente seleccionada reunía condiciones favorables para este abordaje, al presentar estado sistémico ASA I, edentulismo parcial en zona de pieza 16, disponibilidad de estudio tomográfico preoperatorio y una condición anatómica que permitió planificar la elevación transcrestal del seno maxilar sin injerto óseo, con colocación simultánea de un implante GMI de 4.25 mm x 10 mm. Estos elementos permitieron documentar de manera ordenada la evolución del caso y relacionar los hallazgos obtenidos con la evidencia disponible sobre elevación sinusal transcrestal sin biomateriales de relleno (Coronel-Zabalbu et al., 2024; Lie et al., 2022).

En relación con la evaluación tomográfica, se identificó una altura ósea residual inicial aproximada de 7.06 mm en la zona de la pieza 16. Posterior al procedimiento quirúrgico, la tomografía de control evidenció una altura ósea aproximada de 10.04 mm, lo que representó una ganancia ósea vertical aproximada de 2.98 mm. Este hallazgo es compatible con cambios tomográficos favorables en la zona periimplantaria y subsinusal, semejantes a los reportados en otros estudios sobre elevación de seno maxilar sin injerto óseo con colocación simultánea de implantes dentales (Song et al., 2020; Jiménez Castellanos & Rios Osorio, 2022).

La técnica quirúrgica empleada permitió realizar una elevación controlada del piso del seno maxilar mediante abordaje transcrestal, sin utilizar injerto óseo ni biomaterial de relleno. El uso de guía quirúrgica y de la secuencia de compactadores óseos guiados GMI correspondiente a la medida del implante permitió orientar la dirección, profundidad y eje de trabajo durante la preparación del lecho implantario, lo que aportó mayor control al procedimiento y favoreció su descripción ordenada y replicable (Anitua, 2024; Chen et al., 2024).

Los resultados obtenidos sugieren que, en casos cuidadosamente seleccionados, la elevación de seno maxilar sin injerto óseo puede representar una alternativa mínimamente invasiva para la rehabilitación implantológica del maxilar posterior superior. La estabilidad primaria del implante, la preservación de la membrana de Schneider, el mantenimiento del

espacio subantral y la organización del coágulo sanguíneo constituyen factores relevantes para favorecer la formación ósea observada tomográficamente posterior al procedimiento (Song et al., 2020; Lie et al., 2022).

Desde el punto de vista clínico, el caso evidencia la importancia de una planificación tomográfica individualizada antes de realizar procedimientos implantológicos en zonas próximas al seno maxilar. La comparación entre la tomografía preoperatoria y postoperatoria permitió documentar objetivamente los cambios en altura ósea y valorar la evolución del sitio tratado, lo que refuerza el papel de la CBCT como herramienta diagnóstica y de seguimiento en este tipo de abordajes (Chen et al., 2024; Tent et al., 2025).

No obstante, los hallazgos deben interpretarse con cautela debido a que se trata de un reporte de caso único, por lo que no es posible establecer generalizaciones ni afirmar superioridad de la técnica frente a procedimientos de elevación sinusal con injerto óseo. Además, el análisis se basó en mediciones tomográficas lineales, sin evaluación histológica, densitométrica ni volumétrica tridimensional del tejido óseo formado, lo cual representa una limitación metodológica del estudio (Lie et al., 2022; Chen et al., 2024).

Finalmente, el presente estudio aporta información clínica descriptiva sobre la aplicación de la técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI en elevación de seno maxilar sin injerto óseo. Se recomienda que futuras investigaciones incluyan mayor número de pacientes, períodos de seguimiento más prolongados, mediciones tomográficas estandarizadas, análisis volumétricos y métodos objetivos de evaluación de estabilidad implantaria, con el propósito de fortalecer la evidencia sobre la predictibilidad, estabilidad y calidad del hueso formado bajo la membrana sinusal (Lie et al., 2022; Chen et al., 2024; Tent et al., 2025).

12. Recomendaciones

A los profesionales de implantología oral, cirugía odontológica y rehabilitación oral:

Se recomienda realizar una valoración clínica y tomográfica integral en pacientes candidatos a rehabilitación implantológica en el maxilar posterior superior, especialmente cuando exista proximidad anatómica con el seno maxilar. La planificación debe considerar la altura ósea residual, la condición del reborde alveolar, la anatomía del seno maxilar, la integridad de la membrana de Schneider y la posibilidad de obtener estabilidad primaria del implante, ya que estos factores son determinantes para indicar una elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo (Song et al., 2020; Lie et al., 2022).

Asimismo, se recomienda que la técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI sea realizada bajo una planificación quirúrgica precisa, respetando la secuencia de fresado y compactación correspondiente a la dimensión del implante seleccionado. La correcta adaptación de la guía quirúrgica, la verificación de su asentamiento y la ausencia de basculación son pasos fundamentales para controlar la dirección, profundidad y eje de trabajo durante la preparación del lecho implantario, reduciendo el riesgo de desviaciones en zonas anatómicamente sensibles como el seno maxilar (Chen et al., 2024; Anitua, 2024).

De igual forma, se recomienda mantener un seguimiento clínico y tomográfico posterior al procedimiento, con el fin de valorar la cicatrización de los tejidos blandos, la estabilidad del implante, la ausencia de complicaciones sinusales y los cambios en la altura ósea periimplantaria y subsinusal. La comparación entre la tomografía preoperatoria y la tomografía de control permite documentar de manera objetiva la ganancia ósea posterior a la elevación sinusal sin injerto, como se observó en el presente caso clínico (Coronel-Zabalbu et al., 2024; Jiménez Castellanos & Rios Osorio, 2022).

A docentes e investigadores del área de implantología oral:

Se recomienda desarrollar futuras investigaciones con mayor número de pacientes y diseños metodológicos más robustos que permitan ampliar la evidencia científica sobre la elevación de seno maxilar sin injerto óseo mediante sistemas guiados de compactación. Estos estudios podrían comparar la técnica de implosión con compactadores óseos guiados GMI frente a técnicas transcrestales convencionales, abordajes con osteótomos, procedimientos con biomateriales y técnicas de osteodensificación, con el propósito de valorar diferencias en ganancia ósea, estabilidad implantaria, supervivencia del implante y complicaciones sinusales (Lie et al., 2022; Chen et al., 2024).

Asimismo, se sugiere incorporar métodos objetivos de evaluación complementaria, como análisis de frecuencia de resonancia mediante ISQ/Ostell, mediciones volumétricas tridimensionales, análisis densitométrico tomográfico y seguimientos clínicos a largo plazo. Estos recursos permitirían evaluar no solo la altura ósea ganada, sino también la calidad, estabilidad y comportamiento del tejido óseo formado bajo la membrana sinusal después de procedimientos sin injerto óseo (Chen et al., 2024; Tent et al., 2025).

A profesionales y estudiantes del área odontológica:

Finalmente, se recomienda fortalecer la documentación clínica mediante registros fotográficos, tomográficos y quirúrgicos estandarizados durante todas las fases del tratamiento implantológico. En procedimientos de elevación de seno maxilar sin injerto, esta documentación resulta fundamental para comprender la planificación del caso, la ejecución de la técnica, la respuesta clínica postoperatoria y la comparación objetiva de los cambios óseos observados antes y después del procedimiento (Coronel-Zabalbu et al., 2024; Jiménez Castellanos & Rios Osorio, 2022).

De igual manera, se recomienda utilizar este tipo de reportes de caso como herramienta educativa en la formación en implantología oral, ya que permiten integrar el diagnóstico tomográfico, la selección del paciente, la planificación quirúrgica guiada, el manejo del seno

maxilar y la interpretación de los resultados clínicos y tomográficos. Su análisis contribuye al aprendizaje basado en evidencia clínica real y favorece una comprensión más aplicada de las alternativas mínimamente invasivas para la rehabilitación del maxilar posterior superior (Song et al., 2020; Anitua, 2024).

13. Referencias

Albadani, M. M., Elayah, S. A., Al-Wesabi, M. A., Al-Aroomi, O. A., Al Qadasy, N. E., & Saleh, H. (2024). A graftless maxillary sinus lifting approach with simultaneous dental implant placement: A prospective clinical study. *BMC Oral Health, 24*, Article 227. https://doi.org/10.1186/s12903-024-03949-9

Anitua, E. (2024). Elevación de seno mediante abordaje transcrestal sin material de relleno con implantes extracortos (5,5 y 6,5 mm). Estudio retrospectivo con un seguimiento de 10 años. *Científica Dental, 21*(2), 93–99.

Boyne, P. J., & James, R. A. (1980). Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *Journal of Oral Surgery, 38*(8), 613–616.

Chen, J., Lu, Y., Xu, J., & Hua, Z. (2024). Clinical evaluation of maxillary sinus floor elevation with or without bone grafts: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials with trial sequential analysis. *Archives of Medical Science, 20*(2), 384–401. https://doi.org/10.5114/aoms/174648

Coronel-Zabalbu, B., Cáceres, O. A., & Vergara-Buenaventura, A. (2024). Levantamiento del seno maxilar sin injerto óseo e implante simultáneo: Un reporte de caso. *Revista Científica Odontológica (Lima), 12*(2), e202. https://doi.org/10.21142/2523-2754-1202-2024-202

Jiménez Castellanos, F. A., & Rios Osorio, N. (2022). Elevación de seno maxilar sin injerto y colocación simultánea de implante dental. *Revista Cubana de Estomatología, 59*(2), e3544.

Kolerman, R., Moses, O., Artzi, Z., Barnea, E., & Tal, H. (2011). Maxillary sinus augmentation by the crestal core elevation technique. *Journal of Periodontology, 82*(1), 41–51. https://doi.org/10.1902/jop.2010.090682

Lie, S. A. N., Claessen, R. M. M. A., Leung, C. A. W., Merten, H.-A., & Kessler, P. A. W. H. (2022). Non-grafted versus grafted sinus lift procedures for implantation in the atrophic maxilla:

A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 51*(1), 122–132. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2021.03.016

Lundgren, S., Andersson, S., & Sennerby, L. (2003). Spontaneous bone formation in the maxillary sinus after removal of a cyst: Coincidence or consequence? *Clinical Implant Dentistry and Related Research, 5*(2), 78–81. https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2003.tb00187.x

Lundgren, S., Andersson, S., Gualini, F., & Sennerby, L. (2004). Bone reformation with sinus membrane elevation: A new surgical technique for maxillary sinus floor augmentation. *Clinical Implant Dentistry and Related Research, 6*(3), 165–173. https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2004.tb00217.x

Macías Lloret, A., & Parra Rogel, C. (2023). Cirugía de elevación del seno maxilar: "Utilidad de las diferentes técnicas". Caso clínico de elevación de seno y colocación de implantes Phibo TSH y TSA. *Avances en Odontoestomatología, 39*(4), 191–200.

Misch, C. E. (2008). *Contemporary implant dentistry* (3rd ed.). Mosby Elsevier.

Pjetursson, B. E., Ignjatovic, D., Matuliene, G., Brägger, U., Schmidlin, K., & Lang, N. P. (2009). Transalveolar maxillary sinus floor elevation using osteotomes with or without grafting material. Part II: Radiographic tissue remodeling. *Clinical Oral Implants Research, 20*(7), 677–683. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2009.01721.x

Shah, D., Chauhan, C., Shah, R., & Chauhan, P. (2022). Survival rate of dental implant placed using various maxillary sinus floor elevation techniques: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Indian Prosthodontic Society, 22*(3), 215–224.

Silva, L. de F., de Lima, V. N., Faverani, L. P., de Mendonça, M. R., Okamoto, R., & Pellizzer, E. P. (2016). Maxillary sinus lift surgery—with or without graft material? A systematic review.

International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 45(12), 1570–1576. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.09.023

Song, D.-S., Kim, C.-H., Kim, B.-J., & Kim, J.-H. (2020). Tenting effect of dental implant on maxillary sinus lift without grafting. *Journal of Dental Sciences, 15*(3), 278–285. https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.05.008

Summers, R. B. (1994). The osteotome technique: Part 3—Less invasive methods of elevating the sinus floor. *Compendium, 15*(6), 698, 700, 702–704, 706, 708, 710.

Tatum, H., Jr. (1986). Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dental Clinics of North America, 30*(2), 207–229.

Tent, A. P., Țig, I. A., Bran, S., Zlotu, A., Mester, A., & Onișor, F. (2025). Long-term effects of sinus floor elevation with and without bone graft: A systematic analysis of randomized clinical trials. *Medicina, 61*(1), Article 104. https://doi.org/10.3390/medicina61010104

14. Apéndices

Apéndice A. Consentimiento informado

Se adjunta el formato de consentimiento informado utilizado para la participación de la paciente en el presente reporte de caso clínico. En dicho documento se explicó de manera clara y comprensible la finalidad académica y científica de la investigación, el procedimiento clínico realizado, el seguimiento clínico y tomográfico, así como el manejo confidencial de la información clínica, imagenológica y fotográfica utilizada durante el estudio.

UNIVERSIDAD CARDENAL MIGUEL OBANDO Y BRAVO

Maestría en Implantología Oral

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN REPORTE DE CASO CLÍNICO

Yo, **Idalia Gómez**, portadora de cédula de identidad número 4511006820000J, en pleno uso de mis facultades físicas y mentales, manifiesto libre y voluntariamente mi consentimiento para participar en la investigación titulada: **"Evolución tomográfica de la elevación transcrestal del seno maxilar sin injerto óseo y colocación simultánea de implante dental reporte de caso"**

realizada por la estudiante **Erika Sthal López Berroterán**, como requisito académico para optar al título de **Maestría en Implantología Oral** en la **Universidad Cardenal Miguel Obando y Bravo**.

Se me ha explicado de manera clara y comprensible que la finalidad de esta investigación es documentar y analizar la evolución tomográfica del tratamiento implantológico realizado en la zona correspondiente a la **pieza dental 16**, mediante elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, con colocación simultánea de un implante dental de la marca GMI.

Comprendo que el procedimiento clínico realizado incluyó evaluación diagnóstica, análisis tomográfico preoperatorio, planificación quirúrgica, uso de guía quirúrgica, aplicación de la técnica de implosión mediante sistema de compactadores óseos guiados GMI, colocación simultánea del implante dental y evaluación tomográfica postoperatoria, con el propósito de valorar los cambios en la altura ósea periimplantaria y subsinusal.

Asimismo, comprendo y acepto lo siguiente:

1. Que mi participación consiste en autorizar el uso académico y científico de la información obtenida durante mi tratamiento odontológico, incluyendo datos clínicos, evaluación tomográfica, registros quirúrgicos y fotografías relacionadas con el caso clínico.
2. Que la información obtenida será utilizada únicamente con fines académicos, científicos y de investigación, garantizando el manejo ético y confidencial de mis datos personales.
3. Que mi nombre, número de cédula y datos personales no serán publicados ni divulgados en ningún documento, presentación o publicación derivada de esta investigación.
4. Que los registros fotográficos, clínicos y tomográficos serán utilizados exclusivamente para ilustrar y documentar el desarrollo del caso clínico, manteniendo en todo momento mi privacidad y confidencialidad.
5. Que la participación en esta investigación es completamente voluntaria y que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento, sin que esto afecte la continuidad, calidad o acceso a mi atención odontológica.
6. Que el tratamiento realizado respondió a una necesidad clínica real de rehabilitación oral y no únicamente a fines investigativos.
7. Que se me ha brindado la oportunidad de realizar preguntas relacionadas con el procedimiento clínico y con la investigación, y que todas mis dudas han sido aclaradas satisfactoriamente.

En constancia de lo anterior, firmo el presente consentimiento informado en la ciudad de Managua, Nicaragua, a los 20 días del mes de febrero del año 2026.

Idalia Gomez

Nombre y Firma de la px

Idalia Gómez

Nombre y firma de la investigadora

Dra. Erika Sthal López Berroterán

Nombre y firma de testigo

Apéndice B. Ficha clínica de recolección de datos

Se presenta la ficha clínica estructurada diseñada para la recolección sistemática de la información correspondiente al caso clínico. El instrumento incluyó apartados relacionados con los datos generales de la paciente, análisis clínico inicial, análisis tomográfico preoperatorio, protocolo quirúrgico, colocación del implante y evaluación tomográfica postoperatoria. Esta ficha permitió organizar la información necesaria para describir la evolución tomográfica posterior a la elevación de seno maxilar por abordaje transcrestal sin injerto óseo, mediante técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI.

Reporte de caso: *Evolución tomográfica de elevación de seno maxilar sin injerto óseo y colocación simultánea de implante dental mediante la técnica de implosión con sistema de compactadores óseos guiados GMI: reporte de caso.*

Institución: Clínica de Implantología Oral UNICA

Autora: Erika Sthal López Berroterán **Fecha de registro inicial:** ____ / ____ / _____

Paciente: Idalia Gómez

I. Datos generales e iniciales del paciente

Dimensión: Caracterización demográfica y clínica del paciente — OE1

Edad: _____ años **Sexo:** ☐ M ☐ F

Motivo de consulta:

Pieza a rehabilitar que cumple con los criterios de inclusión:

Número : ____

Clasificación:

☐ ASA I ☐ ASA II ☐ ASA III

Adjuntar fotografía clínica inicial:

III. Análisis tomográfico preoperatorio

Dimensión: Evaluación tomográfica inicial — OE2 **Estudio utilizado:** ☐ Tomografía computarizada de haz cónico

Altura ósea residual inicial en la pieza _____ mm

Relación del reborde alveolar con el piso del seno maxilar:

☐ Cercana ☐ Moderada ☐ Favorable para abordaje transcrestal ☐ Otra_____

Condición tomográfica del seno maxilar:

☐ Sin alteraciones aparentes ☐ Engrosamiento de la membrana ☐ Patología sinusal visible

☐ Otra_____

Descripción del procedimiento:

_____

_____

Observaciones tomográficas iniciales:

_____

_____

IV. Protocolo quirúrgico y colocación del implante

Dimensión: Descripción del protocolo quirúrgico — OE3

Tipo de abordaje: _____

Levantamiento de colgajo: ☐ Si ☐ No

Uso de guía quirúrgica: ☐ Si ☐ No

Verificación de asentamiento: ☐ Adecuado ☐ Inadecuado

Basculación: ☐ Presente ☐ Ausente

Descripción de secuencia y técnica utilizada:

_____

_____

Injerto óseo o biomaterial: ☐ Si ☐ No

Especifique: _____

Membrana de Schneider: ☐ Preservada ☐ Perforada ☐ No valorable

Implante		**colocado:**
Marca:		GMI
Diámetro:	4.25	mm
Longitud: 10 mm		

Observaciones quirúrgicas:

V. Evaluación tomográfica postoperatoria

Dimensión: Cambios tomográficos posteriores al procedimiento — OE2

Estudio utilizado: ☐ Tomografía computarizada de haz cónico de control

Altura ósea postoperatoria observada: _____ mm

Ganancia ósea vertical aproximada: _____ mm

Cambios compatibles con formación ósea periimplantaria/subsinusal:

☐ Si ☐ No ☐ No concluyente

Complicaciones sinusales observadas:

☐ Si ☐ No

Observaciones tomográficas postoperatorias:

VI. Observaciones finales del caso

Firma de la investigadora: _____

Nombre: Erika Sthal López Berroterán

Fecha: ____ / ____ / _____

15. Anexos

Anexo A. Declaración de autoría y cesión de derechos de publicación

Se adjunta la declaración de autoría y cesión de derechos de publicación correspondiente al presente trabajo de investigación. En dicho documento, la autora declara que el contenido desarrollado constituye un trabajo original e inédito, elaborado con fines académicos y científicos, así como la autorización institucional para la publicación y difusión del documento en los espacios académicos correspondientes.

Asimismo, la declaración establece el compromiso de respeto a los derechos de autor, uso adecuado de fuentes bibliográficas y responsabilidad sobre el contenido presentado en la investigación, conforme a los lineamientos establecidos por la institución académica.

Declaración de autoría y cesión de derechos de publicación

Yo, **Erika Sthal López Berroterán**, con cédula de identidad número **5612306950001F** egresada del programa académico de **Maestría en Implantología Oral**, declaro que:

El contenido del presente documento es un reflejo de mi trabajo personal, original e inédito, elaborado con fines académicos y científicos. Toda la información presentada ha sido desarrollada respetando los derechos de autor, utilizando de manera adecuada las fuentes bibliográficas consultadas y reconociendo la autoría correspondiente de los estudios, documentos e imágenes citadas en la investigación.

Ante cualquier notificación relacionada con plagio, copia, uso indebido de fuentes o reclamación vinculada con derechos de propiedad intelectual, asumo la responsabilidad correspondiente sobre el contenido presentado, exonerando de toda responsabilidad a la **Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo (UNICA)**.

Asimismo, autorizo a la **Universidad Cardenal Miguel Obando Bravo (UNICA)** a publicar la versión aprobada de mi trabajo de investigación, titulado:

“Evolución tomográfica de la elevación transcrestal del seno maxilar sin injerto óseo y colocación simultánea de implante dental reporte de caso”

en el campus virtual y en otros espacios académicos de divulgación institucional, bajo la licencia **Atribución-No Comercial-Sin Derivados**, de carácter irrevocable y universal, para autorizar el depósito y difusión de los contenidos de forma libre e inmediata.

Todo esto lo realizo desde mi libertad y deseo de contribuir al aumento de la producción científica en el área de la implantología oral, especialmente en relación con el abordaje transcrestal de elevación de seno maxilar sin injerto óseo y el uso de sistemas guiados de compactación ósea.

Para constancia de lo expuesto anteriormente, se firma la presente declaración en la ciudad de Managua, Nicaragua, a los 15 días del mes de junio del año 2026.

Atentamente

Erika Sthal López Berroterán

eriksthall@gmail.com