



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

FO
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

Universidad Nacional de Cuyo

Carrera de Especialización en Periodoncia

“MANEJO DEL TEJIDO ÓSEO EN LA TERAPEUTICA IMPLANTARIA”

“Trabajo Final para optar al título de Especialista en Periodoncia”

Alumna: Od. Lourdes Mariana Pintor

Director: Od. Esp. Alejandro Caram

Directora de la Carrera: Dra. Estela M. Ribotta

Mendoza, Argentina

2025

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por acompañarme y ayudarme en mi crecimiento.

A la directora de la carrera, Dra. Estela Ribotta, por su compromiso, por compartir su conocimiento, su tiempo y su sabiduría. Por ser guía a seguir en este camino que comienza como profesional.

A mi docente tutor, Od. Esp. Alejandro Caram por su tiempo, sus indicaciones y recomendaciones en el desarrollo de este trabajo. Y por su solidaridad en el cursado de la carrera.

Al cuerpo docente por su generosidad y dedicación sin límites. Por amistad y tiempo compartido.

A mis compañeras y compañeros, por los buenos momentos y los que vendrán.

A mis pacientes, por su confianza.

A las asistentes de la Universidad, les agradezco su ayuda en todo el cursado de la carrera.

ÍNDICE

I. RESUMEN	pág. 4
II. INTRODUCCIÓN	pág. 5
III. MARCO TEÓRICO.....	pág. 6
IV. OBJETIVOS	pág. 71
V. MATERIALES Y TÉCNICAS	pág. 72
VI. RESULTADOS	pág. 107
VII. DISCUSIÓN	pág. 130
VIII.CONCLUSIÓN	pág. 139
IX. BIBLIOGRAFÍA	pág. 140

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar las condiciones necesarias del tejido óseo para la terapia implantológica y los posibles tratamientos cuando dichas condiciones no son óptimas. Se buscó además observar el comportamiento fisiológico del hueso y del tejido blando posterior a una exodoncia, y evaluar radiográfica y clínicamente, mediante tomografía computada de haz cónico (CBCT), la respuesta a diferentes técnicas y biomateriales aplicados para la preservación o aumento del reborde alveolar.

Se desarrollaron y compararon casos clínicos en los que se aplicaron diversas estrategias terapéuticas: preservación alveolar con membrana reabsorbible y xenoinjerto bovino, implantación inmediata con relleno del gap, regeneración ósea guiada simultánea a la colocación de implantes y elevación de seno maxilar mediante técnica transalveolar de Summers. Se registraron mediciones en sentido horizontal y vertical del reborde óseo a través de cortes sagitales de CBCT, evaluando pérdidas o ganancias dimensionales en cada procedimiento.

Los resultados mostraron que, si bien la preservación alveolar redujo la pérdida ósea posterior a la exodoncia, en algunos casos no fue suficiente para garantizar un volumen adecuado, requiriéndose procedimientos adicionales de regeneración ósea guiada o técnicas de expansión transalveolar. La colocación inmediata de implantes fue viable únicamente en condiciones anatómicas favorables, mientras que en situaciones fenotipo óseo delgado, defectos periapicales extensos, tablas vestibulares de espesor inferior a 1mm, las técnicas diferidas mostraron mejores resultados en términos de estabilidad ósea y estética de los tejidos blandos.

Se concluye que el diagnóstico clínico y radiográfico preciso, junto con la selección individualizada de técnicas y biomateriales, resulta fundamental para lograr estabilidad primaria, preservar el volumen óseo y garantizar un adecuado soporte de los tejidos periimplantarios. Los hallazgos reafirman la importancia de la CBCT como herramienta diagnóstica y evidencian que la combinación de preservación alveolar, regeneración ósea guiada y técnicas de expansión de reborde constituyen abordajes eficaces para optimizar la terapéutica implantaria en distintos escenarios clínicos.

INTRODUCCIÓN

La terapia implantológica para rehabilitar dientes perdidos se ha convertido en una práctica corriente en las últimas décadas. Al comienzo los estudios estuvieron orientados hacia el proceso de osteointegración con resultados favorables a largo plazo. En la actualidad existe una alta demanda estética que se ve afectada por deficiencias de tejidos blandos y duros y alteraciones infecciosas (mucositis/periimplantitis) que podían afectar la supervivencia del implante, aunque no estuviera afectada la osteointegración. Para mantener la salud periimplantaria a largo plazo ciertos requisitos de tejidos duros (adecuado volumen óseo) y blandos (ancho y alto de la mucosa queratinizada y tejidos supracrestales) son necesarios.

El desarrollo de una terapia predecible con óptimos resultados estéticos requiere entender los procesos biológicos del tejido óseo y los tejidos blandos luego de una extracción dentaria.

Una arquitectura favorable de la cresta ósea es esencial para obtener una reconstrucción protésica funcional y estética ideal para la terapia implantológica. Cuando el sitio receptor del implante no presenta el volumen óseo adecuado, es necesario aumentar el hueso perdido del reborde alveolar, antes o durante la colocación del implante.

Existen varias técnicas y biometariales que hoy se utilizan para preservar e incrementar el reborde alveolar y los tejidos blandos, con el objetivo de mantener la salud y la estética del fenotipo perimplantario.

Este trabajo intenta analizar las condiciones necesarias del tejido óseo para la terapia implantológica y sus posibles tratamientos cuando éstas no son las óptimas, presentando las resoluciones clínicas empleadas.

MARCO TEÓRICO

Tejido óseo (TO)

El hueso es un órgano complejo formado por tejidos especializados (tejido óseo, periostio/endostio y médula ósea) que actúan sinérgicamente y cumplen muchas funciones (1).

El **tejido óseo** es un tejido dinámico activo que se remodela continuamente a lo largo de la vida. Posee diferentes funciones de estructura, soporte y protección de órganos vitales. Es también un reservorio de calcio y fósforo en el organismo.

El **periostio** es una vaina fibrosa que cubre la superficie externa de los huesos largos y se compone de tejido conjuntivo denso irregular. Se divide en una capa fibrosa, vascular densa compuesta por fibroblastos, y una capa interna de tejido conjuntivo más laxo, capa osteogénica, compuesta principalmente por células osteogénicas. A diferencia del tejido óseo, el periostio posee terminaciones nerviosas nociceptivas que lo hacen muy sensible a la manipulación. Asimismo, eso permite el pasaje de vasos linfáticos y vasos sanguíneos comunicando el interior con el exterior para su nutrición. El **endostio** tapiza la superficie interna de todos los huesos. La **médula ósea** se compone de islas de tejido hematopoyético, células estromales y células adiposas rodeadas de senos vasculares entremezclados con una trama de hueso trabecular. Hay dos tipos de médula ósea: **médula roja**, que es el principal órgano hematopoyético. Es un tejido linfoide primario a cargo de la producción de eritrocitos, leucocitos (granulocitos, monocitos, linfocitos) y plaquetas, y una fuente importante de células madres, y **médula amarilla**, que se compone sobre todo de adipocitos. Ambas clases de médula ósea contienen abundantes vasos y capilares. Con el paso del tiempo, se va convirtiendo en la de tipo amarillo; solo alrededor de la mitad de la médula ósea es roja. En casos de pérdida de sangre abundante, el cuerpo es capaz de convertir la médula amarilla de nuevo en médula roja para acrecentar la producción de células sanguíneas (1).

Componentes celulares:

1- **Osteoblastos (OB)**: son células cúbicas o ligeramente alargadas que sintetizan la matriz orgánica del hueso. Son de origen mesenquimático (figura 1) (2), y cuando están diferenciadas con actividad secretoria, se consideran células post mitóticas, con un predominio del aparato de Golgi (AG) y retículo endoplasmático rugoso (RER), gránulos y microtúbulos, mitocondrias, gránulos lisosomales y un extenso citoesqueleto (3). Los Osteoblastos secretan proteínas que incluyen osteocalcina, fosfatasa alcalina y colágeno tipo I (90% de la proteína de la matriz ósea). La formación de fibrillas de colágeno en el hueso se inicia cuando los filamentos de colágeno liberados por los osteoblastos se ensamblan

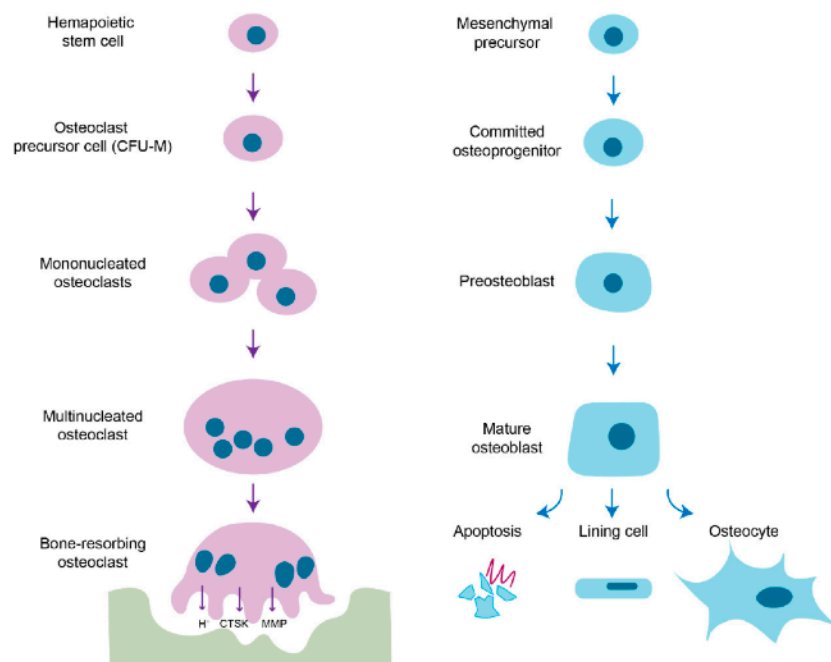


Figura 1: **Osteoblastogénesis:** Los OB derivan de células mesenquimáticas pluripotentes y se diferencian en osteoprogenitores por los factores RUNX2 y Osterix. Los OB maduros pueden sufrir apoptosis, quedar inmersos en la matriz y convertirse en osteocito o quedar como células de recubrimiento óseo. **Osteoclastogénesis:** Los OC derivan de linaje de macrófagos. En presencia de M-CSF, la célula madre se convierte en *macrophage colony-forming units (CFU-M)*, precursor común. Activado por RANKL-RANK, CFU-M se diferencia en OC mononucleares luego en OC multinucleares que son OC maduros que interactúan con OB, secretan ácidos (H^+), proteasas (CTSKs), y metaloproteinasas (MMPs) cuando son activados por los oB.

Osteoblast-Osteoclast Communication and Bone Homeostasis- Review.

extracelularmente en fibrillas estriadas para formar el osteoide. Mientras algunas proteínas se unen al colágeno para formar la matriz, otras más ácidas con afinidad a la hidroxiapatita se acumulan en el frente de mineralización (2) (3). El

osteoblasto productor de matriz puede convertirse en un osteocito, una célula de revestimiento óseo, o puede sufrir una apoptosis (2, 3, 4).

2- Osteocitos: Son osteoblastos maduros que en el proceso de formación ósea quedaron en lagunas rodeados de matriz osteoide y luego mineralizada (figura 2) (3, 4). La formación de los osteocitos debe verse como un proceso continuo que implica un cambio en el entorno extracelular circundante con modificaciones metabólicas (son células más pequeñas, disminuyen las organelas secretoras, quedando un núcleo grande) (3). La célula sufre una transformación dramática de una célula poligonal a una célula que extiende las dendritas a través de las cuales están en comunicación directa con otros osteocitos y con los osteoblastos (3). Es la célula más abundante del tejido óseo (5) y posee sensibilidad mecanoreceptora, controla y regula la mineralización de la matriz osteoide y la actividad de los osteoclastos, por lo tanto controlan y orquestan el remodelado óseo (3, 4, 5). El osteocito libera citoquinas y señales moleculares incluyendo esclerostina, RANKL, osteoprotegerina (OPG), TNF- α , IL-1 β , IL-6, factor de crecimiento de fibroblastos (FGF) 23, y factor de crecimiento de insulina (IGF)-1. Estas moléculas hacen efecto sobre los mismos osteocitos, otras células óseas, células inmunes y órganos a distancia, cumpliendo funciones autócrina, paracrina y endócrina. Secretan citoquinas proinflamatorias que regulan la actividad inflamatoria en el hueso y a distancia (figura 12) (5).

3- Células de recubrimiento óseo (Bone-lining cells): son osteoblastos maduros que quedaron cubriendo la mayoría de las superficies óseas (figura 1). Presentan cambios morfológicos y funcionales que conducen a una disminución en la secreción de proteínas clásicas de la matriz. Regulan la composición de la lámina limitante ósea. Junto con los osteocitos, las células de recubrimiento óseo y los procesos celulares que las conectan parecen formar una extensa red homeostática de células capaces de regular la concentración de calcio plasmático a través de mecanismos parcialmente independientes de aquellos relacionados con el sistema de remodelación ósea (3).

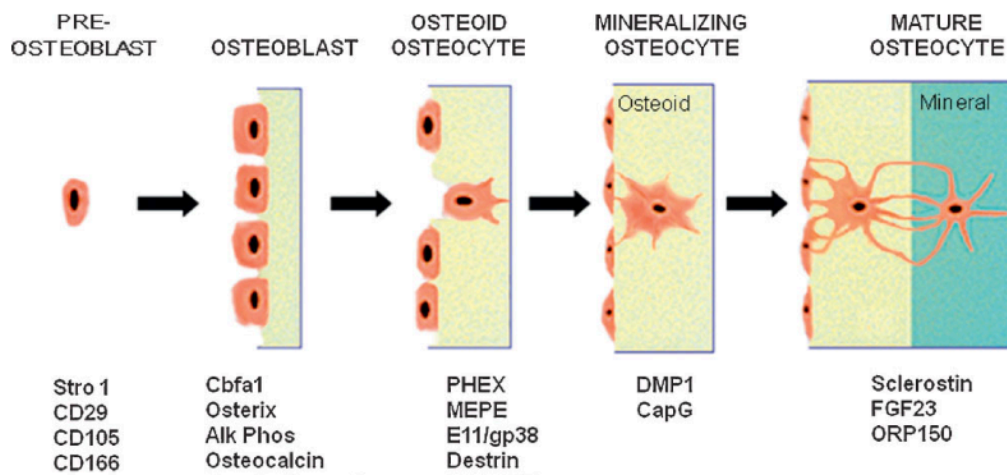


Figura 2: Expresión de marcadores durante la ontogenia de osteoblastos a osteocitos. La célula madre mesenquimatosa expresa marcadores como Stro1, CD29, CD105, CD166 para diferenciarse a OB, que expresan Cbfa1 y Osterix, para la producción de osteoide. La osteocalcina es producida por el osteoblasto tardío y continúa siendo expresada por el osteocito. Por algún mecanismo desconocido, algunas células designadas comienzan a incrustarse en el osteoide y comienzan a extender proyecciones dendríticas, manteniendo conexiones con células ya incrustadas y células de recubrimiento óseo. Moléculas como E11/gp38 y MT1-MMP parecen desempeñar un papel en la formación de dendritas, mientras que moléculas como la destrina y CapG regulan el citoesqueleto. PHEX, MEPE y DMP-1 regulan la biomineralización y el metabolismo mineral. FGF-23 regula la excreción renal de fosfato se encuentra elevado en los osteocitos de animales hipofosfatémicos. La esclerostina es un marcador del osteocito maduro y es un regulador negativo de la formación ósea. ORP150 puede preservar la viabilidad de esta célula en un ambiente hipóxico.

The Amazing Osteocyte (2)

4- Osteoclástos (OC): son células grandes, multinucleadas, de origen hematopoyético del linaje monocito-macrófago (figura 1) (3). Son las encargadas de la reabsorción ósea (2, 3). Degradan el hueso mediante la secreción de ácido y enzimas proteolíticas, como la catepsina K (CTSK), que disuelven el colágeno y otras proteínas de la matriz (figura 3) (4, 6). Muchas citoquinas proinflamatorias (IL-1, IL-6, TNF- α , IL-17, PGL E2) tienen efecto osteoclastogénico mientras que las citoquinas anti-inflamatorias (IL-3, IL-4, IL-10, IL-12, IL-18, IFN) inhiben la diferenciación de los osteoclastos (5). El ligando RANKL-RANK activa la diferenciación de osteoclastos e inhibe su apoptosis, lo que induce a la reabsorción ósea. OPG inhibe la osteoclastogénesis y estimula la apoptosis de OC (figura 4) (1). Las hormonas como la Paratohormona (PTH) y la Vitamina D3 tienen actividad sobre el linaje de OB para estimular las células hematopoyéticas y diferenciarse en OC, produciendo reabsorción ósea, aumentando la calcemia (6).

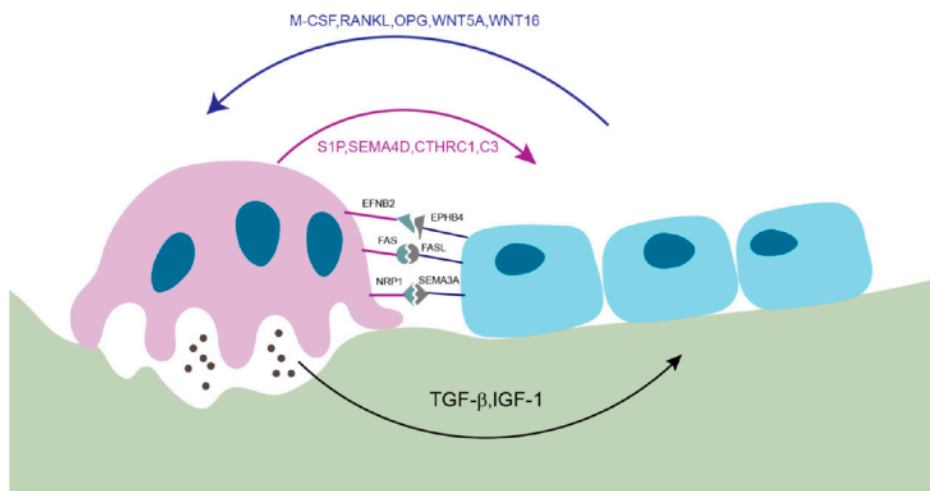


Figura 3: Los OB y OC tienen comunicación directa mediante mediadores químicos para regular la proliferación, diferenciación y supervivencia celular. OC liberan TGF-β para inducir reabsorción ósea y IGF-1 para inducir formación ósea por los OB. Secretan S1P, CTHRC1 y C3 para promover la diferenciación de OB y SEMA4D para suprimirla. OB liberan M-CSF, RANKL, WNT5A para promover la formación y desarrollo de OC y OPG y WNT16 para inhibir su actividad.
Osteoblast-Osteoclast Communication and Bone Homeostasis- Review.

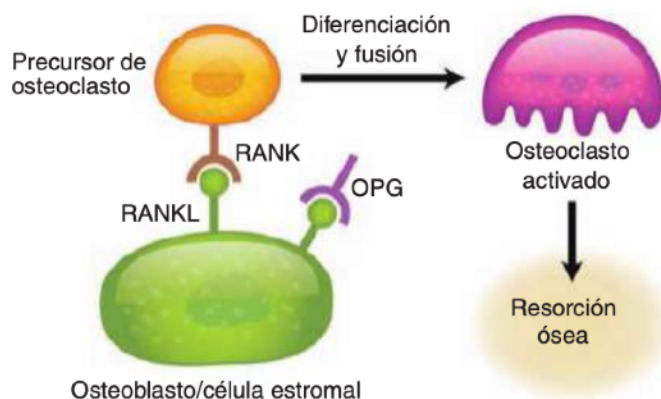


Figura 4: Acoplamiento entre formación y resorción de hueso.
Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry, Seventh Edition. Edited by Tord Berglundh, William V. Giannobile, Niklaus P. Lang, and Mariano Sanz (pág 57).

Remodelado óseo

La remodelación ósea es un proceso en el que los osteoclastos eliminan el hueso viejo o dañado y lo reemplazan con hueso nuevo formado por la mineralización de la matriz osteoide sintetizada por osteoblastos, regulando la calcemia y manteniendo la resistencia mecánica del tejido óseo (2). Este proceso es orquestado por osteocitos, que tienen capacidad mecanoreceptora (1) (5) (6).

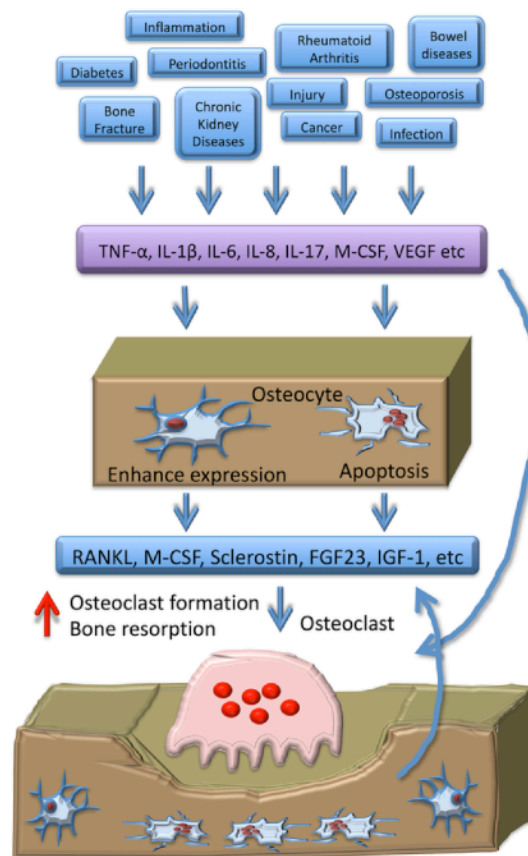


Figura 5: Esquema de los osteocitos regulando la formación de los OC y la reabsorción ósea y su relación con la respuesta inflamatoria.

Osteocyte-Related Cytokines Regulate Osteoclast Formation and Bone Resorption

Se considera que el remodelado óseo se realiza en 4 fases: Fase de **activación** donde precursores de osteoclastos llegan al hueso dañado, Fase de **Reabsorción** donde osteoclastos maduros reabsorben el tejido óseo dañado, Fase de **reversión** donde los osteoclastos mueren y llegan precursores de osteoblastos y Fase de **formación** donde osteoblastos maduros secretan matriz osteoide para su posterior mineralización (1) (2). Este proceso no tiene repercusión en la biomasa ni la fortaleza mecánica del tejido óseo (figura 6). Una desregulación de este balance conduce a enfermedades como la osteoporosis, (post-menopáusica, por glucocorticoides o por diabetes) (3) (4).

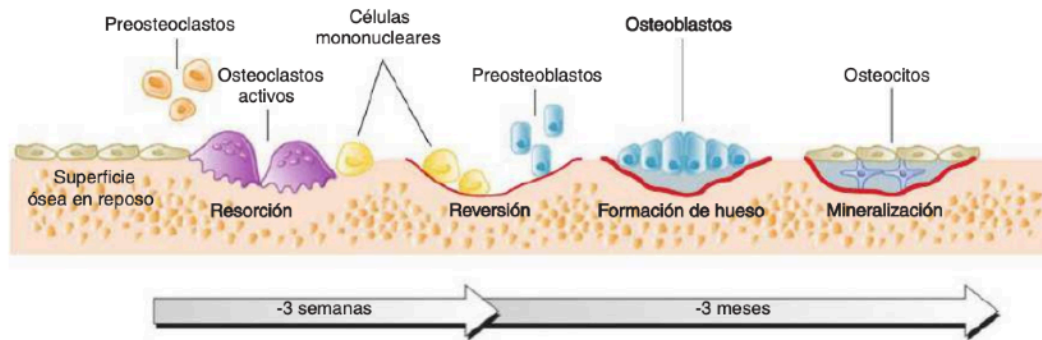


Figura 6: Remodelado óseo, las cuatro fases: Activación, reabsorción, reversión, formación.
Lindhe's clinical periodontology and implant dentistry 7e. 2021. (pág.57)

El Hueso Alveolar (HA)

Formado por el Proceso Alveolar y el Hueso Alveolar propiamente dicho (o bundle bone). Es el tejido óseo que rodea a un diente completamente erupcionado y se forma en armonía con el desarrollo y erupción de los dientes. Está limitado coronalmente por los márgenes óseos de las paredes del alvéolo, mientras que apicalmente delimita una línea imaginaria que corta el fondo del alvéolo perpendicularmente al eje mayor de la raíz. Más allá de dicha línea se encuentra el Hueso Basal de la mandíbula o del maxilar. Su morfología está relacionada con el tamaño y forma de la raíz dentaria, con el sitio de erupción y con la inclinación del diente (3) (7).

El Hueso Alveolar es una parte especializada del maxilar y la mandíbula que forma la estructura de soporte principal de los dientes (figura 7) (7). Comparado a otros tejidos óseos del cuerpo, está sujeto a una remodelación rápida y continua asociada con la erupción de los dientes y a las demandas funcionales de la masticación, importante para la adaptación posicional de los dientes, pero puede ser perjudicial para la progresión de la enfermedad periodontal (2) (3).

Estructura anatómica del proceso alveolar:

Compuesto en su cara interna por el hueso fasciculado, hueso alveolar propiamente dicho o bundle bone (BB), que es un tejido de 0,2 -0,4mm de ancho formado por capas orientadas paralelamente al eje apico-cornonal del diente y se nutre del Ligamento Periodontal, por lo que es un tejido Diente-Dependiente (3) (7). Las fibras de Sharpey se insertan de forma oblicua desde el BB y se

continúan con el Ligamento Periodontal (LP), el cual se inserta en su otro extremo, en el Cemento Radicular (CR) del diente (3, 7, 9). A continuación del BB, en su parte externa, el hueso alveolar está compuesto por un hueso esponjoso, que posee numerosos espacios medulares y algunos pocos espacios endoóseos de hueso cortical, que en algunos sitios se continúan con el LP. Esta porción del HA forma la superficie lingual y bucal del mismo (3) (7).



Figura 7: Proceso Alveolar en la región de un Incisivo lateral Superior.
Alveolar socket healing: what can we learn? Periodontology 2000-Araújo MG, Silva CO, Misawa M, Sukekava F.

Cambios dimensionales post exodoncia

El Hueso Alveolar depende del diente para su preservación (7), por lo tanto luego de la extracción dentaria y del uso de prótesis removibles, se reabsorbe tanto en sentido horizontal como vertical (3), (9). Posterior al una exodoncia de un elemento dentario, la reabsorción vertical se ve limitada, mientras que en sentido horizontal se reabsorbe más del 50%. Esta reabsorción es notablemente mayor por vestibular que por lingual/palatino, dada la diferencia de espesor de ambas tablas (Figura 7 y 8) y es más pronunciada en zona de molares. Estos cambios dimensionales ocurren principalmente en los primeros 3 meses de la cicatrización ósea, aunque la reorganización tisular continúa durante 1 año aproximadamente. El proceso de reabsorción y cicatrización está directamente relacionado con el

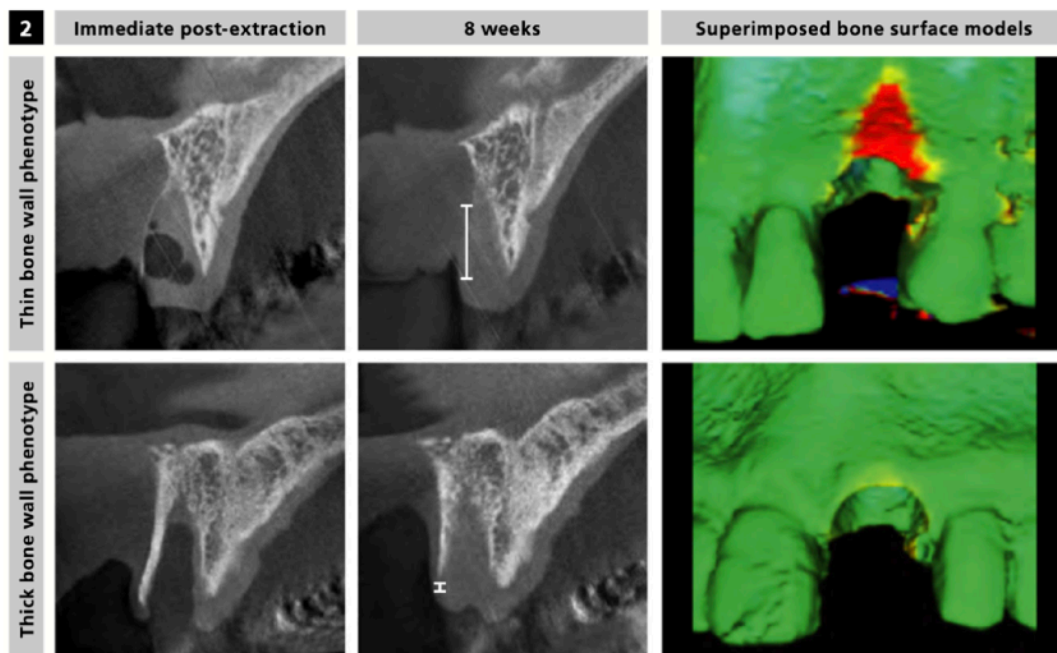


Figura 8. La tabla vestibular presenta un patrón de reabsorción progresivo. En fenotipos finos (Tabla menor a 1mm de espesor) la reabsorción en el primer año es del 62%, mientras que en tablas de un espesor mayor a 1mm (fenotipo grueso) es del 9%. En los primeros 15 días se producen 2/3 de los cambios, en el área central, ya que las crestas proximales se mantienen por los dientes vecinos.

Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites. Periodontology 2000 (9).

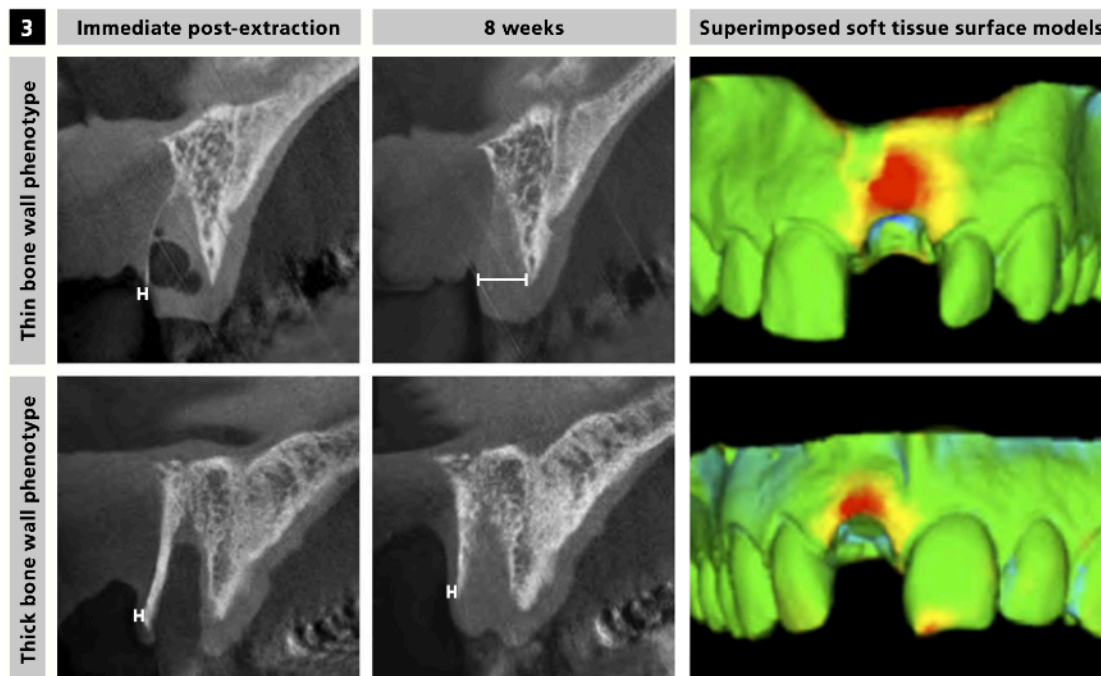


Figura 9: En fenotipos gruesos las dimensiones del tejido blando no cambian significativamente. En fenotipos finos, el espesor del tejido blando aumenta, posiblemente por la rápida reabsorción de la tabla vestibular.

Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites. Periodontology 2000 (9).

trauma quirúrgico, el espesor del BB, la angulación de la raíz, el tamaño del alveolo, la presencia de patologías periapicales, presencia de dientes vecinos, ubicación en la arcada, como así también de las variaciones biológicas de cada individuo (9).

Clasificación de los maxilares edéntulos de acuerdo con los cambios más comunes (figura 10 y 11):

Clase I - dentado; Clase II - inmediatamente posterior a la extracción; Clase III - Alveolo con adecuada altura y ancho; Clase IV - Filo de cuchillo (adecuada altura, inadecuado ancho); Clase V - inadecuado en altura y ancho; Clase VI - pérdida de hueso basal (10).

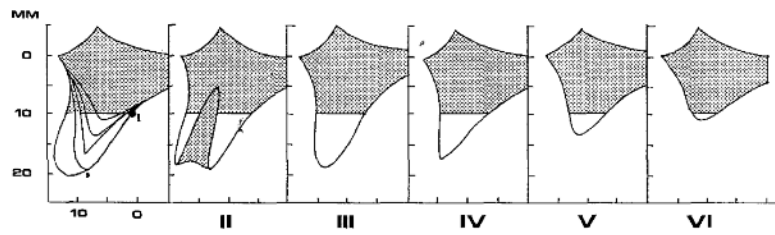
Conclusiones del estudio morfológico de maxilares edentulos:

- (i) el hueso basal no cambia de forma significativamente, a no ser que esté sujeto a efectos locales nocivos como prótesis removibles.
- (ii) El hueso alveolar cambia de forma significativamente tanto vertical como horizontal.
- (iii) En general, estos cambios siguen un patrón predecible.
- (iv) Este patrón varía según el sitio: zona anterior de la mandíbula- pérdida ósea en sentido vertical y horizontal (tabla vestibular). Zona posterior de la mandíbula- pérdida ósea vertical. Zona anterior y posterior del maxilar - pérdida ósea vertical y horizontal de la tabla vestibular.
- (v) la etapa de la pérdida ósea varía entre maxilares y entre las zonas anterior y posterior (10).

Cambios Histológicos en la cicatrización ósea

La cicatrización del alveolo post extracción ha sido estudiada en varios modelos animales y humanos. Se ha dividido el proceso de cicatrización en 3 fases: Inflamatoria, Proliferativa y de Modelado/Remodelado (7, 8, 9).

ANTERIOR MAXILLA



6B

POSTERIOR MAXILLA

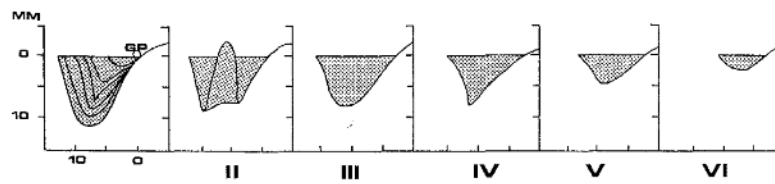
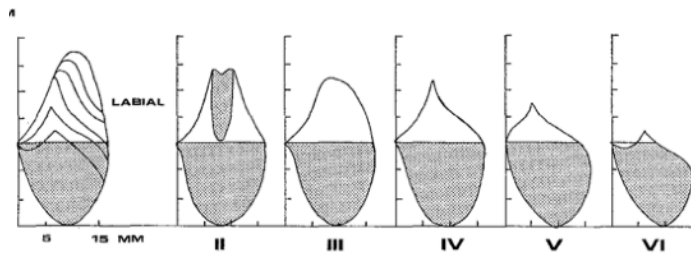


Figura 10. (A) Clasificación del Maxilar Anterior. (B) Clasificación del Maxilar Posterior.
Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1988 Aug;17(4):232-6 (10).

ANTERIOR MANDIBLE



POSTERIOR MANDIBLE

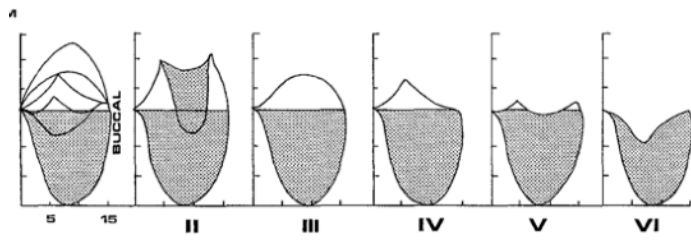


Figura 11. (A) Clasificación de la Mandíbula Anterior (antes del agujero mentoniano). (B) Clasificación de la Mandíbula Posterior (después del agujero mentoniano).
Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1988 Aug;17(4):232-6 (10).

-Fase inflamatoria: se produce primero la formación del coágulo sanguíneo, a minutos de la exodoncia que cohibe la hemorragia. Los polimorfo-nucleares-neutrófilos (PMNN) se han observado en la zona marginal del coágulo en las primeras 24h. A las 72h se puede observar en el centro del coágulo que los eritrocitos comienzan a desintegrarse sufriendo lisis celular. Los fibroblastos de las fibras de Sharpey que se disponen desde la pared ósea hasta entrar en contacto con el coágulo, comienzan a formar el tejido de granulación rico en células y fibras colágenas, dando lugar a la segunda fase de proliferación (7) (8).

-Fase de Proliferación: se divide en 2 subfases: la **fibroplasia**, que se caracteriza por el depósito rápido de matriz provisional, la formación de vasos sanguíneos y la llegada de células osteogénicas que dan lugar a la segunda fase, la **formación de hueso inmaduro**, con aparición de los primeros osteones alrededor de un vaso sanguíneo. Este hueso no tiene resistencia mecánica y se da aproximadamente en los primeros 15 días. La porción marginal del alveolo se observa cubierta por tejido conectivo con presencia de muchos vasos sanguíneos y células inflamatorias (7) (8).

-Fase de Modelado/remodelado: Cambio del hueso joven por hueso maduro. La diferencia entre ambos términos es que el Modelado, se produce primero y presenta cambios en la forma y arquitectura del tejido óseo, mientras que en el segundo los cambios en la composición ósea no modifican forma y arquitectura. El modelado del tejido óseo en extracciones simples unitarias se da mas en la porción central de la cara vestibular. Esto es así porque el hueso interproximal sigue irrigado por los dientes vecinos. En un corte observado a los 30 días, se observa un tejido conectivo rico en fibras bien organizadas, cubierta por epitelio queratinizado. En abundantes sitios del alveolo, se observa la nueva formación de tejido óseo con gran cantidad de osteones primarios, continuos a las paredes del alveolo, con presencia de osteoclastos. Entre los 60 y 90 días se observa hueso joven separado de la mucosa marginal. En la zona apical se observa la médula ósea con adipositos, vasos sanguíneos y células inflamatorias. A los 90

días el hueso joven es remplazado por hueso laminar, mientras que el hueso viejo es remodelado (8). Después de 120 y 180 días, la zona marginal es cubierta por capas de hueso laminar. El colágeno de la mucosa se han insertado en la cortical ósea y el periostio se observa estable. El hueso mineralizado esta compuesto por hueso joven y hueso laminar. En la zona apical se observa la médula ósea bien organizada, con muchos adipocitos, pocas células inflamatorias y un limitado numero de trabéculas de hueso laminar (7) (8).

Factores estimulantes de crecimiento

La respuesta inicial en la cicatrización está regulada por señales moleculares (factores de crecimiento (FC) y citoquinas) tales como factores de crecimiento derivados de plaquetas, factores de crecimiento derivados de insulina, factor de crecimiento transformador beta y FC de fibroblastos. Éstos inician la migración, diferenciación y proliferación celular interactuando unos con otros vía ligando-receptor. Actúan como señales mitóticas y angiogénicas en el estadio temprano de la cicatrización ósea. Fisher y colaboradores evaluaron la expresión de factores de crecimiento en ratones. Observaron que (i) FC-2 de los fibroblastos estaba presente en altos niveles en en la etapa temprana de antes de decrecer; (ii) factor de crecimiento endotelial se mantiene constante durante toda la cicatrización; (iii) FC derivado de plaquetas A se incrementa en los primeros días de cicatrización; (iv) FC transformador Beta1 presenta leve crecimiento durante la fase temprana; y (v) la proteína morfogenética del hueso 2 (MBP-2) se observa cuando los precursores de osteoblastos se acumulan y comienzan a proliferar. Trombelli y colaboradores evaluaron la actividad de la proteína morfogenética del hueso durante el proceso de cicatrización ósea. Los resultados demostraron que aumentaban las concentraciones en la etapa inicial e intermedia dando lugar a un periodo de modelado y remodelado por el depósito de hueso joven en la matriz provisional (7).

Resumen esquemático de los estadios de cicatrización ósea y el patrón temporal de las células inmunes y de la expresión de citocinas y factores de crecimiento.

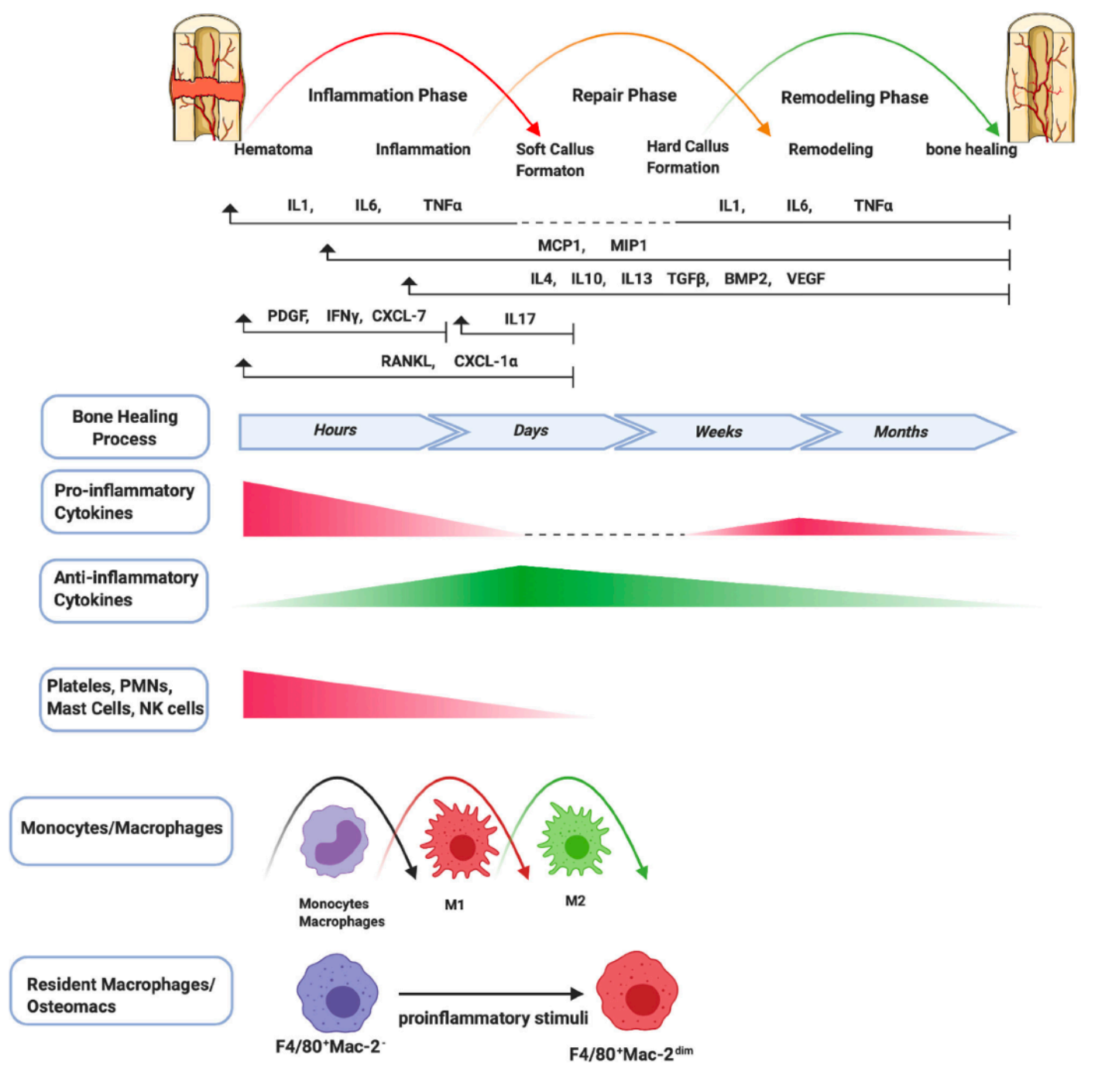


Figura 12: La cicatrización ósea puede considerarse en 3 fases: inflamatoria, de reparación y de remodelado, que pueden dividirse en 6 subfases: hematoma, inflamación, formación de callo blando, formación de callo duro, remodelado, cicatrización ósea. Luego de una injuria ósea, las células inmunes (PMNNs, NKs, mastocitos) y plaquetas (no son realmente células porque carecen de núcleo) secretan citocinas y quimiocinas para reclutar monocitos/macrófagos. Las citocinas pro-inflamatorias (IL-1, IL-6, TNFα) son señales esenciales en la fase temprana. En la fase inflamatoria se liberan citocinas antiinflamatorias (IL-4, IL-10, IL-13) que controlan la inflamación. El TNFα vuelve a incrementar en la fase reparativa y en la fase de remodelado vuelven a incrementar las Citocinas Pro-inflamatorias.

Modulation of the Inflammatory Response and Bone Healing. Frontiers in (8).

Diagnóstico clínico y planificación de la terapia implantológica

Muchos factores desempeñan papeles importantes en la estabilidad de un implante a corto y largo plazo. Éstos incluyen factores relacionados con la salud sistémica y del sitio receptor del implante (morfología ósea y la cantidad y calidad del tejido blando del sitio receptor), con las fuerzas ejercidas sobre el implante y los tejidos circundantes, con el sistema y tipo de implante elegido, y con los procedimientos quirúrgicos, protésicos y de mantenimiento (11) (12).

Factores de riesgo sistémicos

Para identificar alteraciones y enfermedades, del pasado y/o actuales, que puedan interferir en el tratamiento. Los factores de riesgo sistémicos es posible dividirlos en factores de muy alto riesgo y en factores de riesgo significativo (11) (12).

- Factores sistémicos de muy alto riesgo para la terapia implantológica: artritis reumatoidea, osteomalacia, osteogenesis imperfecta. Pacientes inmunocomprometidos, pacientes poco colaboradores, consumidores de drogas (12).
- Factores de riesgo significativo: La diabetes no controlada (es especial Tipo I), Desórdenes sanguíneos (anticoagulados), pacientes con Radioterapia, fumadores (12).

Diabetes: en particular la Tipo I, hay problemas microvasculares, alteraciones en la respuesta inmune, una alteración en la cicatrización de heridas, y un aumento del porcentaje de implantes perdidos. Cuando la diabetes es controlada, se puede realizar la cirugía (11) (12).

Bisfosfonatos (BF): Reducen la actividad osteoclástica y tiene actividad antiangiogénica por inhibir la producción del factor de crecimiento endotelial, alterando la remodelación ósea, lo que conduce a una osteonecrosis. Tiene alta afinidad por la hidroxiapatita, por lo que es rápidamente incorporado al esqueleto y por lo cual tienen alta tasa de vida media (Lindhe 7 edición, 575-576). Por lo tanto, el riesgo también está determinado al tiempo que pasó desde que el paciente usó BF. La dosis por vía endovenosa son una contraindicación absoluta para la terapia con Implantes Dentales. En pacientes que consumen BF por vía Oral, no hay reportes significativos de fallas de implantes ni de osteonecrosis (12).

Desordenes sanguíneos: es importante una buena cicatrización (11).

Radioterapia: Pacientes con Cáncer, deben ser tratados y estabilizados previo a la terapia con Implantes. Pacientes que han recibido radioterapia de cabeza y cuello (dosis $\geq 60\text{Gy}$) son considerados de alto riesgo para desarrollar osteonecrosis. La radioterapia afecta el sistema vascular que produce hipoxia en las células óseas y fibroatrofia (12).

Tabaco: No son una contraindicación absoluta, sino que se le debe informar al paciente el alto riesgo de fracaso en la osteointegración y en la posibilidad de desarrollar peri-implantitis (12)..

Mal hábito de higiene oral: Es una contraindicación colocar implantes en pacientes poco colaboradores hasta que se revierta la situación, ya que es alta la posibilidad de desarrollar periimplantitis (11) (12).

Edad: contraindicación absoluta en pacientes que no completaron su crecimiento óseo (Lindhe 7° Edición, pág. 579). Se debe solicitar el estudio del túnel carpeano cuando se está en duda si el paciente completó su desarrollo (11) (12).

Protocolo en pacientes periodontales

Pacientes con enfermedades del periodonto que deseen colocarse implantes, deben tratarse previamente para luego evaluar el tipo de rehabilitación apropiada. Un paciente con diagnóstico de periodontitis puede estar tratado con éxito y estable, pero será considerado paciente periodontal de por vida, por lo que la sesiones de mantenimiento deben ser pactadas previamente, entendiendo que el tiempo entre unas y otras puede modificarse acorde a la situación clínica actual de cada individuo (11).

La periodontitis es una enfermedad inflamatoria crónica, multifactorial, desencadenada por un biofilm disbiótico, de múltiples sitios y estadios, afectada por factores hereditarios, sociales y psíquicos, por lo que se considera un factor de muy alto riesgo para desencadenar mucositis y periimplantitis y debe ser tenido en cuenta en el plan de tratamiento (13).

Análisis del sitio receptor de implante

Para una rehabilitación con implantes, es necesario una exhaustiva exploración del sitio y del sistema estomatognático. Se deben evaluar los siguientes parámetros: causa de la pérdida dentaria (caries, fractura, enfermedad periodontal, agenesia), morfología ósea del sitio receptor (defecto óseo, limitaciones y riesgos anatómicos), cantidad y calidad del tejido blando (encía queratinizada, profundidad del vestíbulo, presencia de frenillos y bridas cicatrizales, fenotipo gingival), estado endodóntico, reconstructivo, periodontal y nivel de inserción clínica de los dientes vecinos, espacio interdental e interoclusal, hábitos parafuncionales, oclusión, análisis de la sonrisa (11).

El implante es guiado protéticamente, por lo tanto es preciso realizar la toma de fotografías y de modelos de estudios que permiten diagnósticos más certeros para diseñar el plan de tratamiento definitivo. Las imágenes radiográficas de elección para el diagnóstico son las brindadas por la Tomografía de Haz Cónico (Cone Beam) que permiten evaluar ancho y altura del tejido óseo como también reparos anatómicos vecinos en un sentido tridimensional (11).

- **Fenotipo Periimplantario**

El fenotipo periimplantario está compuesto por el espesor de la mucosa queratinizada, el espesor de la mucosa periimplantaria, el espesor de los tejidos supracrestales (**tejido blando**) y por el ancho del tejido óseo periimplantario (**componente óseo**). Podemos considerarlo como los tejidos tridimensionales que rodean al implante y que es significativamente relevante para la salud. Por lo tanto, es requisito analizar clínicamente el sitio previendo tratamientos que precisaran su modificación cuando fuera necesario (14).

Tejido blando Periimplantario y su impacto en la estética:

Ancho de la mucosa queratinizada (MQ): medida en sentido ápico coronal, desde el margen de la mucosa hasta la unión muco-gingival. El mínimo requerido para mantener la salud periimplantaria es 2mm. La ausencia de MQ ha sido asociada a acúmulo de biofilm, inflamación de la mucosa y recesión, por lo que se considera un factor de riesgo para mucositis y periimplantitis (11) (14).

Espesor de la mucosa: Se refiere al espesor horizontal de la mucosa periimplantaria, que puede o no estar queratinizada. Para enmascarar los materiales protésicos, es necesario un mínimo de 2mm. Por otro lado, un fenotipo delgado es propenso a una mayor remodelación ósea y recesión de la mucosa. En caso de dehiscencia ósea o espesor delgado, la modificación del fenotipo periimplantario a través de un aumento de tejido conectivo es una alternativa (11) (14).

Tejidos Supracrestales: Se refiere a la dimensión vertical de los tejidos blandos alrededor del implante. Va desde el margen mucoso hasta la cresta alveolar. Clínicamente se mide con sonda periodontal y está formado por el Epitelio del Surco, el Epitelio de Unión y el Tejido Conectivos Supracrestal. Un espesor mayor a 2mm tiene un efecto de protección contra la pérdida ósea. Es importante hacer una correlación entre el Fenotipo Periodontal y el Fenotipo Periimplantario. Los

tejidos supracrestales ≥ 5 mm presentan mayor riesgo de desarrollar mucositis comparado con < 3 mm (14).

Nivel del Margen Mucoso: Se corresponde al Margen Gingival. Cuando el nivel del Margen está apical con respecto a los dientes vecinos, hay una disminución del espesor mucoso, de los tejidos supracrestales o una combinación de éstos, hay una Dehiscencia de Tejido Blando Periimplantario (peri-implant soft tissue dehiscence/deficiency [PSTD]). Ésto puede ser sólo un inconveniente estético, o comprometer la salud de los tejidos. Factores relacionados a las PSTD: inadecuado tejido queratinizado o espesor mucoso, mal posición del implante, prótesis sobrecontorneadas, cepillado traumático (14). Zucchelli y col. redactaron una clasificación de las deficiencias bucales de un implante sin periodontitis (PITD) (15). Cuando analizamos el sitio receptor, debemos analizar la cantidad y calidad de la mucosa queratinizada en sentido horizontal y vertical, presencia de frenillos y profundidad del vestíbulo (14).

Ancho del Tejido óseo Periimplantario: es el tejido óseo que rodea al implante osteointegrado y sostiene los tejidos blandos. Es importante analizar la morfología del sitio receptor y sus posibles tratamientos para la colocación de un implante. Hay evidencia suficiente, de que las dehiscencias periimplantarias están asociadas con futuras reabsorciones óseas, resección mucosa y periimplantitis. A través de una Regeneración Ósea Guiada (ROG) se puede modificar el morfotipo delgado en uno más favorable para la estabilidad a largo plazo del contorno óseo y los tejidos blandos (14).

- **Morfología del defecto óseo:**

Luego de una extracción, un trauma, o secuela de una enfermedad periodontal, el tejido óseo se atrofia y reabsorbe produciendo defectos óseos. Según sea el tipo de defecto será el protocolo de implantación a utilizar. Hay diferentes clasificaciones propuestas (16).

Clasificación de Seibert (17):

Clasificación de Seibert (1983)

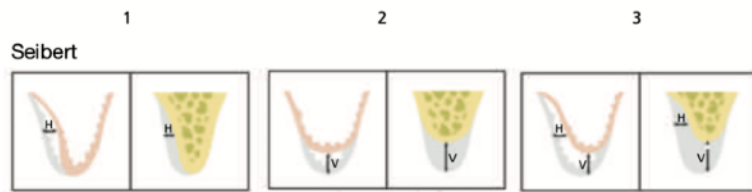


Figura 13. Clase 1: defecto horizontal (H)- Clase 2: defecto vertical (V)- Clase 3: defecto combinado (V + H). Lindhe 7 edición, (Pág. 1059)

Clasificaciones del defecto de reborde para un protocolo quirúrgico de tratamiento:

Clase 1: no es necesario un aumento de tejidos duros. El implante puede ser colocado en la posición ideal protéticamente guiado. A veces puede ser necesario un aumento de tejido blando (Figura A y B respectivamente) (16).

Clase 1

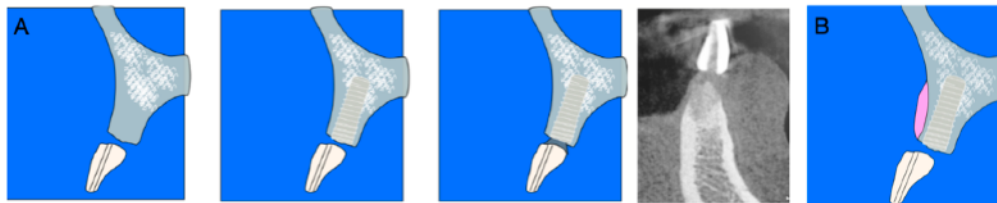


Figura 14: Chiapasco M, Casentini P. Horizontal bone-augmentation procedures in implant dentistry: prosthetically guided regeneration. Periodontology 2000. 2018 Feb 25;77(1):213-40 (16)

Clase 2: El implante puede ser colocado en la posición ideal protéticamente guiado pero es necesario un aumento de tejidos duros. A veces puede ser necesario un aumento de tejido blando (Figura A y B respectivamente) (16).

Clase 2

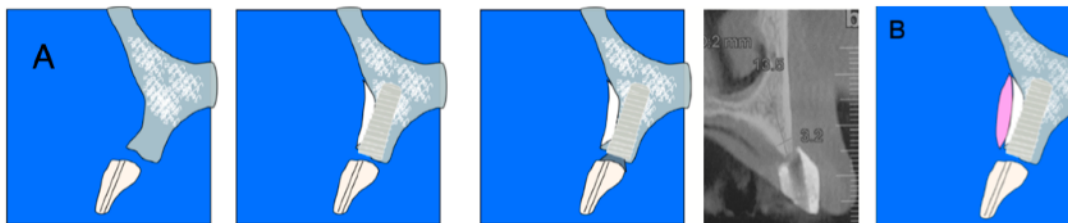


Figura 15: Chiapasco M, Casentini P. Horizontal bone-augmentation procedures in implant dentistry: prosthetically guided regeneration. Periodontology 2000. 2018 Feb 25;77(1):213-40.

Clase 3: hay atrofia pronunciada del reborde en sentido horizontal, por lo que el implante no puede ser colocado en la posición ideal. Debe realizarse la ROG y cumplido el tiempo de cicatrización, realizar la cirugía del implante (16).

Clase 3

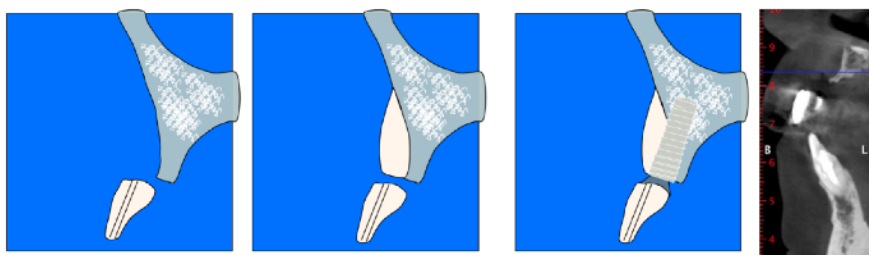


Figura 16: Chiapasco M, Casentini P. Horizontal bone-augmentation procedures in implant dentistry: prosthetically guided regeneration. *Periodontology* 2000. 2018 Feb 25;77(1):213–40.

Clase 4: hay atrofia en sentido vertical y horizontal. Se debe regenerar el tejido óseo y, cumplido el tiempo de cicatrización, realizar la colocación del implante en la posición correcta (16).

Clase 4:

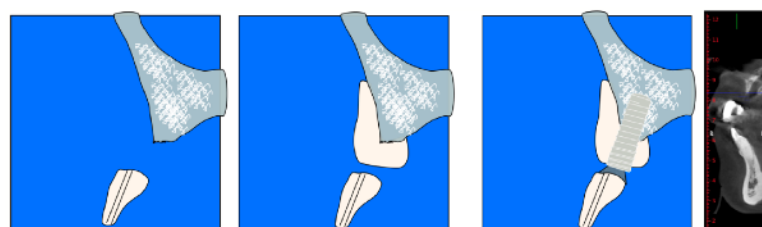


Figura 17: Chiapasco M, Casentini P. Horizontal bone-augmentation procedures in implant dentistry: prosthetically guided regeneration. *Periodontology* 2000. 2018 Feb 25;77(1):213–40.

Clasificación de Terheyden (2010) de los defectos alveolares define el patrón de reabsorción característico luego de una exodoncia. Los tipos de defectos se agrupan en 4 cuartos que relacionan cantidad de hueso perdido con la posición del futuro implante.

En la **etapa inicial**, la tabla vestibular se reabsorbe menos del 50% de la longitud del futuro implante. Estos defectos suelen ser contenidos, y se les denomina

dehiscencias en presencia de un implante (1/4). La progresión de la reabsorción da lugar a un **filo de cuchillo**, en el cual no se perdió altura pero la tabla vestibular se reabsorbió mas del 50% de la altura del futuro implante (2/4). **Disminución parcial de la altura ósea** (3/4) que termina en una **disminución completa de la altura del reborde** (4/4) (18).

Clasificación de Terheyden (2010)

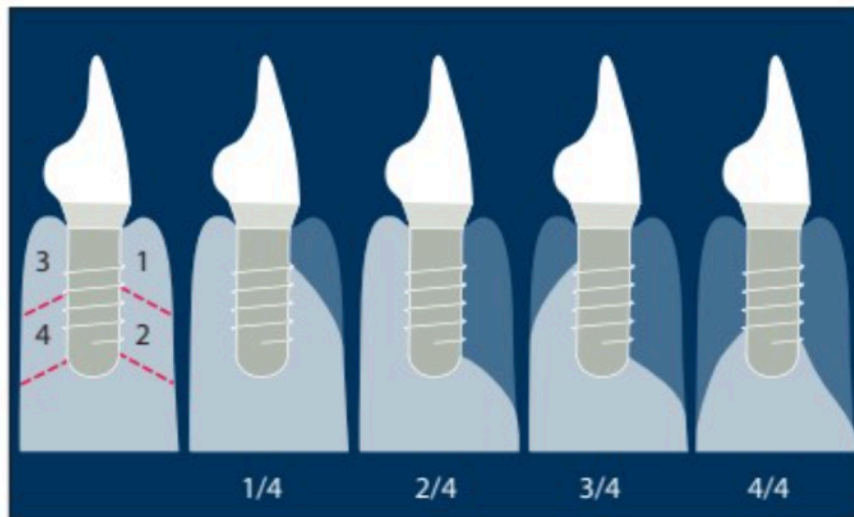


Figura 18: Clasificación de Terheyden (2010).

Pabst A, Kämmerer PW, Tröltzsch M, Al-Nawas B. Implantologische Indikationen zur Anwendung von Knochenersatzmaterialien. Zahnmedizin up2date. 2022 Apr;16(02):121–33.

Clasificación de Benic y Hämmerle del alveolo post-extracción (2014)

Clase 0: ausencia o mínimo defecto óseo- **Clase 1:** paredes alveolares intactas para recibir el implante- **Clase 2:** defecto de una pared. Las paredes alveolares proveen estabilidad para la ROG y el implante.- **Clase 3:** defecto de una pared. Las paredes alveolares proveen estabilidad para la ROG y el implante. **Clase 4:** defecto óseo horizontal que requiere ROG previo a la colocación del Implante. **Clase 5:** defecto vertical y horizontal que requiere ROG previo a la cirugía del implante (17).

Clasificación de Benic y Hämmerle

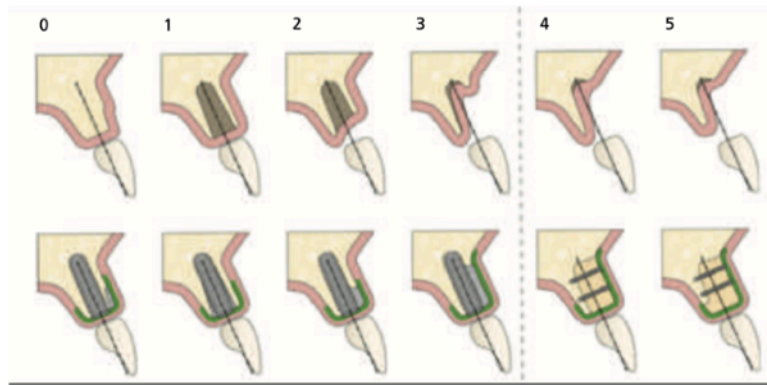


Figura 19: Lindhe 7 edición, Pan. 1059-1060

Tratamiento de incremento del tejido óseo:

Tratamientos que se llevan a cabo para preparar el terreno para la colocación de un implante. Pueden abordarse diferentes técnicas, para preservar los tejidos existentes o aumentarlos de ser necesarios (19).

Preservación Alveolar (PA)

El término Preservación Alveolar (PA) hace referencia a procedimientos desarrollados en el alveolo post-extracción con el objetivo de (19) (20):

- Limitar los cambios dimensionales del alveolo post extracción, para facilitar la colocación de un implante (evitando regeneraciones óseas extensas) y para la optimización del contorno alveolar en puentes,
- Promover la formación de nuevo tejido óseo dentro del alveolo,
- Promover la cicatrización de tejido blando y la preservación del contorno alveolar.

La mayoría de las técnicas de la PA pueden dividirse en dos categorías (20) :

- Utilizando sustitutos óseos solos o en combinación con factores de crecimiento,
- Utilizando membranas reabsorbibles o injerto de tejido blando para sellar la entrada del alveolo, en combinación o no con un sustituto óseo seguido de una cicatrización por primera o segunda intención.

Numerosos estudios han demostrado que los alveolos tratados con PA demuestran menores cambios dimensionales que los que cicatrizan sin estos procedimientos. Revisiones sistemáticas y meta-análisis han demostrado que la PA en comparación con sitios no tratados reduce la reabsorción ósea entre un 0.79–1.72 mm en altura y 0.73–2.96 mm en ancho. Se consensuó que la PA puede prevenir 1.5–2.4 mm en sentido horizontal, 1–2.5 mm en sentido vertical, en la media vestibular, y 0.8–1.5 mm en sentido vertical en la media lingual comparando los alveolos post extracción sin tratamiento (20).

Revisiones sistemáticas realizadas por Avila- Ortiz y col. (2019) determinaron ventajas al usar membranas de colágeno reabsorbible comparado con el uso solo de sustitutos óseos, para la preservación del ancho del alveolo. La PA puede ser considerada en casos de alto riesgo de reabsorción con pérdida del tejido blando y duro (tabla vestibular menor a 1mm, fenotipos finos), para facilitar y simplificar el tratamiento del futuro implante, o para mejorar los resultados estéticos de una restauración protética. La decisión sobre el uso o no de estos procedimientos debe realizarse previo a la extracción, evaluando un estudio radiográfico 3D para un correcto plan de tratamiento (20).

Uno de los objetivos principales de la PA es promover la cicatrización fisiológica del alveolo con formación de tejido óseo, mitigando al mismo tiempo las alteraciones morfológicas del alveolo, otorgando un tejido duro y blando estable para la rehabilitación protésica. Sin embargo, aunque la PA es mas efectiva previniendo los cambios dimensionales, tiene beneficios limitados en lo que refiere a la neoformación ósea, comparado con la cicatrización natural. Plasma rico en factores de crecimiento es el único biomaterial en el cual se observa mayor cantidad de nuevo tejido óseo que en alveolos no tratados (19) (20).

Los sustitutos e injertos óseos tienen propiedades osteoconductoras. Actúan como andamio que provee estabilidad al coágulo en la fase temprana de cicatrización promoviendo factores osteoinductivos que inducen la diferenciación de células mesenquimáticas en osteoblastos que producen nuevo tejido óseo. Idealmente, un sustituto debe poder ser reabsorbido y sustituido gradualmente por la neoformación ósea. Un injerto de baja tasa de sustitución posee ventajas para preservar el volumen, pero desventajas en la nueva formación de tejido

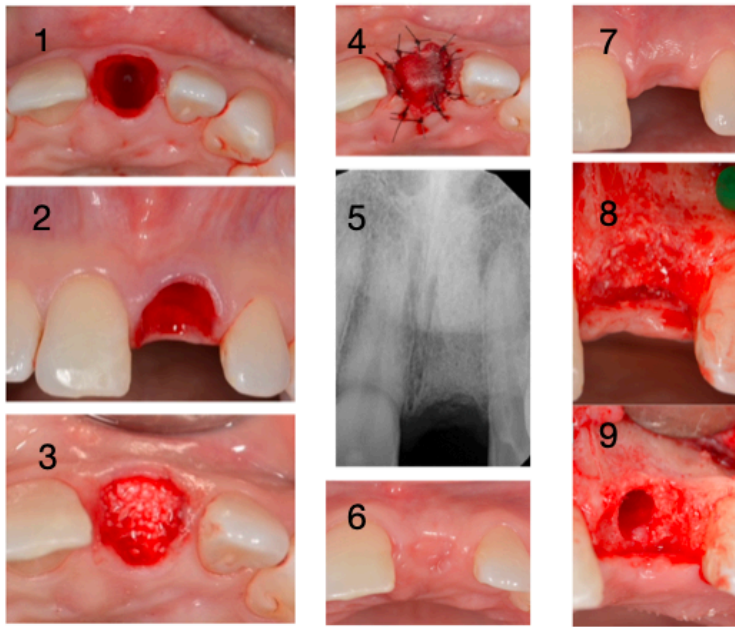


Figura 20: Secuencia clínica de una Preservación Alveolar. 1, 2-Exodoncia mínimamente invasiva, 3-relleno del alveolo con xenoinjerto, 4-sellado del alveolo con matriz colágeno de origen porcino, 5- control radiográfico, 6,7-fotos clínicas posterior a los 6 meses. 8-Foto del tejido óseo previo y 9- posterior al fresado para la colocación del implante.
Is alveolar ridge preservation an overtreatment? (20)

duro. Por el contrario, injertos con alta tasa de sustitución favorecen la neoformación de tejido pero no son eficaces en las propiedades mecánicas ni en mantener el volumen (20) (21).

Regeneración Ósea Guiada (ROG)

Procedimientos que se utilizan para realizar un aumento de reborde alveolar previo o simultáneo a la colocación de un implante dental, dependiendo de la clasificación del defecto óseo. Desde el punto de vista biológico, muchos factores locales y sistémicos influyen en esta terapia (19) (21).

El principio de la ROG

Hace 30 años, Schenk y col. describieron desde un punto de vista histológico que el uso de membranas de barrera podía guiar la formación y maduración del hueso en defectos óseos de mandíbulas en caninos, simulando los mismos pasos de la osificación intramembranosa. Hoy es sabido que para que la regeneración ósea se lleve a cabo es importante un contenido celular

(osteoprogenitoras e inmuno-inflamatorias), un andamio (coágulo sanguíneo) que facilite el depósito de matriz provisional, señales moleculares, aporte sanguíneo y estabilidad mecánica que permita la maduración del hueso joven en hueso laminar maduro (figura 21) (21).

El principio básico de la ROG es la utilización de membranas como barreras en combinación con injertos y sustitutos óseos que proveen estabilidad dimensional al defecto del reborde alveolar cuyo objetivo es prevenir la rápida migración celular y el colapso de tejido blando, otorgando estabilidad al injerto óseo. Es sabido que si hay micromovimientos entre los biomateriales y el hueso se genera una fibrosis y no hay neoformación ósea (21).

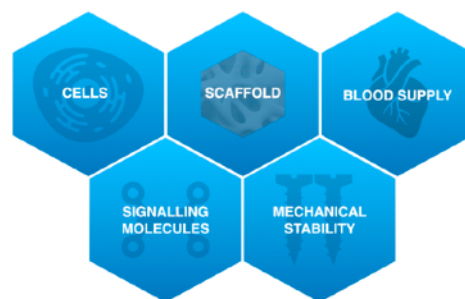


Figura 21: Requisitos para la ROG- *Bone regeneration in implant dentistry: Which are the factors affecting the clinical outcome?* Periodontology 2000 -Nikolaos Donos, Aliye Akcali, Ninad Milind Padhye, Sculean A, Calciolari E. (21)

ROG simultáneo a la colocación de implante dental

El uso de ROG con la colocación de implantes puede satisfactoriamente lograr la estabilidad de un implante en la posición correcta en personas con defectos óseos. La técnica es predecible y ofrece resultados reproducibles (21).



Figura 22: Factores que afectan la ROG. (traducido al español)
Bone regeneration in implant dentistry: Which are the factors affecting the clinical outcome?
 Periodontology 2000 -Nikolaos Donos, Aliye Akcali, Ninad Milind Padhye, Sculean A, Calciolari E. (21)

Implante sumergido vs no sumergido

Fiorellini y col. demostraron radiográficamente que la reabsorción de la cresta ósea no se veía influenciada por la técnica empleada (sumergido / no sumergido) en implantes colocados sin ROG. Similares hallazgos fueron encontrados histológicamente por Weber y col. y Hermann y col. (21).

En implantes colocados con ROG simultanea, se sugirió que no sumergirlos adicionaban un riesgo de contaminación de los biomateriales por la imposibilidad de lograr el cierre primario de la herida. Por el contrario, con la tapa cicatrizal se podía otorgar estabilidad a la membrana reabsorbible y mantener el espacio del defecto. Ante el uso de membranas no reabsorbibles es indispensable sumergir el implante, aun en diseños no sumergidos (ej. tissue level) porque el riesgo de contaminación por exposición al medio bucal es mayor (21).

Elevación de piso del Seno Maxilar

El seno maxilar es uno de los cuatro senos paranasales (figura 23), que son cavidades neumáticas revestidas por un epitelial pseudo estratificado, ciliado, que tienen como función humidificar el aire. La membrana que cubre el seno maxilar se denomina membrana de Schneider y está formada por epitelio, tejido conectivo laxo muy vascularizado y tejido conectivo denso (22).

El Seno maxilar tiene forma de pirámide truncada, con base hacia las fosas nasales y vértice hacia la apófisis cigomática. El piso del seno maxilar está en íntima relación con las raíces de molares y premolares por lo que tras la exodoncia de estos elementos sufre alteraciones. La irrigación proviene de la arteria alveolar posterior superior, de la infraorbitaria y arteria nasal posterior, ramas de la arteria maxilar interna. Generalmente se anastomosan en la pared lateral del seno. Entre el 24% y 48% de los senos poseen un septum (pared intrasinusal) que es más frecuente en personas edéntulas (figura 21) (22).

Luego de una extracción dentaria de dientes posteriores que están en íntima relación con el seno maxilar, éste se pneumatiza, es decir, se expande lateral e inferiormente (Cavalcanti y col. 2018). Esto esta acompañado de una atrofia

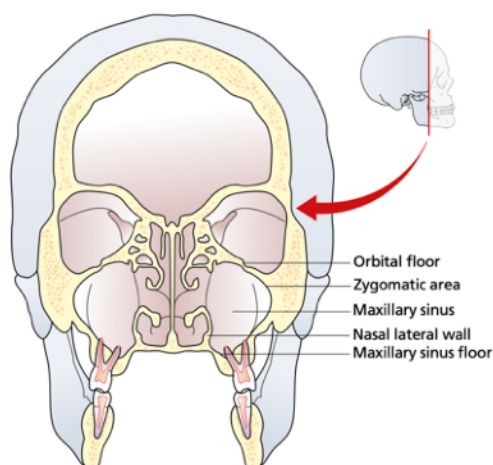


Figura 23: Sección frontal del complejo craneo-facial. Nótese los límites anatómicos del seno maxilar.
Lindhe's clinical periodontology and implant dentistry 7e. 2021. (Png. 1090)

vertical y horizontal del reborde atribuida a la falta de estímulo por ausencia de la oclusión (Schropp y col. 2003). De ser posible, cuando los dientes están presentes, se debe considerar la posibilidad de realizar una preservación alveolar para minimizar el remodelado óseo (Avila-Ortiz y col. 2019; Tonetti y col. 2019), la pneumatización y consecuentemente, reducir al necesidad de elevación del piso (Rasperini y col. 2010; Levi y col. 2017; Park y col. 2019). Otra opción alternativa es colocar un implante corto ($\leq 6\text{mm}$) (22).

La elevación del Piso Seno Maxilar (EPSM) es una intervención quirúrgica que se realiza con el propósito de ganar volumen óseo en maxilares edéntulos, atróficos, desplazando el piso del seno hacia apical, elevando la membrana de Schneider con o sin un injerto o sustituto óseo (22) (23).

DIAGNÓSTICO, PLAN DE TRATAMIENTO y EVALUACIÓN DE LA DIFICULTAD DEL CASO

Los pacientes que necesitan una elevación de seno maxilar deben ser evaluados apropiadamente a nivel clínico y radiográfico, con una CBCT (24) que se extienda hasta la órbita, con el objetivo de observar no solo el maxilar superior sino también para evaluar todo el complejo sinusal. Es extremadamente importante en la primer consulta recolectar toda la información de posibles afecciones sinusales, como obstrucciones nasales, trauma facial, infecciones sinusales,

alergias, disfunciones de olfato y gusto, relatos de molestias en los cambios de presión atmosférica, enfermedades crónicas respiratorias, cirugías nasales previas, cicatrices, deformidades faciales, respirador bucal. Si en la anamnesis alguno de estos síntomas están presentes, es necesario consultar con un otorrinonaringólogo (25). En la Tabla 1 se muestra una anamnesis específica para intervenciones que involucren en seno maxilar (25).

Tabla 1- Anamnesis específica del Seno Maxilar

PACIENTE		FECHA	
HISTORIA MÉDICA		SI	NO
1	¿ALERGIAS?		
2	¿ENF. CRÓNICA RESPIRATORIA?		
3	¿RESPIRA POR AMBAS FOSAS NAALES?		
4	¿ALGUNA VEZ TUVO ENF. DE OIDO, NARIZ O GARGANTA?		
5	¿USA SPRAY NASAL?		
6	¿TIENE O SUFRIO SINUSITIS?		
7	¿CONSULTO UN OTORRINON. O TUVO CIRUGIA FACIAL?		
8	¿SE LE TAPAN LOS OIDOS?		
9	¿SIENTE MAL SABOR EN LA ZONA DE LAS MUELAS SUPERIORES?		
EVALUACIÓN RADIOLÓGICA			
10	¿Se observa en la RX una correctamente los senos maxilares?		
11	¿Es el complejo sinusal evidente?		
12	¿Algún signo radiopaco en los maxilares?		
FIRMA			

Hsu Y, Rosen PS, Choksi K, Shih M, Ninneman S, Lee C. **Complications of sinus floor elevation procedure and management strategies: A systematic review.** *Clinical Implant Dentistry & Related Research* (25)

Un correcto diagnóstico con la selección apropiada del paciente es indispensable para evitar complicaciones quirúrgicas y post-quirúrgicas. El perfil facial del

paciente debe evaluarse antes de la cirugía: los pacientes con una cara corta tienden a tener una pared sinusal gruesa y un proceso cigomático con una inclinación coronal más pronunciada por lo que los pacientes que presentan dimensiones faciales cortas son más difíciles de tratar en comparación con los pacientes con dimensiones faciales más largas. Las dimensiones de la boca de un paciente, la facilidad para retraer las mejillas y el lado que se va a operar también juegan un papel importante en la visibilidad/accesibilidad del operador al campo quirúrgico. Además, la extensión de la región edéntula y el grosor de la pared lateral son otros factores importantes que deben evaluarse antes de la cirugía. Como regla general, el edentulismo de corta duración es más difícil de tratar que los pacientes edéntulos de larga duración. El examen preoperatorio de radiografías tridimensionales puede proporcionar información sobre el espesor de la pared lateral del seno, el espesor de la membrana, la presencia y dirección de los tabiques sinusales, la presencia y ubicación de la arteria antro- alveolar (anastomosis entre ramas de la arteria alveolar postero-superior y de la

Tabla 2 - Factores asociados a la dificultad de la elevación de piso de seno

Riesgo de perforación	0	1	2
Factores anatómicos			
Espesor de la membrana	1.5-2.0 mm	0.8-1.49, 2,01-2,99 mm	<0.8, >3mm
Presencia de septum	Ausencia	1 septum	Multiple septum
Dirección del septum	Ausencia	Medio lateral	Antero posterior
Altura del septum	Ausencia	<6mm	≥6mm
Tipo de edentulismo y posición de la raíz			
Altura ósea residual	> 4mm		<4mm
Angulo entre la pared media y lateral	> 60°	30°-60°	< 30°
Arteria alveolar (diametro)	< 1mm	1- 2mm	> 2mm
Espesor de la pared lateral	< 1mm	1- 2mm	> 2mm
Localización del arco cigom.	Apical		Coronal
Dehiscencia ósea	Ausente	En la pared bucal	En reborde o pared media

Riesgo de perforación	0	1	2
Factores del paciente			
¿Fumador?	No		Sí
¿Sinusitis crónica?	No		sí
Fenotipo gingival	Grueso $\geq$ 1mm		Fino $<$ 1mm
Acceso quirúrgico (AQ)	Amplio		Pequeño
AQ según la mano del operador	Misma Mano mismo sitio	Mano contraria al sitio	
Procedimiento simple			0 -8 puntos
Procedimiento moderado			9 - 16
Procedimiento complejo			> 17 puntos

Hsu Y, Rosen PS, Choksi K, Shih M, Ninneman S, Lee C. **Complications of sinus floor elevation procedure and management strategies: A systematic review.** *Clinical Implant Dentistry & Related Research* (25)

infraorbitaria), la presencia de dehiscencia ósea y variaciones anatómicas (25). En la tabla 2 se muestran datos precisos a observar para evaluar el riesgo quirúrgico.

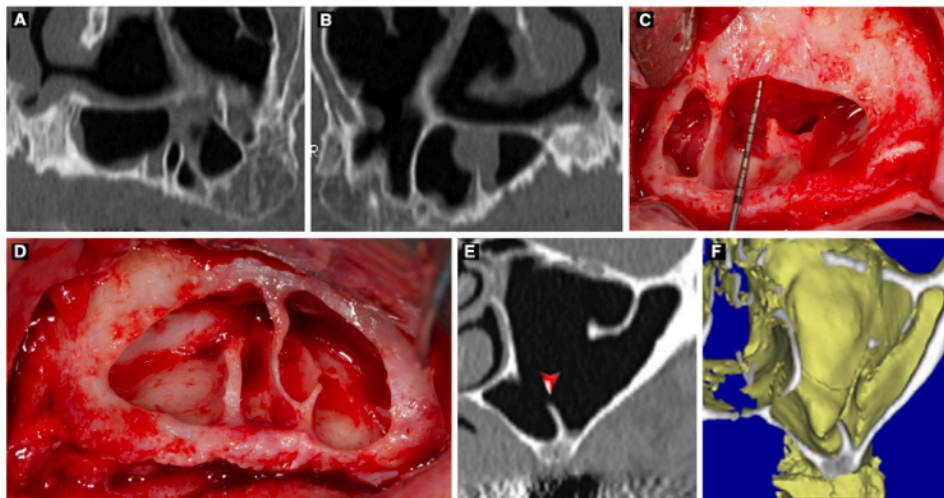


Figura 24: Imagen radiográfica de una CBCT y fotográfica de un seno maxilar con múltiples Septums
How to avoid intraoperative and postoperative complications in maxillary sinus elevation

Posibles técnicas de abordaje: trans-alveolar, ventana lateral, ventana palatina, ventana crestal, con o sin injerto óseo, con o sin la colocación de un implante simultáneo (22).

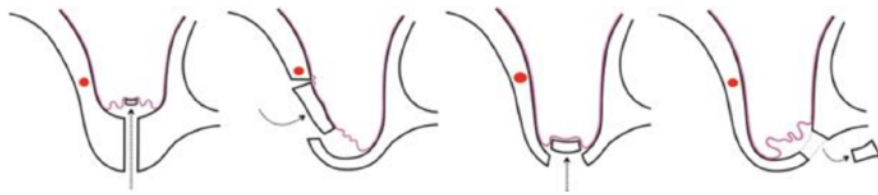


Figura 25: Abordaje de elevación de piso de seno. Imagen esquemática de la arteria alveolar.
Lindhe's clinical periodontology and implant dentistry 7e. 2021. (1097)

Las técnicas más utilizadas en la actualidad son la Técnica de Summers y la Ventana Lateral, con o sin la colocación inmediata del implante. La Figura 26 muestra las recomendaciones de las diferentes técnicas acorde al tejido óseo residual observado en una Cone Beam.

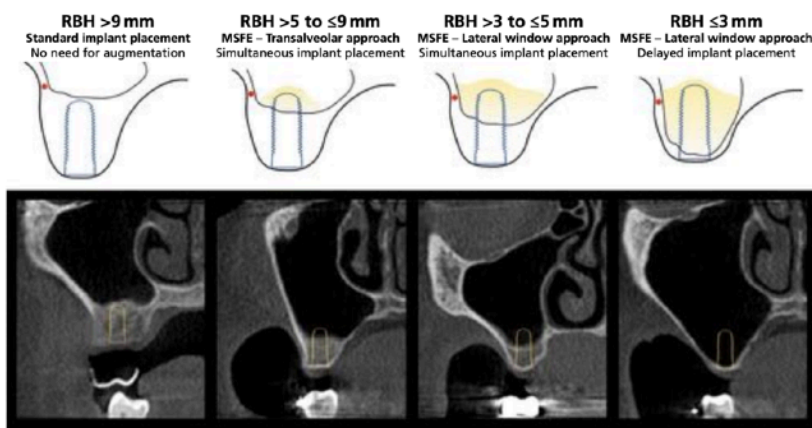


Figura 26: Recomendaciones para la indicación de diferentes técnicas y protocolo de implantación en función al CBCT.
Lindhe's clinical periodontology and implant dentistry 7e. 2021. (pág.1099)

- **Abordaje trans-alveolar o Técnica de Summers:**

En 1994, Summers propuso una técnica que permitía la elevación del suelo del seno desde un acceso crestal utilizando un instrumento llamado osteotomo, junto con la colocación inmediata del implante. La cantidad mínima de altura ósea necesaria varía entre 4 y 6 mm, para lograr una estabilidad primaria adecuada (23). El suelo sinusal debe ser plano y el ancho de hueso crestal adecuado para la instalación simultánea del implante (22).

Los pacientes con antecedentes de alteraciones del oído interno y vértigo posicional no son buenos candidatos para una técnica transalveolar por el uso

del martillo. En cuanto a las contraindicaciones locales, la presencia de septums robustos, un suelo sinusal pronunciado (inclinación $>45^\circ$) y la proximidad de las paredes lateral y medial del seno pueden no ser adecuados para esta técnica, ya que existe un alto riesgo de perforación de la membrana sinusal (22) y desprendimiento de córnea.

La técnica de Summers puede realizarse con o sin injertos y sustitutos óseos. Nedir realizó la colocación de implantes de 10 mm en zonas de 6 mm de altura ósea mediante una técnica de osteotomo convencional, sin utilizar biomateriales regenerativos. Con el tiempo, el autor observó la formación ósea espontánea alrededor del ápice de los implantes, con una tasa de supervivencia del 100 % durante un seguimiento de 3 años. Además, se confirmó la estabilidad del hueso neoformado. La formación ósea espontánea puede deberse a un fenómeno llamado “regeneración ósea guiada por periostio” descrito por primera vez por Lundgren, donde la membrana sinusal se eleva y se mantiene sobre el ápice de los implantes, o mediante sutura, sin biomateriales, generando un espacio que luego se llena con un coágulo de sangre y posteriormente es colonizado por osteoblastos de las paredes óseas adyacentes del seno maxilar, así como de la membrana de Schneider (23).

La técnica puede realizarse con incisión y elevación de un colgajo de espesor total, o realizando un punch (corte circular) del tejido queratinizado del reborde alveolar. Luego se utiliza una fresa esférica de 2 mm para crear un orificio piloto en el sitio donde se colocará el implante. Con una fresa helicoidal se perfora el hueso hasta 2 mm antes del piso del seno. Se expande la osteotomía de 0,5 mm a 1,5 mm menos que el tamaño del implante a colocar, con una serie de osteótomos de mayor calibre. Si se utiliza un sustituto óseo, se coloca y compacta a través de la osteotomía realizada, previo a la colocación del implante (22) (26). Esta técnica es menos invasiva, se realiza en menos tiempo, se puede colocar el implante reduciendo a una sola cirugía (22, 23, 26). Como desventaja, existe la posibilidad de perforar la membrana sin advertirlo. Cuando se fractura el piso del seno, se percibe un cambio en la resistencia del hueso y un sonido diferente (26).

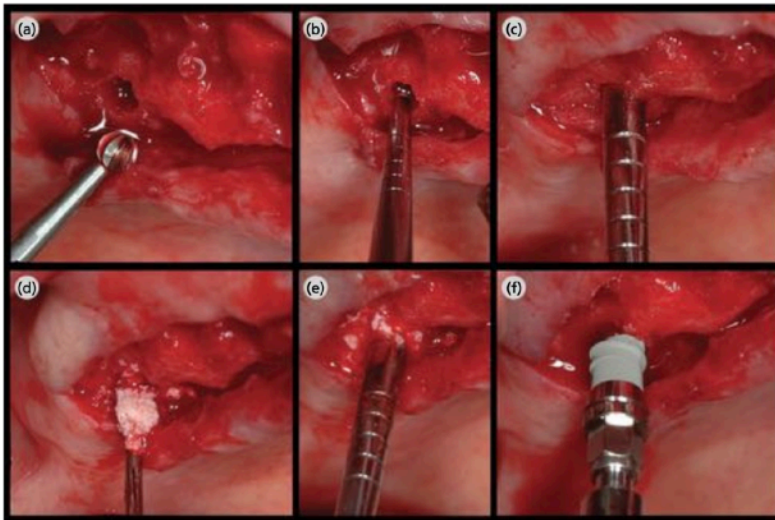


Figura 27: Secuencia de la técnica de Summers. (a) elevación de un colgajo de espesor total, (b) osteotomía, (c) expansión ósea con ostetomo, (d) biomaterial, (e) ostentomo final, (f) colocación del implante
Lindhe's clinical periodontology and implant dentistry 7e. 2021. (pág.1113)

• Ventana lateral

La ventana lateral está indicada para la regeneración de espacios edéntulos en el maxilar posterior que presentan una altura ósea reducida (≤ 5 mm), lo cual puede ser incompatible con la colocación estándar de implantes o la técnica transalveolar con colocación simultánea de implantes (22). Fue desarrollada por el Dr. Hilt Tatum, Jr en 1970 y publicada por Boyne and James en 1980 (26).

Se levanta un colgajo de espesor total para exponer la pared lateral del seno y luego se realiza una osteotomía para crear una ventana, a través de la cual se accede al seno para elevar la membrana de S. y poder colocar los biomateriales óseos. Cuando la altura ósea es de 3 a 5 mm, se puede colocar simultáneamente el implante. Si la altura ósea es inferior a 3mm y no se puede lograr la estabilidad primaria del implante, se realiza la elevación del piso para luego (de 6 a 10 meses) colocar el implante en la posición correcta. La ventana lateral es cubierta

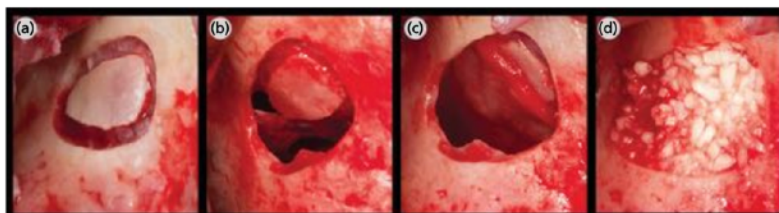


Figura 28: (a) ventana ósea marcada, (b) perforaciones de la membrana al intentar elevarla, (c) membrana de colágeno para sellar las perforaciones, (d) aloinjerto
Lindhe's clinical periodontology and implant dentistry 7e. 2021. (pág.1110)

con una membrana de colágeno para proteger los biomateriales, aunque si es de tamaño reducido puede ser cubierta con el colgajo (26).

Biomateriales: selección de sustitutos óseos y membranas

- **Membranas**

La función de la membrana es mantener el espacio del defecto y funcionar de barrera para las células epiteliales, favoreciendo que las células osteoprogenitoras generen nuevo tejido óseo. Estas membranas deben cumplir criterios específicos para promover la regeneración de la cresta edéntula como biocompatibilidad, oclusión/porosidad, patrón de reabsorción, bioactividad, capacidad de mantener el espacio, fácil manipulación, tolerancia a la exposición (18) (21) (27) (28) (29) (30) (31).

- Biocompatibilidad: que no tenga efectos tóxicos o perjudiciales sobre el individuo. Las membranas no reabsorbibles, tienen menos probabilidades de causar algún tipo de reacción a diferencia de las membranas reabsorbibles, en las cuales se liberan productos de degradación (21) (27) (28) (30) (31).
- Porosidad: las membranas deben cumplir su función de barrera, y al mismo tiempo permitir el pasaje de oxígeno, fluidos, sustancias bioactivas que actúen en la neoformación ósea. Existen membranas con micro-poros (5–20 μm), que limitan el pasaje de células pero permiten el pasaje de sustancias químicas, biomoléculas y virus, porosidad moderada (membranas no reabsorbibles $\leq 100 \mu\text{m}$) que permite el pasaje de células, bacterias y la integración del tejido, y macro-poros (membranas no reabsorbibles $> 100 \mu\text{m}$), que permite el pasaje libre de bacterias, virus, células, químicos y promueve la integración y migración del tejido (21) (27) (28) (31).
- Estabilidad e integración con los tejidos: la estabilidad del coágulo es un requisito para la ROG. Micromovimientos entre el hueso y los biomateriales dan como resultado una fibrosis tisular. La estabilidad e inmovilización de las membranas y los sustitutos óseos, son de crucial importancia para mantener el

espacio, por lo que existen diferentes métodos fijación: pines, tornillos de titanio, suturas (21) (27) (28) (30).

- Patrón de reabsorción: una membrana reabsorbible ideal debe ser reabsorbida gradualmente mientras se forma y madura el nuevo tejido óseo, y sus productos de degradación no deben interferir en el procesos regeneración. Hay evidencia que sugiere que la exposición de membrana a la cavidad bucal, así como la reabsorción prematura, pueden alterar el procesos de ROG (21) (27) (28).
- Bioactividad: Las membranas no funcionan simplemente como barreras para prevenir la migración de células no deseadas, sino que también se comportan como compartimentos bioactivos que promueven directamente los eventos biológicos que sustentan la formación ósea. Varios estudios preclínicos indicaron que tanto las membranas reabsorbibles como las no reabsorbibles son capaces de promover y dirigir el proceso regenerativo ya que hospedan células que expresan y secretan factores pro-osteogénicos y osteo-promotores (21) (27) (28) (30) (31).
- Capacidad de mantener el espacio: para evitar el colapso de los tejidos (27) (30) (31)

Según su capacidad de ser degradadas, se clasifican en Reabsorbibles y No Reabsorbibles (27) (29) (30) (31).

•**Membranas no reabsorbibles (MNR):**

Son útiles en grandes defectos óseos, defectos no contenedores y en regeneraciones verticales de reborde. Su uso está limitado por la necesidad de una segunda cirugía para removerla, y por la alta tasa de complicaciones post-operatorias, ya que su rigidez puede producir una deshiscencia de tejido blando provocando exposición al medio bucal con contaminación de la herida (27) (28) (29) (30) (31). En 1986, Gottlow y colaboradores implantaron la membrana de politetrafluoretileno (PTFE) en 10 pacientes. Las PTFE son el material base de la

mayoría de las MNR. Constituidas por una base de polímero no ramificado, lineal, semicristalino en combinación con carbon y flúor. Son extremadamente resistente a productos químicos (alcohol, bases, etc) por el estrecho vínculo entre el carbon y el flúor. Tiene bajo coeficiente de fricción. De todos modos, Korzinskas y colegas demostraron reacción inflamatoria comparado con las membranas de colágeno (27). Siempre necesitan ser fijadas con tornillos o **screws**, y luego del periodo de cicatrización (9 meses) deben ser retiradas (28).

Acorde a los requerimientos clínicos, las PTFE se modificaron en:

- politetrafluoretileno extendido (e-PTFE)
- politetrafluoretileno de alta densidad (d-PTFE)

Las **e-PTFE** son creadas por extrusión de fibras de las PTFE. Éstas pueden resultar en dos tipos, según la orientación de estas fibras. Mono-direccionales (fibras orientadas en una sola dirección) o Multi-direccionales (fibras en múltiples direcciones), esto crea una estructura de fibra compleja que proporciona al material una resistencia excepcional tanto en dirección longitudinal como transversal. Su producción en combinación con un lubricante da como resultado una estructura de material microporoso caracterizada por nodos de conexión que están interconectados por fibrillas longitudinales de menos de 0,5 μm de diámetro. El grado de porosidad de un material de e-PTFE se puede controlar mediante la distancia entre los nodos. La estructura porosa facilita el transporte de nutrientes y ha demostrado su estabilidad clínica y excelente biocompatibilidad (27). Aunque todavía existe controversia con respecto a la relación entre el tipo de membrana y la tasa de exposición, una revisión sistemática mostró una incidencia significativamente mayor de exposición a la membrana para las membranas no reabsorbibles (20%) que para las membranas reabsorbibles (5%) (32). Las membranas convencionales de e-PTFE demostraron un efecto de barrera débil contra la infección bacteriana después de la exposición de la membrana, lo que aumenta la dificultad del cuidado postoperatorio y el riesgo de falla en la regeneración ósea (27) (28) (31).

En contraste, las **d-PTFE** son membranas menos porosas. Se considera que esta estructura densa es eficaz para prevenir la invasión bacteriana y al mismo tiempo

conserva el potencial de difusión de oxígeno y transporte de moléculas pequeñas (27). La remoción de la d-PTFE es más simple que la e-PTFE (27) (31). Sin embargo, se observó en algunos estudios mayor acumulación de biofilm en las membranas de d-PTFE, lo que sugiere que la infección bacteriana parece no estar relacionada solo con la porosidad (29) (33). Trobos y col. evaluaron in vitro una nueva membrana bicapa de e-PTFE. Poseen una capa externa porosa que se integra con el tejido, y una capa interna oclusiva que cumple el rol de membrana (27), lo que genera una mejor resistencia a la permeabilidad bacteriana y la formación de biopelículas que el d-PTFE (33).

Membranas reforzadas con titanio: Aunque el e-PTFE y el d-PTFE han demostrado una función de barrera y un mantenimiento del espacio adecuados, los espacios osteogénicos que crean son propensos a deformarse bajo presión ante grandes defectos óseos clínicos verticales, lo que es perjudicial para la regeneración ósea (27). Para superar esta deficiencia se han creado membranas reforzadas con titanio para lo que se inserta un esqueleto de titanio con alta resistencia y rigidez en la membrana de PTFE otorgando una excelente plasticidad y estabilidad de volumen. Actualmente, las membranas reforzadas con titanio son un material de elección, ya que proporcionar un espacio osteogénico de volumen estable para promover la regeneración del tejido óseo (27) (31) (34). En un meta-análisis reciente, se consideró que el d-PTFE reforzado con titanio, soporta la mayor regeneración ósea vertical con una baja tasa de complicaciones, considerándose la mejor opción para GBR (27) (35).

Mallas de Titanio: Tradicionalmente, las mallas de titanio se han utilizado principalmente para estabilizar los injertos y para mantener la morfología y el volumen óseo y no para proporcionar una función de barrera. Debido a la gran estabilidad de volumen, son indispensables en el tratamiento de defectos óseos verticales u horizontales grandes. Demuestran alta resistencia y rigidez y también exhiben buena plasticidad, lo que les permite adaptarse perfectamente a diversos defectos óseos mediante flexión y conformación (27). Tienen una tasa de exposición postoperatoria significativamente menor que la mayoría de las membranas de barrera y, por lo general, no es necesario retirarla inmediatamente

porque la infección no suele ocurrir después de la exposición (27). Una revisión sistemática de las mallas de titanio para la reconstrucción del hueso alveolar observó una tasa media de éxito del 89,9 %, una tasa media de supervivencia del 100 % y una tasa de fracaso del 0 % (36). Las mallas de titanio pueden ser fabricadas mediante impresión 3D y otras tecnologías digitales y suelen denominarse **jaulas de titanio** (Figura 18). Esto permite un ajuste perfecto al defecto óseo y evita las consecuencias indeseables de una colocación incorrecta (27). Un estudio clínico que involucró a 40 pacientes (65 sitios de implante) demostró que la malla digital de titanio redujo significativamente la resorción ósea vertical y horizontal postoperatoria y tuvo un buen desempeño en el mantenimiento de la estabilidad del tejido duro. En esta investigación, la tasa de exposición de las mallas digitales de titanio fue solo del 10 % (37). Se suele utilizar la combinación de malla de titanio + membrana de PTFE o de colágeno, donde la membrana proporciona mantenimiento del espacio y la malla de titanio proporciona estabilidad del volumen (27) (31).

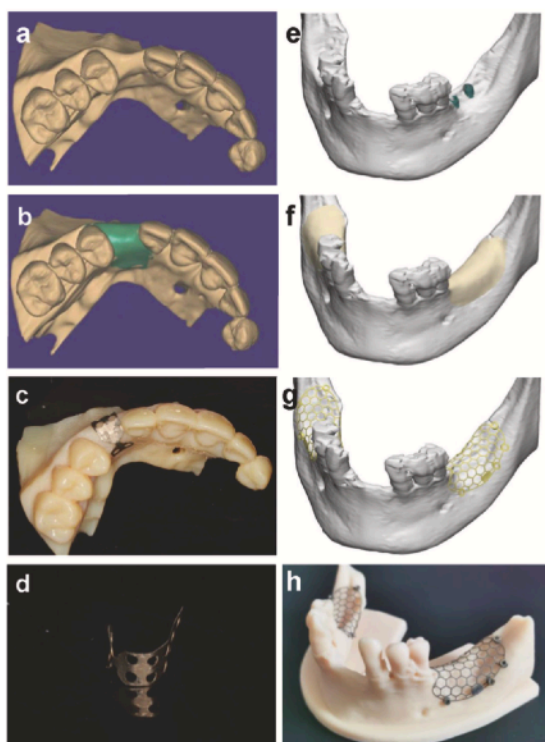


Figura 29: Procedimiento digital para la preparación de mallas de titanio.

Rasia-dal Polo M, Poli PP, Rancitelli D, Beretta M, Maiorana C. Alveolar ridge reconstruction with titanium meshes: A systematic review of the literature. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*. 2014;e639–46.

•**Membranas reabsorbibles (MR):**

Son membranas que por actividad enzimática se reabsorben en semanas. Son muy usadas en defectos periimplantarios pequeños como deshiscencias y fenestraciones y en regeneración ósea horizontal. Son de fácil manipulación y no requieren segunda cirugía. Poseen menos propiedades mecánicas que las membranas no reabsorbibles, lo cual implica una desventajas (27) (28) (29) (30) (31). Participan en el proceso de regeneración porque atraen células que secretan moléculas y factores de crecimiento que participan en la neoformación ósea y para aumentar la durabilidad y su capacidad de oclusión/porosidad se usan técnicas en múltiples capas (27) (29) (31). Presentan una doble capa, una compacta que contacta con el hueso y previene el paso de células epiteliales, y otra porosa que contacta con el tejido blando y favorece su integración (27).

Según su origen se clasifican en **polímeros sintéticos** (poly (lactic acid) (PLA), (polyglycolic acid) (PGA), poly (ϵ -caprolactone) (PCL)) y **polímeros naturales** a base de colágeno tipo I y tipo III, de origen porcino y bovino (27) (30) (31).

Membranas de origen sintético: surgen como una alternativa a las MNR y a las MR de colágeno (31). Son altamente personalizables, lo que permite un control preciso de la forma, el espesor, la porosidad, la resistencia mecánica y las propiedades de degradación, ajustando la estructura química y las condiciones de preparación (27) (31). Aunque la mayoría de los polímeros sintéticos se consideran no citotóxicos y degradables, todavía tienen el riesgo de fuertes reacciones inflamatorias causadas por oligómeros y subproductos ácidos liberados durante la degradación (ejemplo, PCL), así como el período de degradación demasiado largo (2 a 3 años) (27).

Membranas de origen natural: La característica más sorprendente es su bioactividad inherente, que da como resultado una alta biocompatibilidad y un microambiente más beneficioso de regeneración de tejidos. Al mismo tiempo, los polímeros naturales plantean nuevos problemas relacionados con reacciones inmunogénicas parcialmente fuertes, procesos de purificación complejos y el riesgo de transmisión de enfermedades (27) (30) (31).

El colágeno presenta alta biocompatibilidad debido a su soporte estructural y a sus propiedades regenerativas, acelerando el proceso de cicatrización y cierre de la herida. Los más utilizados son colágeno tipo I y tipo III de origen bovino y porcino (27) (30) (31). Presentan baja tasa de exposición, baja tasa de reacción tisular inflamatoria, excelente adhesión, angiogénesis y quimiotaxis de fibroblastos, pre-osteoblastos y células que participan en la neoformación de hueso (bioactividad) (27) (28) (29) (30) (31).

Existen muchas marcas en el mercado con diferencias químicas y estructurales. Bio-Guide es la más importante y estudiada. Compuesta de colágeno porcino tipo I y III. Estructuralmente presenta una bicapa, compuesta de una capa densa, que continua intacta a los 60 días de colocada la membrana, y una capa porosa que se degrada rápidamente (Figura 30). Esta estructura permite cumplir la función oclusiva de membrana, permitiendo el paso de moléculas necesarias para la ROG (27) (30).

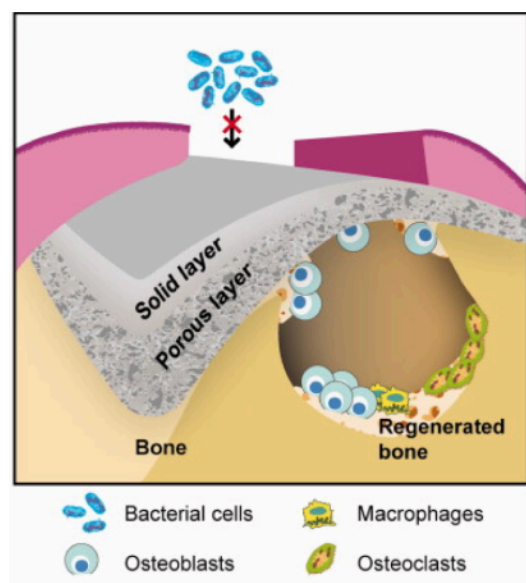


Figura 30 : esquema de una membrana de colágeno con sus dos capa.
 Sasaki JI, Abe GL, Li A, Thongthai P, Tsuboi R, Kohno T, et al. Barrier membranes for tissue regeneration in dentistry. *Biomaterial Investigations in Dentistry*.

Membranas de colágeno modificadas:

- **fente de colágeno:** el colágeno se puede extraer de la dermis de mamíferos (60%- 70%), de tendones (85% de colágeno tipo I) y de pericardio (31). La

mayor fuente de colágeno es bovino y porcino, porque son los animales más consumidos en la industria alimentaria (27) (28) (30) (31). Se están estudiando animales marinos (27).



Figura 31: Figura muestra la técnica de doble capa de la ROG con membrana de colágeno reabsorbible.

- **estrategias de reticulación de colágeno:** la baja resistencia mecánica y la rápida degradación de las membranas colágenas son sus principales desventajas. La reticulación inhibe el deslizamiento entre moléculas de colágeno bajo presión mediante la introducción de enlaces covalentes o no covalentes intra e intermoleculares, lo que aumenta la rigidez, la resistencia a la tracción, el módulo de compresión y la extensibilidad reducida de las fibras de colágeno. Al mismo tiempo, la reticulación intermolecular mejora la resistencia del colágeno contra la degradación enzimática al enmascarar el sitio de escisión del colágeno (27). Estos procedimientos pueden inducirse mediante una variedad de técnicas:

. Estrategias físicas: Comprenden principalmente irradiación deshidrotérmica (DHT) y ultravioleta (UV). Ambos procesos no requieren la incorporación de ningún agente químico evitando la amenaza de toxicidad biológica. Los rayos UV inducen la formación de radicales libres altamente reactivos, que median la formación de enlaces covalentes basados en carbonilo intra y extrafibrilares en aminoácidos aromáticos. Este método es altamente germicida, ya que la luz

ultravioleta destruye el material genético de los microorganismos, pero se produce desnaturalización del colágeno, que contrarresta el efecto estabilizador. La presencia de agua en la reticulación UV es necesaria para iniciar la producción de radicales libres. Se ha afirmado que no se pueden lograr altas densidades de reticulación mediante la inducción UV únicamente y estas membranas están limitadas principalmente por la dificultad de lograr propiedades mecánicas satisfactorias en comparación con la reticulación química. Por lo tanto, se utiliza a menudo como método auxiliar, en combinación con otros métodos de reticulación (27).

La DHT es otro método físico común para la reticulación del colágeno que implica la exposición a altas temperaturas en condiciones de vacío para provocar la formación de enlaces intermoleculares de amida y éster a través de la deshidratación. La temperatura y el período de este tratamiento son los principales reguladores del grado de reticulación. Es bien sabido que la densidad de reticulación aumenta con la temperatura y el tiempo dentro de un cierto rango. Sin embargo, las temperaturas y los períodos de procesamiento excesivos pueden provocar la alteración de la estructura de triple hélice del colágeno, lo que normalmente deteriora las propiedades mecánicas. Chen y colaboradores demostraron que las propiedades mecánicas de las membranas de colágeno se veían gravemente afectadas cuando la temperatura del tratamiento con DHT excedía los 145°C o el tiempo de tratamiento excedía los 5 días. Actualmente se acepta generalmente que la temperatura óptima para la DHT es de alrededor de 140-150°C. Nakada y col. demostraron que el tratamiento térmico excesivo da como resultado poca o ninguna infiltración celular del material de colágeno y una gran cantidad de células gigantes de cuerpo extraño alrededor del material. Su estudio de 2017 demostró que el tratamiento térmico a 140°C durante 6 h favorece la formación de hueso nuevo y la regeneración de fibras gingivales, lo que se considera un resultado favorable para la ROG. Este resultado también está respaldado por el estudio de An y col. donde las membranas DHT mostraron una mejor resistencia enzimática y resistencia a la tracción además de exhibir una buena integración tisular in vivo. Así, la DHT muestra potencial para producir membranas de barrera, especialmente para manipular materiales gruesos que son difíciles de tratar con UV (27).

. Estrategias químicas: El glutaraldehído fue el agente químico más utilizado por su bajo costo, alta reactividad y alta solubilidad en agua. En los últimos años, se limitó su uso por la citotoxicidad y alta respuesta inflamatoria. En contraste, el 1-Ethyl-3-(3-dimethylaminopropyl)carbodiimide/N-hydroxysuccinimide (EDC-NHS), activa químicamente los grupos de ácido carboxílico del ácido aspártico y del ácido glutámico en el colágeno para conjugarlos con hidroxilisina y aminas de residuos de lisina a través de enlaces covalentes directos sin conectores ni espaciadores. DHT/EDC y EDC/NHS demuestran buena resistencia enzimática, buenas propiedades mecánicas e integración tisular comparado con membranas no reticuladas en modelo de ratones y perros beagles. Los reticulantes naturales tienen ventajas significativas sobre los reticulantes químicos tradicionales en biocompatibilidad. Su uso se ve limitado por la baja disponibilidad y sólo se usa en laboratorio. *Gardenia jasminoides* y *alginato de óxido de sodio* (OSA), posee propiedades antiinflamatorias y presenta menos adhesión de biofilm bacteriano (27).

. Estrategias enzimáticas: el reticulado y estabilidad del colágeno depende de procesos enzimáticos. La transglutaminasa cataliza la formación de enlaces isopeptídicos ϵ -(γ -glutaminil)-lisina para ensamblar diversas proteínas relacionadas con la formación de tejido mineralizado (por ejemplo, colágeno, fibronectina, osteopontina y sialoproteína ósea) en formas poliméricas involucradas en la estabilización de la matriz, la diferenciación de condrocitos y osteoblastos y la mineralización de la matriz. Se ha demostrado que el colágeno natural tipo I tratado con transglutaminasa tisular (TG2) y transglutaminasa microbiana (mTG) mejora la adhesión, diseminación y proliferación de osteoblastos y fibroblastos. También mostró una mayor resistencia a las proteasas endógenas y una mayor tasa de diferenciación de los osteoblastos. Fortunati et al. mostraron resultados similares y propusieron un mecanismo mediante el cual el colágeno modificado con TG2 indujo una mayor adhesión de osteoblastos mediada por la promoción de la expresión de integrinas en osteoblastos humanos. La reticulación enzimática proporciona biocompatibilidad y propiedades biomiméticas óptimas pero las propiedades mecánicas son mucho

menor que la reticulación química. Junto con los altos costos, las aplicaciones de producción en masa de reticulación enzimática no son prácticas a corto plazo (27).

-incorporación de moléculas bioactivas: La unión de múltiples moléculas bioactivas a las membranas ha recibido la mayor atención debido a su papel multifuncional en la osteogénesis, particularmente en el reclutamiento, proliferación y diferenciación celular (27) (28) (29) (30) (31) (38).

. Citoquinas y factores de crecimiento: La unión de moléculas activas puede desencadenar el desarrollo de un microambiente favorable y promover la regeneración ósea (27-31). El factor de crecimiento derivado de plaquetas (**PDGF**) es un potente agente mitogénico y quimioinductor y, en particular, PDGF-BB es más eficaz que otras isoformas para promover la mitosis en las células periodontales (27) (28) (29). El desarrollo del PDGF-BB recombinante (rhPDGF-BB) ha impulsado su uso en la regeneración ósea. Mostró potentes efectos mitogénicos, angiogénicos y quimiotácticos sobre el hueso y las células periodontales (27). Se ha demostrado que su unión a las membranas de colágeno libera el 60% del factor en los primeros tres días, seguido de una liberación sostenida in vitro durante aproximadamente 3 semanas (27) . Recientemente, Joshi et al. demostraron en un estudio clínico que PDGF-BB puede cargarse en membranas de colágeno y liberarse lentamente durante hasta 1 mes en sitios de defectos intraóseos. Las proteínas morfogenéticas óseas (**BMP**) también son moléculas bioactivas en el campo de la regeneración ósea y han sido consideradas en varias revisiones como el factor de crecimiento más prometedor para la regeneración ósea (27) (28) (29) (31) (38). Entre las diversas isoformas, se cree que BMP-2 y BMP-7 desempeñan un papel importante en la diferenciación osteogénica aunque algunos estudios recientes parecen sugerir que BMP-9 posee un potencial osteoinductivo más fuerte que BMP-2 (27). Por otro lado, se ha aceptado ampliamente que el factor 1 α derivado de células estromales (**SDF-1 α**) promueve el reclutamiento, la proliferación y la diferenciación de células madre estromales derivadas de la médula ósea (BMSC) como una quimiocina clásica, que media en una importante regeneración ósea y angiogénesis (27).

Aunque todos estos estudios demuestran la viabilidad de administrar moléculas activas a través de membranas, la inestabilidad (por ejemplo, cambios conformacionales y degradación) y la liberación temprana de factores proteicos dificultan en gran medida su aplicación clínica. La dosis suprafisiológica de moléculas activas para compensar su inestabilidad también plantea preocupaciones sobre la toxicidad y los costos (27).

. Iones de Metal: Se han realizado muchos estudios para demostrar que el dopaje con oligoelementos, como zinc (Zn), magnesio (Mg), cobalto (Co) y estroncio (Sr), puede mejorar aún más la actividad biológica del colágeno y su liberación puede regular el entorno biológico local (27) (31). El **Estroncio** posee propiedades osteogénicas, estimula la diferenciación de osteoblastos y activa la expresión de la osteopontina, un marcador de osteoblastos tardíos. Tiene un efecto inhibitorio concomitante sobre la resorción ósea por parte de los osteoclastos. En este doble modo de acción, crea un ambiente favorable para la remodelación y curación del tejido óseo. No es citotóxico, independientemente de la cantidad incorporada (27) (31). El **Zinc** es un potente inmunomodulador óseo que afecta la polarización de los macrófagos y la diferenciación de los osteoblastos. Parece modular la actividad biológica de las metaloproteinasas de matriz (MMP) para regular la degradación del colágeno. También hay evidencia de que tanto el factor de crecimiento transformante β (TGF- β) como la osteoprotegerina (OPG) aumentan cuando los osteoblastos se exponen a iones de zinc. Una mayor osteoinductividad y angiogénesis tanto in vitro como in vivo (27), por lo tanto estimula los osteoblastos e inhiben la reabsorción ósea de los osteoclastos (31). El **magnesio** tiene un efecto promotor sobre una variedad de células óseas (27) (31), promueve la proliferación mediada por las integrinas $\alpha 2$ y $\alpha 3$ y mejora la expresión y actividad de la fosfatasa alcalina en células estromales derivadas de la médula ósea (hBMSC) (27). La evidencia anterior sugiere un papel beneficioso de los oligoelementos en la regeneración del tejido óseo, que pueden considerarse moduladores bioactivos eficaces sin citotoxicidad. Sin embargo, los efectos de los iones metálicos suelen depender de la concentración y aún deben considerarse con precaución hasta que se obtenga una confirmación clínica suficiente (27).

.antibióticos y antimicrobianos: Aunque se han desarrollado muchas estrategias antimicrobianas en experimentos in vitro e in vivo, existe preocupación generalizada sobre el riesgo de cepas bacterianas multirresistentes asociadas con el uso excesivo de antibióticos, especialmente antibióticos de amplio espectro, lo que dificulta la evaluación de la seguridad clínica de las estrategias antimicrobianas (27) (31) En este dilema, parece necesario el desarrollo de nuevos agentes antimicrobianos naturales. Entre ellos, los péptidos antimicrobianos (AMP) ofrecen nuevas posibilidades para esta idea debido a su dificultad para provocar resistencia bacteriana y la versatilidad que se puede obtener mediante el diseño flexible de secuencias de aminoácidos (27).

Mecanismo biológico de las membranas de colágeno: Se ha demostrado que las membranas no sólo funcionan de barrera sino que estimulan la expresión de una variedad de genes relacionados con la osteogénesis y con la remodelación ósea, y citocinas inflamatorias (interleucina (IL)-6 e IL-1) (27) (28) (29). La presencia de membranas de colágeno causa la regulación positiva temprana de dos factores de reclutamiento celular (receptor de quimiocina CXC tipo 4 (**CXCR4**) y proteína quimiotáctica de monocitos-1 (**MCP-1**)). CXCR4 reúne células progenitoras osteogénicas y células madre mesenquimales, mientras que MCP-1 es una quimiocina principal de células progenitoras de osteoclastos. La evidencia anterior sugiere que la membrana promueve un microambiente en el sitio del defecto que favorece el rápido reclutamiento de diferentes células, incluidos osteoblastos y osteoclastos, lo que promueve aún más una cascada molecular que facilita la remodelación para la formación ósea. Al comportarse como un cuerpo extraño en el sitio del defecto, favorece la respuesta inflamatoria al biomaterial con una rápida acumulación de proteínas en la superficie. Esta respuesta es necesaria y beneficiosa para la regeneración del tejido en el defecto ya que la respuesta inmune parece mediar la degradación del material y vascularización transmembrana con un efecto en cascada. Monocitos, macrófagos y neutrófilos dirigen el patrón de la respuesta inmune a través de su interacción con proteínas y la liberación de citocinas. Los macrófagos desempeñan un papel regulador clave. Dependiendo de su expresión molecular,

pueden dividirse en M1 (un fenotipo pro-inflamatorio) y M2 (un fenotipo anti-inflamatorio). M1 ocurre en la fase temprana de cicatrización, para la desintegración de la membrana. En la fase de remoción inflamatoria, M1 se polariza a M2 que expresa factores de reparación para la regeneración tisular. Las células gigantes multinucleadas (MNGCs) son fagocitos que se forman por la fusión de macrófagos y al igual que éstos, también expresan factores proinflamatorios y antiinflamatorios en el lecho de implantación y, por lo tanto, también parecen exhibir un fenotipo proinflamatorio M1-BMGC y antiinflamatorio M2-BMGC y son encargadas de fagocitar los biomateriales (27). Las membranas de colágeno inducen una regulación positiva de genes importantes para la cicatrización ósea como osteocalcina, cathepsina k y RANKL (27) (28) (29) (31).

• **Injertos y Sustitutos óseos**

Un **injerto** óseo se define como un tejido vivo capaz de promover la curación ósea al ser trasplantado a un defecto óseo, ya sea solo o en combinación con otros materiales. Un **sustituto** óseo es un material natural o sintético, que a menudo contiene sólo una matriz ósea mineralizada sin células viables, que puede lograr el mismo propósito (39). Según la Administración de Medicamentos y Alimentos de EE. UU. (USFDA), los injertos óseos se clasifican como dispositivos de Clase II (injertos óseos que llenan los huecos y defectos óseos) y dispositivos de Clase III (injertos óseos que contienen medicamentos). El uso de injertos y sustitutos óseos en odontología ha aumentado notablemente en los últimos años debido a los avances en dental y la creciente necesidad de reparación de defectos óseos (39).

Características de un material de injerto óseo ideal:

La función principal de los injertos óseos es proporcionar soporte mecánico y estimular la osteoregeneración, con el objetivo final de la sustitución ósea. Hay cuatro propiedades biológicas fundamentales para desempeñar su función de manera eficaz: osteointegración, osteogénesis, osteoconducción y osteoinducción. **Osteointegración:** La capacidad de un material de injerto para

unirse químicamente a la superficie del hueso en ausencia de una capa de tejido fibroso intermedia. **Osteogénesis:** formación de hueso nuevo a través de osteoblastos o células progenitoras presentes dentro del material de injerto. **Osteoconducción:** capacidad para generar una estructura bioactiva en la que las células huésped pueden crecer. Esta estructura permite que los vasos, los osteoblastos y las células progenitoras del huésped migren hacia la osteomatriz interconectada. La **osteoinducción:** reclutamiento de células madre del huésped en el sitio del injerto, donde las proteínas locales y otros factores inducen la diferenciación en osteoblastos (21) (28) (39). Múltiples factores de crecimiento influyen en este proceso, incluidos los factores de crecimiento derivados de plaquetas (PDGF), los factores de crecimiento de fibroblastos (FGF) y los factores de crecimiento transformantes- β (TGF- β) (21) (39). Además, otras propiedades influirán en la tasa de éxito de un injerto óseo: biocompatibilidad, bioabsorbibilidad, esterilidad, integridad estructural, porosidad adecuada para el crecimiento vascular, plasticidad, facilidad de manipulación, costo y resistencia a la compresión. Los estudios han encontrado que casi todos los sustitutos e injertos óseos actuales sirven principalmente como marco estructural para que ocurran procesos osteoregenerativos, por lo que solo satisfacen el componente de osteoconductividad (28) (39).

Las propiedades de un injerto de reemplazo óseo ideal se han definido como parte del reciente Informe de Consenso del 15º Taller Europeo de Periodoncia sobre Regeneración Ósea e incluyen biocompatibilidad, porosidad, osteoinductividad, osteoconductividad, propiedades superficiales adecuadas para la adsorción de proteínas, deposición de matriz extracelular, adhesión, diferenciación y migración celular, biodegradabilidad, propiedades mecánicas que imitan las propiedades del hueso, angiogenicidad, facilidad de manipulación y fabricación (21) (28) (39).

Según su origen, se clasifican: **Autógenos (autoinjertos)**, sitio dador propio del paciente), **aloinjertos** (misma especie, distinto organismo), **xeroinjertos** (distinta especie) y **aloplásticos** (sintéticos) (21) (28) . En la Tabla 3 se muestran una síntesis de las características propiedades.

Tabla 3- Comparación de los diferentes injertos y sustitutos.

Injerto/ sustituto	Propiedades	Desventajas
Autoinjerto	osteogénico, osteoinductivo, osteoconductor (cortical), sin reacción inmune	Cirugía adicional, mayor tiempo operatorio, cantidad limitada de injerto, morbilidad del sitio dador.
Alloinjerto	Osteoinductivo, osteoconductor, cantidad ilimitada, menor tiempo quirúrgico	Riego de infección cruzada (sobre todo hueso liofilizado). Razones éticas y religiosas.
Xenoinjerto	Osteoconductor, cantidad ilimitada, menor tiempo quirúrgico	Riego de infección cruzada. Razones éticas y religiosas. No osteoinductivo. Baja tasa de reabsorción.
Allopásticos	Osteoconductor, cantidad ilimitada, menor tiempo quirúrgico	No osteoinductivo. Baja tasa de reabsorción.

Bone regeneration in implant dentistry: Which are the factors affecting the clinical outcome? Periodontology 2000. 2023 Aug 24 (21).

Otra clasificación los divide en cinco categorías que se expresan en la Figura 32 (39).

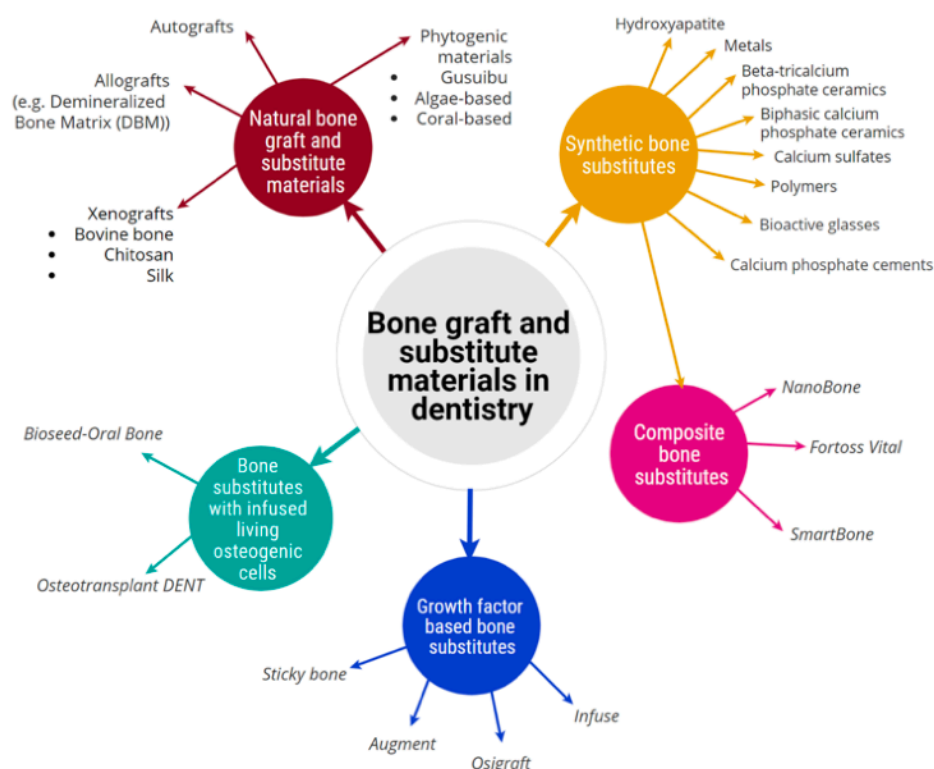


Figura 32 sustitutos e injertos óseos

Zhao R, Yang R, Cooper PR, Khurshid Z, Shavandi A, Ratnayake J. Bone Grafts and Substitutes in Dentistry: A Review of Current Trends and Developments. Molecules. 2021 Jan 1;26(10):3007.

- **Injerto óseo natural y materiales sustitutos**

Los materiales de origen natural se definen como aquellos que han sido derivados de una fuente viva sin modificación. Estos materiales se pueden subdividir en cuatro subcategorías: **autoinjertos**, **aloinjertos** (como matriz ósea desmineralizada (DBM)), **xenoinjertos y materiales fitógenos**. Se ha estimado que hasta el 90% de todos los procedimientos de injerto óseo realizados en todo el mundo utilizan un injerto o sustituto óseo de origen natural (39).

Autoinjerto: se obtienen del mismo paciente de sitios intra o extraorales, como la sínfisis y rama mandibular, la línea oblicua externa, la cresta ilíaca, el cúbito proximal o el radio distal, debido a que son buenas fuentes de hueso cortical y esponjoso (21) (28) (39) (40). El injerto extraído de la rama mandibular se asocia con menos complicaciones en comparación con otros sitios intraorales, aunque presenta un riesgo de daño al nervio dentario inferior. Son apropiados para su uso cuando los sitios que requieren aumento tienen menos de 4 mm de espesor y abarcan un máximo de cuatro dientes (39). No existen problemas de histocompatibilidad e inmunogenicidad asociados con los autoinjertos, por lo que representan el mayor grado de seguridad biológica. Sin embargo, existen varias desventajas asociadas como la necesidad de una segunda cirugía, lesión en el sitio donante y la posibilidad de dejar cicatrices. Se han asociado con costos más altos y riesgos quirúrgicos más significativos, lo que limita su aplicación a defectos óseos relativamente más pequeños (28) (39).

En el **hueso esponjoso** la formación ósea se inicia directamente en los espacios medulares (21), por la diferenciación de las células mesenquimales del injerto en osteoblastos, ya que poseen superficies trabeculares grandes, que facilitan el establecimiento de un entorno osteoinductivo al fomentar la revascularización y la incorporación al sitio receptor (39). El **hueso cortical** carece de osteoblastos y células osteogénicas, en cambio, proporciona integridad estructural-mecánica y promueve la curación ósea a través de la osteoconducción y se integra lentamente debido a su limitado potencial de revascularización (21) (39). Por lo tanto, para maximizar el rendimiento de la remodelación ósea y el potencial de curación, se utiliza una combinación de ambos (39), incluida la utilización de

membranas de barrera, la combinación con un injerto particulado de lenta reabsorción o la combinación con factores bioactivos (21) (28).

Zonas dadoras intraorales: menton, tuberosidad, paladar y rama.

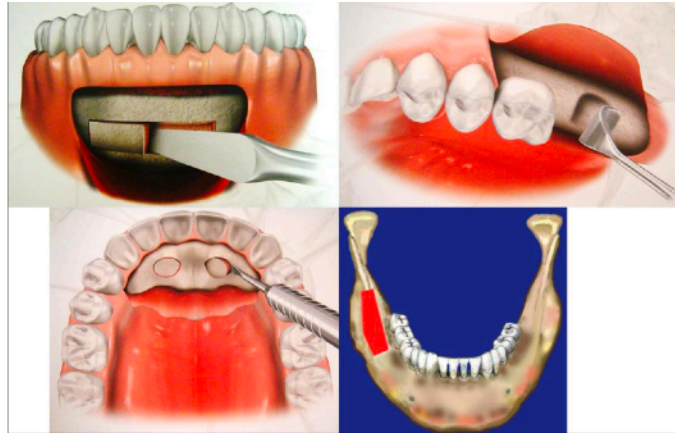


Figura 33: Christgau, M. Materiales óseos y materiales sustitutos óseos: su papel actual en el tratamiento periodontal regenerativo. Periodoncia y Osteointegración

Los autoinjertos siguen siendo el material de elección para procedimientos de aumento más complejos, como la reconstrucción desdentada mandibular posterior, ya que poseen las 4 propiedades biológicas fundamentales (21) (28) (29) (38) (39) (40). Los injertos en bloque pueden aumentar la calidad y cantidad de hueso de manera predecible, lo que permite la colocación de implantes con diámetros máximos que facilitan la distribución de la fuerza para una supervivencia a largo plazo (29) (39).

Se realizaron una serie de estudios in vitro utilizando cultivos celulares que demostraron que estos fragmentos de hueso comienzan a liberar rápidamente factores de crecimiento (FG) en unos pocos minutos cuando se almacenan en una mezcla de suero sanguíneo y solución isotónica de NaCl (0,9%) (38). Los FG más importantes detectados fueron TGF- β 1 y BMP-2, ambos potentes para la osteogénesis (28) (29) (38) y se lo denomina **Medio Condicionado para Huesos (BCM)**, capaz de activar biológicamente partículas de sustituto óseo y membranas de barrera para procedimientos de ROG (29). El concepto de BCM y la interacción entre TGF- β 1 y BMP-2 para la osteogénesis se han descrito y resumido en detalle de Asparuhova en el Capítulo 3 de la reciente tercera edición del Libro GBR (29).

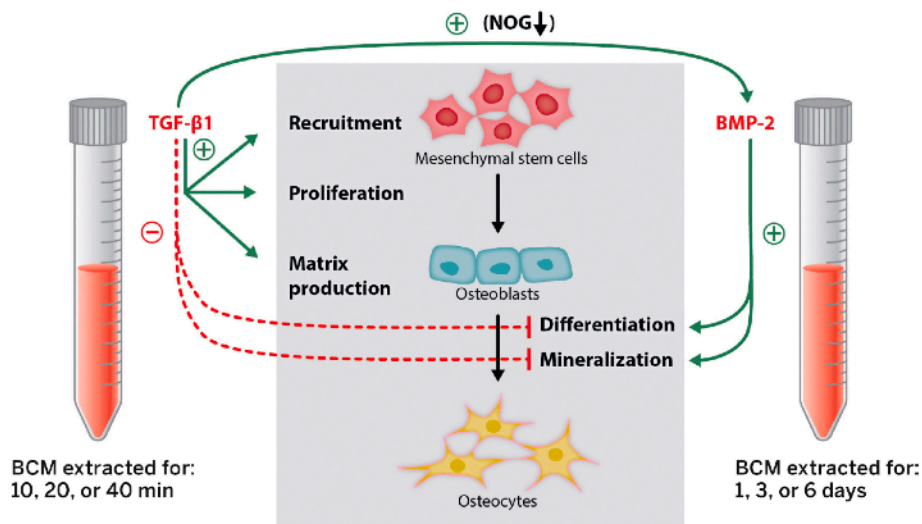


Figura 34: BCM contribuye a la iniciación y progresión de la osteogenesis a través de TGF-β1/BMP-2. BCM recolectado en cortos periodos de tiempo (10, 20 ó 40 minutos), correspondidos al tiempo quirúrgico, tiene altas concentraciones de TGF-β1. BCM cosechado en largos periodos de tiempo (1, 3 ó 6 días, que se corresponde a los primeros días de cicatrización ósea, son altos en BMP-2. BCM alto en TGF-β1 aumenta la proliferación de MSCs y la diferenciación de osteoblastos. Promueve producción de matrix pero inhibe proceso de mineralización. BCM alto en BMP-2 estimula diferenciación y maduración de osteoblastos (mineralización).

The biologic power of autogenous bone chips (by courtesy of Asparuhova (2018), 130.

Autoinjertos odontogénicos: es un nuevo material con alta biocompatibilidad para la restauración del hueso alveolar. El componente inorgánico de los dientes actuales como andamio manteniendo el volumen y permitiendo el depósito de células osteogénicas, cumpliendo la función de osteoconducción. El componente orgánico contiene factores de crecimiento que promueven la reparación regeneración ósea. Diferentes estudios confirmaron su uso satisfactorio en procesos de ROG. Poseen las propiedades biológicas necesarias de los injertos y sustitutos. Componente mineral del diente incluye el esmalte, dentina y cemento. La dentina es muy similar al tejido óseo con un componente inorgánico del 70-75%, 20% de componente orgánico y 10% de agua. En el tejido óseo es del 65%, 25% y 10% respectivamente. El componente orgánico es 90% de colágeno tipo I y un 10% de proteínas no colágenas, como proteína morfológica del hueso (**BMP**), Factor de crecimiento tipo insulina (**IGF-II**), y factor transformante beta (**TGF-β**) que pueden inducir la neoformación ósea (41).

Alloinjertos: La penetración vascular, la formación ósea y el remodelado son más lentas y reducidas en comparación con los autoinjertos (21). Tienen propiedades osteoinductivas (liberan BMP) y osteoconductoras (40). Sorprendentemente, los

aloinjertos nunca son completamente reemplazados por hueso nuevo, y sus partículas pueden permanecer incrustadas dentro del hueso recién formado durante años (21). Los aloinjertos de hueso esponjoso producen una alta respuesta inflamatoria, con posibilidad de una fibrosis y no una neoformación ósea (39). En los últimos años, las preocupaciones relacionadas con la escasez de suministro de tejido, así como los hallazgos de altas tasas de fracaso después del uso a largo plazo, han llevado a una disminución en la aplicación de materiales de aloinjerto. Además, el aumento de las restricciones regulatorias con respecto al uso de materiales de aloinjerto en Europa ha impulsado un cambio hacia el uso de otros materiales (39).

Xeroinjertos: La fuente más común en el campo dental es el hueso bovino desproteínizado (**DBBM**) (21) (28) (39). Éste se trata con un proceso de recocido gradual seguido de un tratamiento químico con NaOH para producir un material poroso de hidroxiapatita (HA) que contiene sólo los componentes inorgánicos del hueso bovino (39) (40). La estructura porosa resultante se parece mucho a la del hueso humano y proporciona un buen soporte mecánico, estimula la curación ósea mediante osteoconducción y promueve la angiogenesis (28) (39). El patrón de resorción del DBBM aún es discutible. Varios estudios informaron actividad de células multinucleadas similares a osteoclastos en la superficie de las partículas de DBBM y en los bordes festoneados de las partículas (21) (39). Esto sugiere que, aunque tardía, se produce la reabsorción del injerto y eventualmente puede ser reemplazado por hueso. Sin embargo, las partículas de DBBM inertes y no reabsorbidas incrustadas en el hueso y la médula han sido documentadas histológicamente y radiográficamente hasta más de 10 años después de su colocación, con pocos o ningún signo de reabsorción (21). Considerando las características de reabsorción lenta de DBBM, se ha propuesto combinarlo con partículas de hueso autógeno (medio acondicionado para huesos) y una membrana de barrera en ROG, ya que mientras que las partículas autógenas experimentan una rápida sustitución progresiva, las partículas de DBBM mantendrían el espacio y el volumen para el proceso de regeneración ósea (osteoconducción) (21) (28) (29). Siguiendo este principio, se ha propuesto la “técnica de sándwich” siempre que se aplica ROG para las dehiscencias bucales alrededor de los implantes que

consiste en utilizar hueso autógeno para cubrir el roscas del implante expuestas, seguidas de una capa de partículas de hueso cortical (autólogo o DMMB) y una membrana de colágeno para cubrir y proteger los injertos. El objetivo es imitar la composición del hueso nativo, ya que la capa interna de hueso autógeno debe someterse a una sustitución progresiva y promover una osteointegración temprana, mientras que el injerto cortical externo de reabsorción lenta debe mantener el espacio y tener propiedades osteoconductoras. El éxito clínico a largo plazo de este enfoque ha sido confirmado por datos clínicos y radiográficos (21).

Actualmente se está investigando el **quitosano**, un polímero natural derivado de los exoesqueletos de crustáceos compuesto de glucosamina y N-acetilglucosamina. Es capaz de estimular la regeneración ósea al proporcionar un armazón estructural que apoya la actividad osteoblástica, la formación de matriz ósea mineralizada e induce la diferenciación de las MSC en osteoblastos. Debido a las malas propiedades mecánicas que presenta, a menudo se combina con otros materiales como gelatina, fosfatos de calcio y biovidrio para proporcionar propiedades más deseables. Wattanutchariya y Changkawkai descubrieron que mezclar quitosano con gelatina e hidroxiapatita (HA) produce una estructura porosa con una menor degradabilidad y una estructura de poros abiertos que favorece la unión celular y la vascularización. Poseen baja inmunogenicidad, encapsulación fibrosa, versatilidad estructural y una superficie hidrófila que promueve la adhesión y proliferación celular (39).

Injertos sintéticos (aloplásticos): Para superar la posible inmunogenicidad y morbilidad en las zonas donantes, se generan materiales sustitutos sintéticos con el fin de imitar fielmente las propiedades biológicas del tejido óseo. A pesar de esto, los materiales sintéticos actualmente disponibles sólo muestran propiedades osteointegradoras y osteoconductoras. Entran en esta categoría: cerámicas de fosfato de calcio, como hidroxiapatita (HA), fosfato tricálcico (TCP) y biovidrio; metales, como níquel-titanio; polímeros, como polimetilmetacrilato (PMMA), y poliglicólidos y cementos de fosfato cálcico. Las características de los materiales sustitutos óseos sintéticos disponibles comercialmente utilizados en el campo dental se describen en la Tabla 2 (39) (40).

Momento propicio para la colocación de implantes: Protocolo de implantación.

La terapia implantológica para rehabilitar dientes perdidos se ha convertido en una práctica corriente en las últimas décadas. Al comienzo los estudios estuvieron orientados hacia el proceso de osteointegración con resultados favorables a largo plazo pero se empezaron a observar alteraciones de los tejidos que rodean al implante. Para mantener la estética y la salud periimplantaria son necesarios ciertos requisitos de tejidos duros y blandos (fenotipo periimplantario) (42) (43).

Como se mencionó anteriormente, el diagnóstico clínico y radiográfico es el primer paso para el tratamiento rehabilitador con implantes dentales y es la prótesis la que guía dónde, cuando y cómo realizar la fase quirúrgica del implante dental. Las complicaciones de los implantes están relacionadas con 4 factores: el paciente, los biomateriales empleados, el tratamiento elegido y las habilidades del operador. Los errores mas comunes son los de posición del implante, lo que conduce a alteraciones funcionales y estéticas, con pérdida del volumen del tejido blando, recesión de la mucosa y pérdida de la papila, lo que conduce a acumulo de biofilm, inflamación de los tejidos periimplantarios y pérdida ósea progresiva (44).

En la actualidad, muchos pacientes requieren tratamiento de implantes para dientes presentes en boca con la indicación de la extracción, lo que otorga la posibilidad de elegir el tiempo de implantación en cada caso particular para obtener un resultado clínico deseado. Chen, Buser y colaboradores, publicaron en el 2009 una revisión de la literatura de implantes colocados en sitios con una extracción reciente, con el objetivo de evaluar e identificar el nivel de evidencia de los resultados clínicos de los diferentes tipos de implantación (45).

En 2007, un grupo de expertos, identificado por el Equipo Internacional de Implantología (ITI), desarrolló un sistema de clasificación de pacientes, denominado en 2009 “Clasificación SAC en Implantología Dental”. El objetivo de este sistema es clasificar objetivamente el tratamiento del paciente como sencillo, avanzado o complejo, tanto desde una perspectiva quirúrgica como restauradora, basándose en las condiciones individuales, y utilizar esto para identificar el riesgo para el resultado. Está constituido por varios factores que se

dividen en dos grupos: determinantes genéricos y factores modificadores. Los determinantes genéricos (zona estética vs. zona no estética, complejidad del tratamiento y riesgo de complicaciones) determinan el tipo de clasificación final, funcionando como un valor estándar para cada caso. Esta herramienta buscó estandarizar el diagnóstico de diferentes situaciones clínicas, sin embargo, cabe destacar que el conocimiento clínico y la experiencia del profesional realizaran la evaluación del riesgo correspondiente según sus conocimientos y capacidades de cada caso clínico (46)

Donos y col. publicaron en un resumen de consenso del grupo 1 del 6to EAO del 2021 diferente tiempo de implantación y tiempo de carga de la corona (47).

Tiempo de implantación fue definido como:

- Implante inmediato (Tipo 1): al mismo momento de la extracción.
- Implante temprano (Tipo 2 y 3): colocado desde los 10 días de la extracción hasta 8 semanas después de la extracción.
- Implante tardío (Tipo 4): colocación del implante entre los 3 meses y 6 meses de la extracción.

El tiempo de carga fue definido como (Gallucci y col., 2018) (48):

- Carga inmediata (Tipo A): el implante es conectado a la prótesis en menos de una semana de colocado el mismo.
- Carga temprana (Tipo B): implante y prótesis conectados entre una semana y 2 meses de la colocación del implante.
- Carga convencional (Tipo C): implante con un proceso de cicatrización de 2 meses para recién colocar la prótesis.

Protocolo de aumento. Cómo elegir el protocolo adecuado

Los pacientes y los odontólogos desean opciones de tratamiento cada vez más rápidas que mantengan las tasas de éxito y supervivencia esperadas sin aumentar el riesgo de complicaciones. Conferencia de Consenso del ITI (Berna, Suiza), el ITI pudo encontrar y publicar un acuerdo con respecto a la selección de pacientes y sitios y proporcionar recomendaciones relacionadas con los

momentos posteriores a la extracción. La macromorfología y las superficies de los implantes dentales, las aleaciones de los implantes, las conexiones, los pilares y los materiales de restauración eran cada vez más propicios para el éxito al incorporar protocolos de tratamiento acelerados. El conocimiento sobre los biomateriales, con respecto a la relevancia de parámetros específicos relacionados con el sitio, condujo a un consenso sobre la finalización de la planificación del tratamiento tanto para la colocación como para la carga del implante cuando se confirma la indicación de la extracción y no después de la extracción del diente (49). Gallucci y col. armaron un sistema de clasificación para los protocolos de colocación y carga para pacientes parcialmente edéntulos (Figura 35) (48).

Tabla 4: Criterio de selección y aspecto quirúrgico para cada opción de tratamiento

Terminología	Inmediato	Temprano con cicatrización de tejido blando	Temprano con cicatrización ósea parcial	Tardío	Tardío
Clasificación	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV con PA o ROG previa	Tipo IV sin tratamiento del tejido óseo (TO)
Cicatrización	Sin cicatrizar	4-8 semanas	12-16 semanas	Mínimo 6 meses	Más de 6 meses (generalmente años)
Requisitos	.Tabla vestibular >1mm .Fenotipo grueso .Suficiente volumen óseo para la estabilidad primaria en la posición correcta	.Tabla vestibular delgada o dañada .Suficiente volumen óseo para la estabilidad primaria en la posición correcta	.proceso periapical extenso que impide protocolo I o II (por no lograr anclaje primaria en la posición correcta)	.paciente demasiado joven para la terapia implanto-lógica <20años .lesiones óseas extensas .anquilosis de la raíz	.demasiado tiempo transcurrido posterior a la extracción por razones del paciente o del sitio

Terminología	Inmediato	Temprano con cicatrización de tejido blando	Temprano con cicatrización ósea parcial	Tardío	Tardío
Cirugía	.acceso sin colgajo de ser posible .aumento óseo interno del gap (>2mm)	.procedimiento con colgajo .ROG	.procedimiento con colgajo . ROG	.procedimiento con colgajo .ROG	TO suficiente: .procedimiento con colgajo .ROG TO insuficiente: .ROG .Implante a los 6 meses con ROG
Dificultad	Complejo (C)	Avanzado (A)	Avanzado (A)	Avanzado (A)	Complejo (C)

Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? (Chen y Buser) (45)

	Loading Protocol		
	Immediate restoration/ loading (type A)	Early loading (type B)	Conventional loading (type C)
<i>Implant placement protocol</i>			
Immediate placement (Type 1)	Type 1A CD	Type 1B CD	Type 1C SCV
Early placement (Type 2-3)	Type 2-3A CID	Type 2-3B CID	Type 2-3C SCV
Late placement (Type 4)	Type 4A CD	Type 4B SCV	Type 4C SCV

Figura 35: esquema de tipos de implantación y de carga, con respecto a la evidencia clínica documentada. CD amarillo: clínicamente documentado, CID rojo: insuficiente documentación clínica (incluyendo protocolos de carga no documentados), CWD verde: clínicamente bien documentado, SCV: Científicamente y clínicamente validado.

Implant placement and loading protocols in partially edentulous patients: A systematic review-Gallucci GO, Hamilton A, Zhou W, Buser D, Chen S.

Chen y Buser evaluaron los cambios dimensionales de los tejidos peri-implantarios, la supervivencia de los implantes y los resultados estéticos (43):

Regeneración en implantes post-extracción:

- Defectos periimplantarios en protocolos tipo 1 y 2 curan espontáneamente cuando el tamaño es inferior a 2mm,
- La colocación inmediata del implante no previene el remodelado óseo vertical y horizontal,
- Los procedimientos de aumento del tejido óseo con al colocación del implante reduce la reabsorción horizontal pero no previene la reabsorción vertical de la tabla vestibular,
- Los procedimiento de aumento del tejido óseo son más efectivos en protocolos tipo 1 y 2, en comparación con protocolo tardío (tipo 4),

Supervivencia de los implantes

- Protocolo tipo 1 y 2 tienen tasas de supervivencia similares,
- No hay evidencia de que antibióticos sistémicos tengan relación con la supervivencia de los implantes,
- La historia de periodontitis es un factor de riesgo indicador para la supervivencia de los implantes.

Resultados estéticos

- En protocolos tipo 1, es común que la alteración del tejido blando conduzca a una recesión y a la falta de papila,
- Hay evidencia que protocolos tipo 2 y 3 presentan menos probabilidad de recesión mucosa que el protocolo tipo 1,
- Factores de riesgo asociados con la recesión de la mucosa periimplantaria influyen: fenotipo delgado, mal posición del implante, tabla vestibular delgada o ausente,
- En lo que refiere a alteraciones del tejido blando, hay evidencia de que protocolo de carga de la restauración inmediata o convencional tienen similares resultados estéticos.

Planificación quirúrgica de aumento de reborde en zona estética

Desde el punto de vista clínico, la planificación de un aumento de reborde requiere evaluar la cantidad de hueso necesaria para el posicionamiento correcto de los futuros implantes y su correspondiente rehabilitación. Previo a comenzar el tratamiento, se debe realizar un encerado de diagnóstico, probarlo en boca y acordar con el paciente el resultado que se espera de la rehabilitación. Éste puede realizarse digital a partir de la tomografía. En general, los errores más comunes en la terapia implantológica se dan por una mala posición de los implantes en la arcada, lo que a veces conduce a una deficiencia de los tejidos que rodean el implante, con consecuencias funcionales y estéticas. A veces estos problemas pueden solucionarse protéticamente y a veces no es posible (44).

El encerado de diagnóstico tiene una doble función, dado que se puede transferir a una férula quirúrgica. La férula debe indicar la posición y la longitud de la futura prótesis y también la altura del margen gingival propuesto. Un implante tipo Bone Level debe situarse 3mm debajo del futuro margen gingival (figura 35). Se puede relacionar el volumen óseo disponible para el futuro implante y la férula quirúrgica de modo indirecto con una tomografía (TAC) o directamente con un rapeo óseo y anestesia local. El método más preciso es realizar la TAC con una férula radiopaca colocada. Se pondrá de manifiesto la discrepancia del tejido óseo existente y el necesario en todas las dimensiones (44).

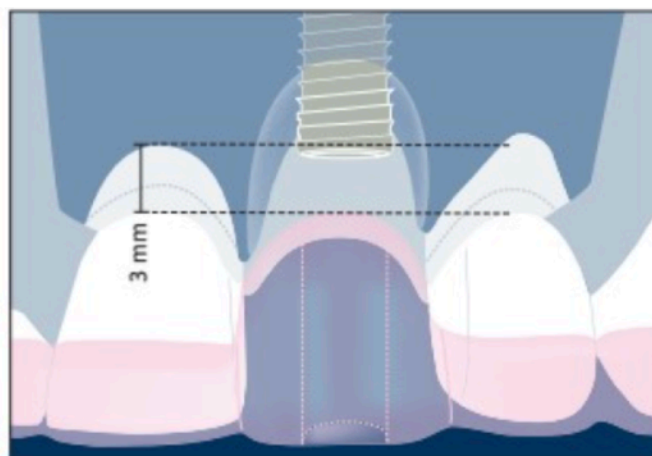


Figura 36: Imagen que muestra el uso de la férula como guía para complementar el diagnóstico de la posición ideal del implante

En general, el aumento de tejido óseo en la región anterior no es solo funcional, sino también estético e involucra también a los tejidos blandos (color, textura, altura del margen mucoso, papila, ancho y altura de la mucosa queratinizada), por lo que se combinan técnicas de aumento óseo con aumento de tejido blando, dependiendo del caso clínico (14) (21) (44) (50).

En la Figura 37 y 38, se muestran las zonas peligrosas y seguras para colocar el implante en la posición correcta (44).

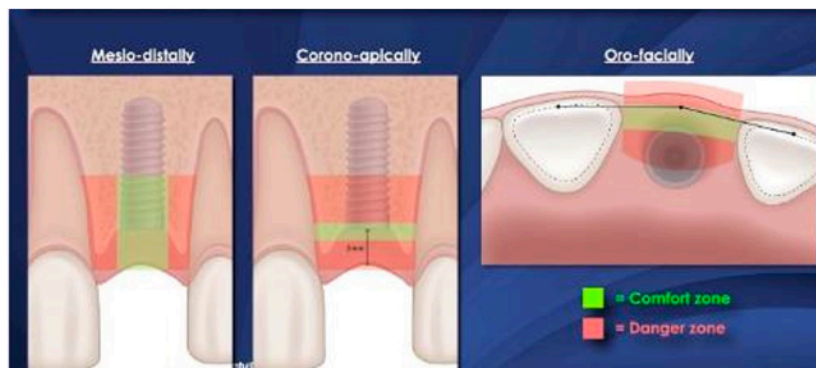


Figura 37: concepto de zona de conformidad y de peligro para posicionar el implante en las 3 dimensiones: Mesio-distal, Corono-apical, Orofacial. *Complications and treatment errors in implant positioning in the aesthetic zone: Diagnosis and possible solutions. Periodontology 2000. 2023 Jan 22; Chen ST, Buser D, Sculean A, Belser UC.*

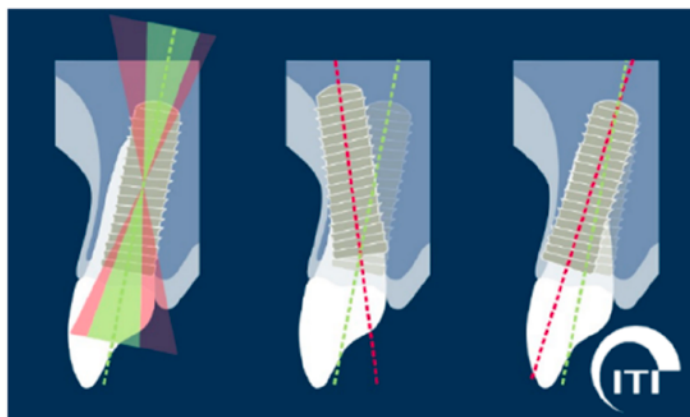


Figura 38: concepto de zona de conformidad y de peligro para posicionar el implante en las 3 dimensiones: Mesio-distal, Corono-apical, Orofacial. *Complications and treatment errors in implant positioning in the aesthetic zone: Diagnosis and possible solutions. Periodontology 2000. 2023 Jan 22; Chen ST, Buser D, Sculean A, Belser UC.*

Kan y colaboradores analizaron en un estudio la frecuencia de la distribución de la posición sagital de la raíz observaron que (figura 39) (51):

Clase I: Raíz posicionada contra la tabla vestibular (81.1%).

Clase II: Raíz en el medio del alveolo sin contactar con las tablas vestibular y palatina en el tercio apical (6.5%).

Clase III: Raíz posicionada contra la tabla palatina (0.7%).

Clase IV: Raíz en contacto con ambas tablas en los últimos dos tercios (11.7%).

Para la colocación de un implante **inmediato** a la extracción dentaria, deben evaluarse una serie de factores locales (45).

Tabla 5: Estructuras anatómicas para examinar en una exodoncia de un diente en zona estética.

1	El espesor, la altura y la integridad de la tabla vestibular
2	El espesor y la altura de la tabla palatina
3	El espesor de la cresta por mesial y distal, medido 3mm hacia apical del LAC de los dientes vecinos
4	La altura e inclinación del reborde alveolar
5	La altura ósea interproximal de los dientes vecinos
6	La localización y extensión del conducto naso-palatino
7	El volumen óseo en palatino y hacia apical de la raíz
8	La distancia mesio-distal del alveolo

Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late.

En dientes anteriores, analizar a través de una Cone Bean la posición de la raíz en el alveolo y el remanente óseo, es indispensable para analizar si se logrará obtener estabilidad primaria del implante colocado en la posición correcta en un protocolo tipo 1, donde la extracción debe hacerse cuidadosamente, mínimamente invasiva, para conservar intacta la tabla vestibular (44) (48).

Los índice utilizados para describir los resultados estéticos son (49):

- Pink Esthetic Score (PES) (Furhauser et al., 2005).
- PES/White Esthetic Score (WES) (Belser et al., 2009).
- Papilla Index Score (PI) (Jemt, 1997).

Zucchelli y colaboradores propusieron una puntuación para evaluar los resultados estéticos luego del tratamiento de una PSTD en sitios de implantes unitarios en el área estética analizando (50):

1. El nivel del margen de tejido blando (MTB).
2. La altura de las papilas periimplantarias (HPP).
3. El color de la mucosa periimplantaria (CMP).
4. El aspecto de la mucosa periimplantaria (APM).

Kan y colaboradores analizaron en un estudio la frecuencia de la distribución de la posición sagital de la raíz observaron que (figura 39) (51):

Clase I: Raíz posicionada contra la tabla vestibular (81.1%).

Clase II: Raíz en el medio del alveolo sin contactar con las tablas vestibular y palatina en el tercio apical (6.5%).

Clase III: Raíz posicionada contra la tabla palatina (0.7%).

Clase IV: Raíz en contacto con ambas tablas en los últimos dos tercios (11.7%).

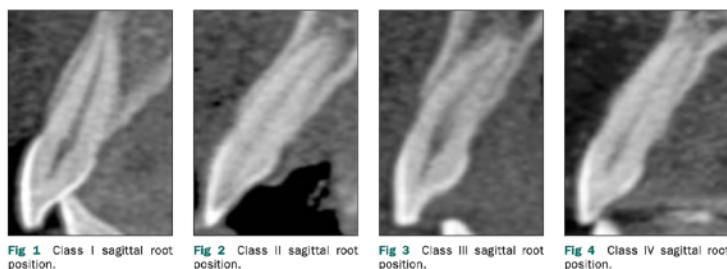


Figura 39: Imagen que muestra la posición de la raíz en relación con la tabla palatina de los incisivos superiores.
Classification of sagittal root position in relation to the anterior maxillary osseous housing for immediate implant placement: a cone beam computed tomography study.

Cuidados posquirúrgicos

El cuidado posquirúrgico que sigue a la colocación de implantes y a los tratamientos de aumento de reborde es similar. Además del cuidado bucal casero habitual es muy conveniente indicar colutorios antisépticos con clorhexidina al 0,1- 0,2% dos veces al día durante 3 semanas. Aunque no hay estudios que comparen el cuidado posquirúrgico con profilaxis antibiótica y sin ella, se

recomienda la profilaxis con antibióticos durante 1 semana cuando se usen sustitutos óseos.

Tabla 6: Indicaciones post- quirúrgicas

	Cumpla la medicación indicada
	Frío sobre la piel por 10 minutos, retiro 5 minutos, en las primeras 24h
	Dieta fría/tibia y blanda, las primeras 48h (evite semillas)- Ideal comer helado en las primeras 24h
	No se esté mirando la herida ni tocando con la lengua/dedo
	Duerma con varias almohadas las primeras 2 noches
	No realice esfuerzos físicos ni se agache durante las primeras 72h
	No realizar buches, ni usar sorbetes ni succión
	No fumar durante la primer semana hasta el primer control!

OBJETIVOS

Objetivos Generales: analizar las condiciones necesarias del tejido óseo para la terapia implantológica y sus posibles tratamientos cuando éstas no son las óptimas.

Objetivos Específicos:

- Observar el comportamiento fisiológico del tejido óseo y el tejido blando posterior a una extracción, y su respuesta a los tratamientos propuestos,
- Evaluar diferentes técnicas y biomateriales para el tratamiento de preservación o aumento de reborde en cada caso individual.

MATERIALES Y TÉCNICAS

Los casos clínicos seleccionados son pacientes que asistieron a la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), en el periodo Julio del 2022 y Marzo del 2025, durante el desarrollo de la Carrera de Especialización en Periodoncia. El motivo de consulta de los pacientes fue solicitud de rehabilitación con implantes.

Participaron en esta la selección aquellos pacientes que presentaban: salud sistémica, pacientes colaboradores, pacientes con periodontitis dispuestos a realizar el tratamiento previo, con una brecha desdentada o con piezas dentarias que tuvieran indicación de extracción, presencia o no de un defecto óseo residual de reborde.

Se excluyeron aquellos pacientes con condición sistémica no controlada, mal control de biofilm, consumo de tabaco y/o alcohol, historia prolongada de uso de antibióticos, pacientes bajo tratamiento con bisfosfonatos, uso de anticoagulantes, antirreumáticos, inmunodepresores, corticoides, quimioterapia o radioterapia, pacientes con diabetes no controlada, infarto agudo de miocardio reciente, cáncer, HIV, presencia de enfermedad periodontal activa sin compromiso para resolverla y con antecedentes de complicaciones del oído interno y vértigo postural.

Todos los sujetos fueron informados exhaustivamente en qué consistía el tratamiento, la técnica quirúrgica, medicación a utilizar, los riesgos y beneficios, posibles complicaciones e indicaciones postquirúrgicas, y firmaron un consentimiento informado, basado en los principios de la declaración de los derechos de los pacientes en investigaciones clínicas de Helsinki (b), las normas CIOMS (c) y la Ley Nacional de Hábeas Data 25326/2000 (Ley de Protección de Datos Personales).

A cada paciente se confeccionó la historia clínica, se solicitó radiografía panorámica de rutina y se realizó el examen periodontal correspondiente. Se tomaron fotografías pre y post tratamiento y cuando fue necesario se solicitó una CBCT. Las mediciones de la ficha periodontal fueron realizadas con una sonda

periodontal *North Carolina* calibrada cada 1 mm de los siguientes parámetros clínicos:

- Profundidad de sondaje (PS): medida como la distancia desde el margen gingival hasta la ubicación del extremo de una sonda periodontal insertada en fondo del surco (región donde ofrece resistencia la sonda). Se tomó en 6 puntos de cada elemento dentario: 3 puntos en cara vestibular (MV, DV, V) y 3 puntos en cara palatina/lingual (MP/L, DP/L, L/P).
- Nivel de inserción clínica (NIC): medida como la distancia entre el límite amelo-cementario (LAC) y la ubicación del extremo insertado de la sonda. Se tomó en 6 puntos de cada elemento dentario: 3 puntos en cara vestibular (MV, DV, V) y 3 puntos en cara palatina/lingual (MP/L, DP/L, L/P).
- Nivel del Margen Gingival/Recesión: desde el LAC al margen gingival. Se tomó en 6 puntos de cada elemento dentario: 3 puntos en cara vestibular (MV, DV, V) y 3 puntos en cara palatina/lingual (MP/L, DP/L, L/P).
- Cantidad de encía queratinizada: medida como distancia entre la unión mucogingival y la proyección sobre la superficie externa del fondo del surco gingival (lac de superficies libres).
- Movilidad: para determinar si algún elemento presentaba movilidad y su grado, el diente se mantuvo firme entre los mango de dos instrumentos y se hizo el esfuerzo por moverlo en todas direcciones.
- Lesión de Furcación: para evaluar la presencia de bolsa periodontal y pérdida de inserción conectiva entre las raíces dentarias. Se evaluó desde todas las entradas de posibles lesiones periodontales en dientes multirradiculares. En elementos inferiores entrada vestibular y lingual, y en los superiores desde la entrada vestibular, distopalatina y mesiopalatina.
- Supuración: para determinar la presencia de pus en una bolsa periodontal colocando la punta del dedo índice a lo largo del aspecto lateral de la encía marginal y aplicando presión. No se registró supuración en ningún sitio.

Se registraron los siguientes indicadores:

- Índice gingival de Løe y Silness: para valorar el estado inflamatorio gingival. Se tomó en cuatro puntos (V, M, D y P/L) .
- Índice de Placa de O'Leary: para evaluar la presencia de biofilm y destreza del paciente en higiene oral. Indica el porcentaje de superficies lisas teñidas sobre el total de superficies dentarias presentes (se utilizó revelador de placa bacteriana doble tono) donde los sitios con placa madura se colorearon azul y los de placa inmadura rosa.
- Índice de sangrado: para evaluar la estabilidad periodontal. Se introdujo la sonda hasta el fondo del surco gingival con aplicación de fuerza leve y se la desplazó con suavidad a lo largo de la superficie (raíz) del diente. Si el sitio al retirar la sonda sangró se consideró positivo y si no negativo. Se tomó en cuatro puntos (V, M, D y P/L).

Los biomateriales utilizados en todos los casos se hidrataron con solución fisiológica y sangre del paciente recolectada de la cirugía por 20 minutos. Las marcas comerciales utilizadas fueron:

- Membrana de colágeno reabsorbible de origen porcino marca Tissum (figura 40)
- Xeroinjerto bovino marca Ostium Max (figura 41)



Figura 40: Membrana de colágeno reabsorbible de origen porcino marca Tissum, laboratorio InBiomed



Figura 41: Xeroinjerto bovino marca Ostium Max, laboratorio BIOlen

Dado que ninguno de los pacientes presentaba alergia a la penicilina ni a los AINES, la medicación profiláctica y antiinflamatoria en los casos quirúrgicos en los que se utilizaron biomateriales fue la siguiente:

- amoxicilina 875mg y ac. clavulánico 125mg. 1 comprimido cada 12h por 7 días. Se indica comenzar una hora antes de la cirugía.
- Antiinflamatorios: ibuprofeno 600mg con paracetamol de 1g, juntos cada 8 horas por 48 horas
- Previo a la cirugía se realiza la descontaminación del campo extraoral (perilabial y labial) con clorhexidina al 2%. Se le indica realizar un buche con clorhexidina al 0,12% durante un minuto para antisepsia intraoral.

Las Indicaciones post-quirúrgicas fueron (para cada paciente y cada caso particular se adaptaron y agregaron indicaciones necesarias):

- Respete la medicación indicada,
- No realice esfuerzos físicos en las primeras 48hs de cicatrización,
- Alimentación: fría/ tibia y blanda por 48h,
- tomar helado sin semillas en las primeras 24h,
- No realice buches, succión, ni utilizar sorbetes,
- No tome mates,
- Coloque plac-out en gel con un hisopo en la/s herida/s y en dientes vecinos, cada 12h;
- Utilice cepillo dental ultra suave y tenga extremo cuidado en las zonas cercanas a la herida;
- Puede colocar hielo (envuelto en un trapo) sobre la piel por 10 minutos, retirar 5 minutos, en las primeras 24h,
- Cualquier consulta o duda comuníquese.

Presentación de casos clínicos:

* Paciente 1:

Paciente femenino. De 43 años de edad, sana a nivel sistémico. Ex fumadora, dejó el hábito hace algunos meses. Motivo de consulta: “me quiero poner un implante en el diente de adelante”.

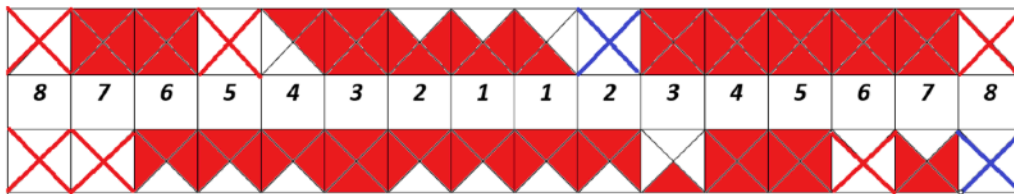
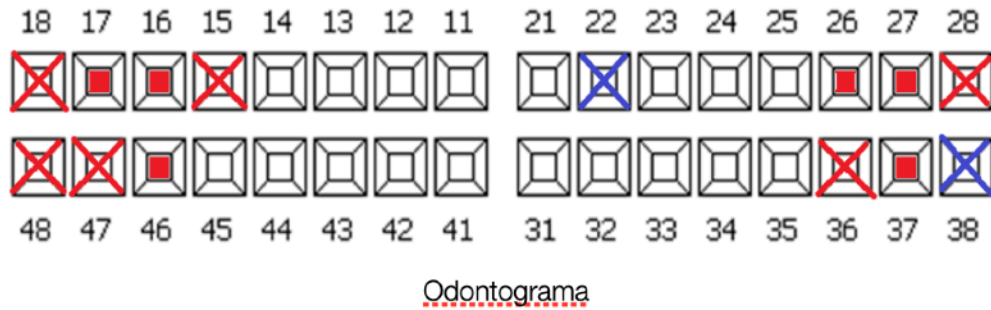
En el examen intraoral se observa presencia de cálculo, inflamación gingival, recesiones múltiples, elementos dentarios ausentes y con indicación de extracción (por caries), pigmentaciones dentarias. En el Sector antero-superior presenta indicación de extracción del 22 por caries radicular (**Caso Clínico N° 1**).

El tejido óseo a la altura del 36 presenta un defecto horizontal del reborde alveolar (Seibert 1) y en el espacio del 15 se evidencia un defecto horizontal y vertical del reborde óseo (Seibert 3) (**Caso clínico 2**). Se realizaron impresiones y fotos intraorales (figura 42).



Figura 42: Fotos intraorales previo al tratamiento.

Examen dentario, periodontal e índice de biofilm.



Índice de Biofilm dental- O'Leary: 79%

Figura 43: odontograma y o'leary

Examen radiografico inicial:



Figura 44: Radiografía panorámica

Diagnóstico: GINGIVITIS GENERALIZADA EN UN PERIODONTO REDUCIDO SIN ANTECEDENTES DE PERIODONTITIS

El índice de Sangrado al sondaje (SS) fue del 45,5% y el O'Leary de 79%.

Se comenzó el tratamiento de la terapia no quirúrgica, trabajando en la instrucción de la técnica de higiene oral y en la eliminación de los factores retentivos de biofilm (desbridamiento del cálculo supra y sub gingival con ultrasonido y curetas Gracey). Finalizada la terapia básica, se realizó la reevaluación a los 60 días. El porcentaje de SS fue del 7,69% y el de biofilm fue de 9,61%.



Figura 45: Re-evaluación a los 60 días.

Se solicitó examen tomográfico (CBCT) del maxilar superior donde se hizo la evaluación precisa de la posición del elemento 22 y de las dimensiones del tejido óseo para evaluar la posibilidad de realizar un protocolo de implantación tipo 1.

Se le ofrecieron a la paciente distintas alternativas de tratamiento. Se escogió la siguiente propuesta:

- Sector antero-superior: extracción del elemento 22 con una preservación del alveolo para poder realizar el implante a los 6 meses, en una segunda etapa. Se decidió realizar un injerto inguinal libre para el cierre del alveolo con el objetivo de ganar tejido blando.



Re-evaluación

Figura 47: Sitios con SS: 9,6%- sitios con Biofilm: 10,8%

- Sector superior derecho: implante del elemento 15.

Se decidió comenzar por el maxilar superior para luego trabajar sobre el sector inferior izquierdo y realizar el implante del elemento 36, posiblemente con ROG.

Se tomaron impresiones y el registro de mordida para hacer modelos de estudio, sobre los cuales se hicieron los provisorios y las placas de protección palatina post-quirúrgica.

Caso clínico 1:

Primera etapa: Exodoncia del 22 con preservación alveolar e injerto gingival libre.

Diagnóstico individual: al examen clínico se observa el incisivo lateral izquierdo (22) con ausencia total de la corona, sin sintomatología clínica a la temperatura o a la percusión. En la radiografía se ve el elemento tratado endodónticamente, sin proceso periapical. En la Cone Beam (CBCT) se evidenció la imposibilidad para realizar un protocolo de implantación tipo 1, porque la raíz del 22 corresponde a una **Clase IV** en la clasificación de Kant (la raíz se encuentra en íntimo contacto con la tabla vestibular y palatina por lo que hay tejido óseo insuficiente para lograr estabilidad primaria). Se decidió usar protocolo de implantación tipo 4, haciendo la extracción con una preservación del alveolo y un injerto gingival libre para el cierre del mismo.

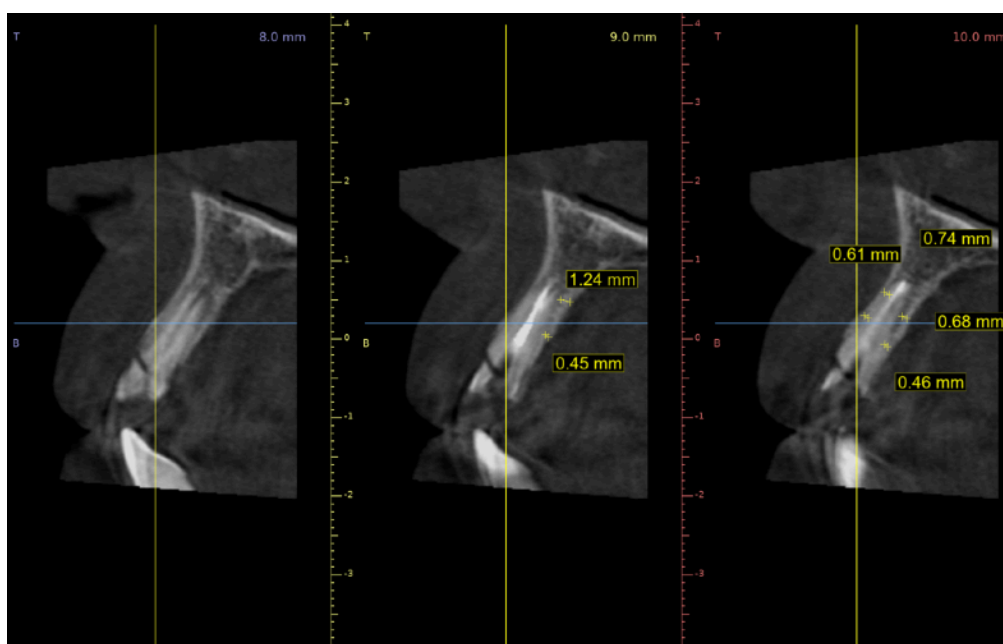
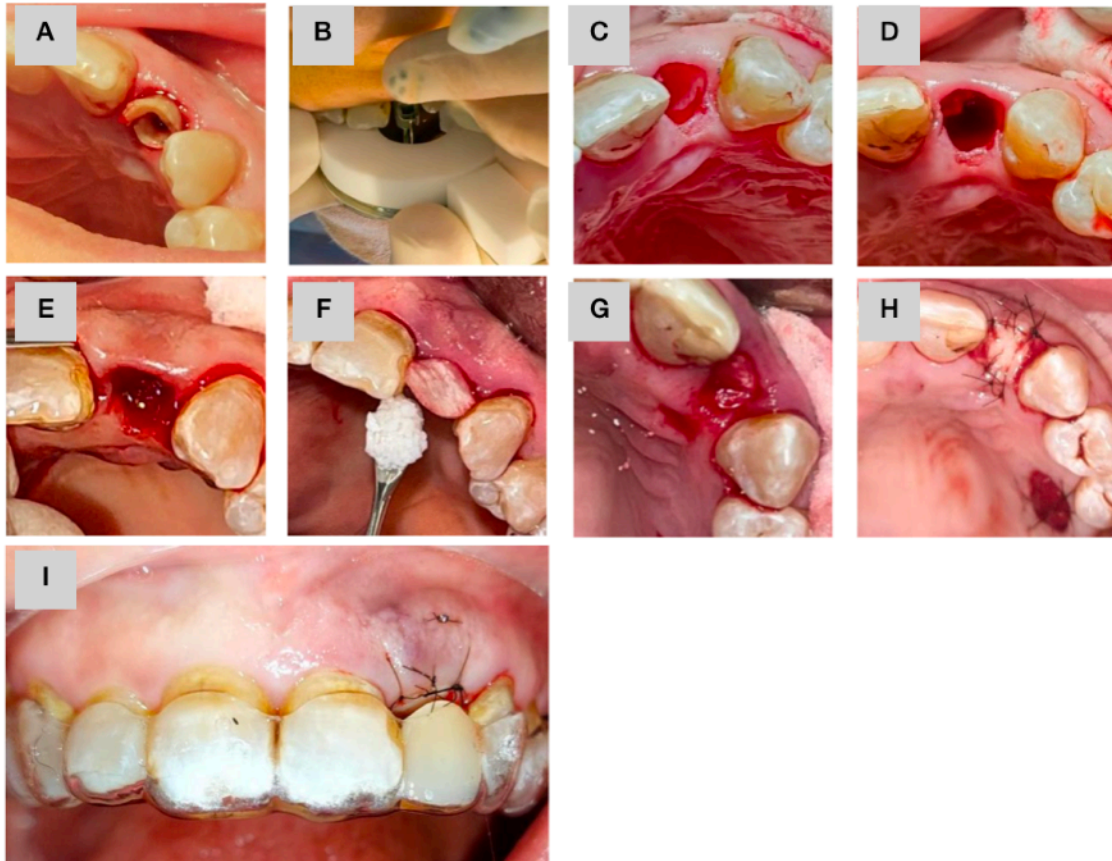


Figura 46: CBCT mostrando espesor de la tabla vestibular y palatina (<1mm)

Procedimiento quirúrgico:

- Medicación sistémica profiláctica y Antiinflamatoria;
- Descontaminación del campo extra e intraoral;
- Anestesia infiltrativa a fondo de surco por vestibular y por palatino del 22;
- Sindesmotomía 360° de todo el elemento,
- Exodoncia con extractor de Benet, previo ruptura del ligamento periodontal con periototomo (se utilizó en caras proximales con movimientos cortos en sentido mesio – dista),;
- Cureteaje del alveolo con cureta de Luca hasta eliminar todo el tejido de granulación (se evidencia porque disminuye notablemente el sangrado);
- Medición, recorte y adaptación de la membrana colágena. Se coloca la misma por vestibular, entre la tabla vestibular y el colgajo, cuidando que no quede doblada;
- Relleno del lecho con xeroinjerto bovino. Se lleva al alveolo con bureta de Moll y se compacta haciendo leve presión;
- Cierre de la membrana por palatino, entre el tejido óseo y el periostio;
- Des-epitelización de los bordes de la encía del alveolo. Luego se midió el tamaño del alveolo con sonda periodontal milimetrada para cerrar con un injerto gingival libre (IGL) la membrana expuesta;
- Anestesia infiltrativa del paladar, zona de premolares (24 y 25). Se realizó la toma del injerto con hoja de bisturí número 15, de una profundidad de 1,5mm. Se colocó esponja de colágeno para realizar hemostasia que se sujetó con dos puntos de suturas suspensorias utilizando ambos premolares;
- Se adaptó el IGL y se suturó a los bordes des-epitelizados con puntos simples de nylon 5.0;
- Se le dió a la paciente la placa palatina, previamente adaptada con el provisorio del 22, para protección de la herida del paladar para usar las 24h por 10 días hasta próximo control,
- Indicaciones post-quirúrgicas.



Fotos intraorales de la extracción del 22 y la preservación alveolar con un IGL:

A) incisivo lateral con la sindesmotomía realizada, B) exodoncia mínimamente traumática con el extractor de Benet, C y D) alveolo post-extracción con las tablas vestibular y palatina intactas, E) eliminación del tejido de granulación, F) presentación de la membrana colágena y colocación del xeroinjerto, G) cierre con la membrana colágena, H) colocación de un injerto gingival libre (IGL) y suturas 5.0 (oclusal), I) placa palatina con provisorio incluido, suturas (vestibular).

Segunda etapa: Colocación del implante del 15 y del 22

Después de 6 meses de la primer cirugía se comenzó con la segunda etapa del tratamiento. Se solicitó un nuevo estudio tomográfico (CBCT) para evaluar la nueva situación de la brecha post preservación alveolar. Se realizó un escaneo digital para realizar una guía quirúrgica y colocar ambos implantes (22 y 15). Al analizar el tamaño del reborde óseo en ambos sectores, y teniendo en cuenta que luego de un implante siempre ocurre una remodelación ósea, se planificó colocar los implantes con una ROG horizontal por vestibular, utilizando una membrana de colágeno de origen porcino y un xeroinjerto de baja tasa de sustitución de origen bovino. Se decidió sumergir los implantes para evitar

posibles problemas de contaminación de los biomateriales, y para ganar tejido blando realizando una técnica de roll a la hora de la etapa protésica.

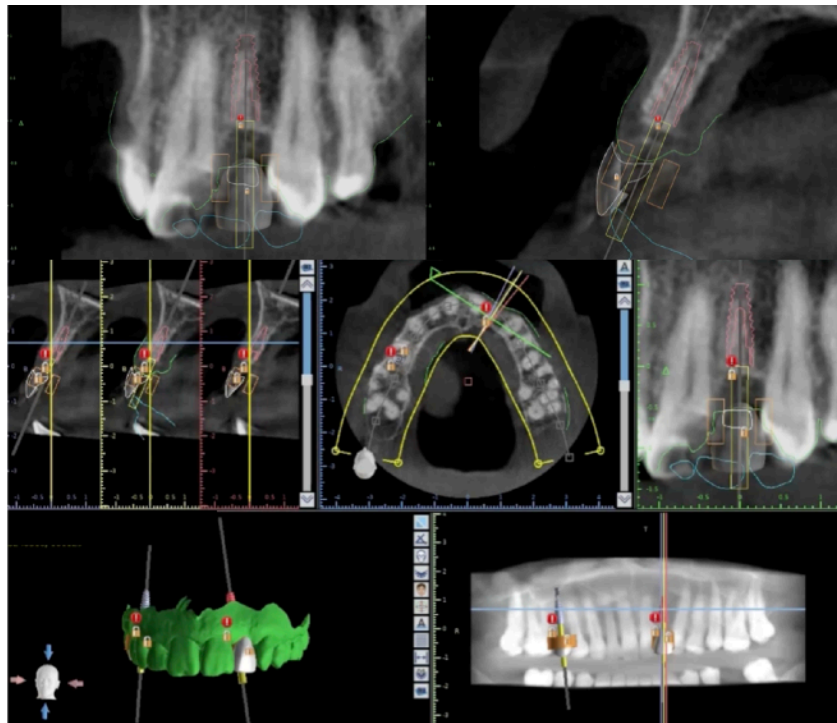


Figura 48: Planificación del implante 22

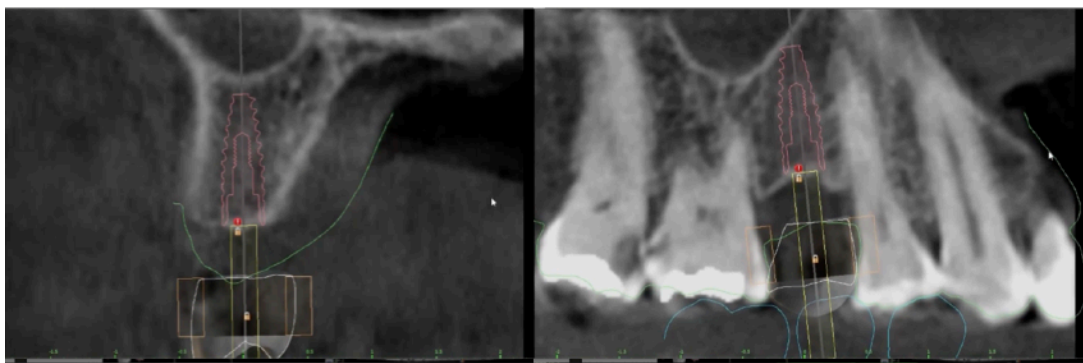


Figura 49: Planificación del implante 15

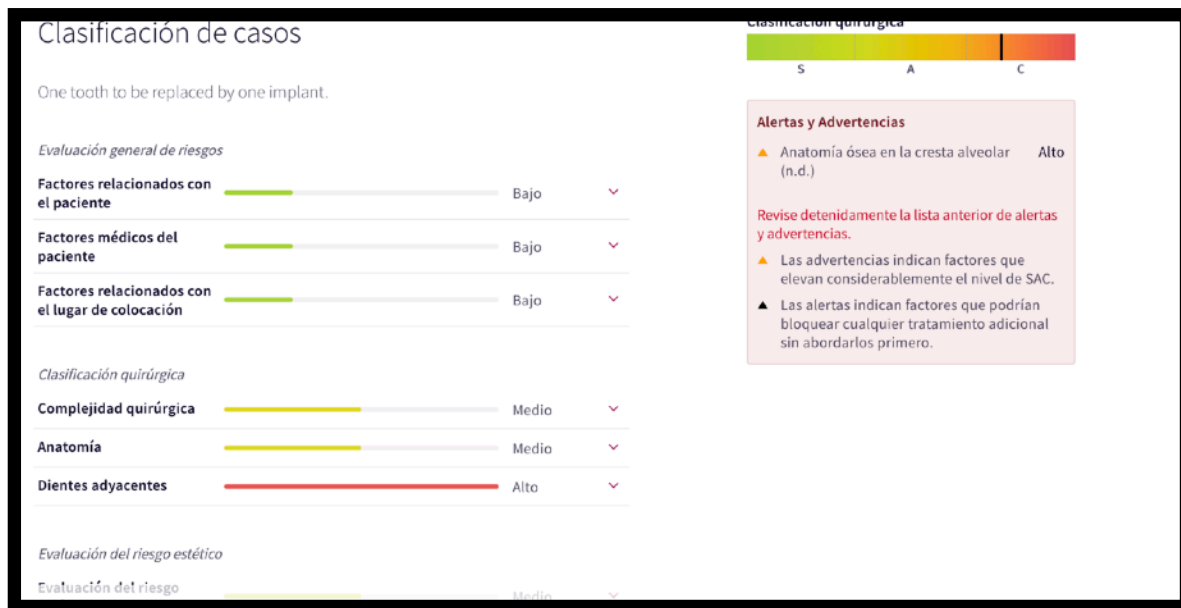


Figura 51: Clasificación de riesgo estético y quirúrgico del 15

Luego de estudio de terreno con tomografía *Cone Beam* se programó colocar implante con las siguientes características:

ELEMENTO 22:

- Implante Bone Level, cónico;
- Longitud 10 mm;
- Cuerpo 3,3mm;
- Tornillo de cierre al ras;



Figura 50: Clasificación de riesgo estético y quirúrgico del 22

- Marca comercial Straumman, con conexión cónica tipo cono Morse.

ELEMENTO 15:

- Implante Bone Level, cónico;
- Longitud 10 mm;
- Cuerpo 3,3mm;
- Tornillo de cierre de 2mm de altura;
- Marca comercial Federa, con conexión cónica tipo cono Morse.

Procedimiento quirúrgico:

- Medicación sistémica profiláctica y Antiinflamatoria;
- Descontaminación del campo extra e intra oral;
- Anestesia infiltrativa a fondo de surco por vestibular y por palatino del 22 y del 15,
- Incisión con hoja de bisturí 15C en el centro del reborde e intra surcular de los dientes vecinos (disto.vestibular y disto.palatino del 21 y del 14- mesio.vestibular y medio palatino del 23 y del 16),
- Decolado del colgajo de espesor total con la parte pequeña de la cureta de Moll,
- Colocación de la guía quirúrgica,
- Se marcó con una fresa esférica de 2mm (y mucha irrigación) el sitio para iniciar el fresado de ambos implantes,
- Se continuó con el protocolo de fresado utilizando la guía quirúrgica (para ambos casos se utilizó una fresa cónica 2,2mm, luego una de 2,8mm y por último la fresa de perfil), controlando con posicionador la profundidad y la angulación;
- El implante 22 se colocó de forma manual con llave Criquet, controlando el torque con el torquímetro (32 n), sumergiéndolos 1mm de la cresta ósea interproximal. Se cerró con tapa al ras para sumergir el implante tras la ROG. El implante del elemento 15, se llevó con motor y porta implante;
- Incisión sobre le periostio de ambos colgajos vestibulares para lograr un cierre primario de la herida,

- Se midió con sonda milimetrada (North Carolina) el espacio interproximal para recortar las membranas y que no queden en contacto con los dientes vecinos. Se adaptaron, por palatino en el caso del 22, y por vestibular en el caso del 15, entre el periostio y el hueso;
- Se colocó el xeroinjerto bovino, por vestibular del implante, haciendo leve presión para compactarlo, cubriendo la deshicencia;
- Cierre de la membrana por vestibular del 22 y palatino del 15, entre el colgajo y el hueso, cuidando de que no hayan pliegues;
- Se adaptaron los colgajos borde a borde para lograr un cierre primario con puntos de sutura colchonero horizontal y colchonero horizontal cruzado, utilizando nylon 5.0;
- Indicaciones post-quirúrgicas.

Fotos intraorales del acto quirúrgico (figura 52).

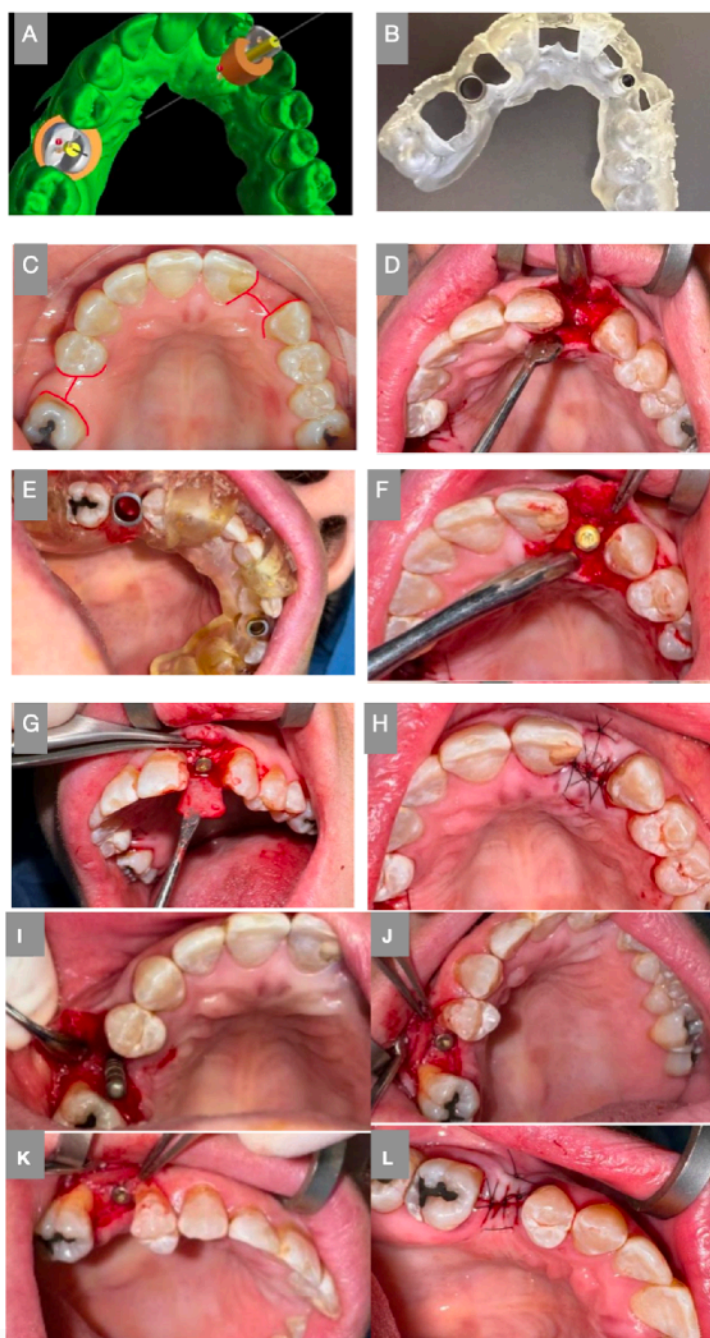


Figura 52: A) foto del diseño de la guía quirúrgica, B) guía quirúrgica, C) diseño de las incisiones, D) incisión y decorado de espesor total del 22, E) guía quirúrgica en boca, F) implante 22 (I-22) en boca, G) membrana de colágeno adaptada por palatino, xeroinjerto bovino por vestibular (I-22), H) sutura colchonero horizontal para cierre primario de la herida (I-22), I) medidor de profundidad y paralelismo del implante 15 (I-15), J) implante 15 en boca, k) membrana de colágeno y xeroinjerto adaptados por vestibular del defecto (I-15), L) sutura colchonero horizontal con nylon 5.0 para lograr cierre primario.

Paciente 2:

Paciente de sexo femenino, de 40 años. A nivel sistémico suele presentar alergia al clima y sinusitis. No fumadora. Motivo de consulta: “me quiero arreglar la encía del implante”. A la inspección intraoral se observan signos de inflamación gingival, factores retentivos de biofilm (obturaciones desadaptadas, cálculo, presencia de terceros molares semi-erupcionados), recesiones múltiples, dientes perdidos por caries. En el implante que reemplaza al elemento 22 se observa: corona con exceso de cemento, sobre contorneada por vestibular, de mayor diámetro mesio-distal que el diente homólogo, mayor altura inciso-apical (desarmonía del margen gingival), ausencia de mucosa queratinizada en sentido vertical y horizontal (Caso clínico 3). Para compensar la posición vestibular de la corona, le habían realizado carillas de resina en todos los dientes anteriores (de canino a canino).

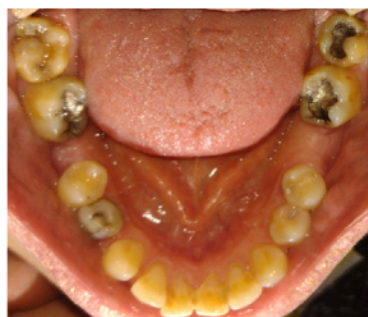


Figura 53: Fotos intraorales pre.tratamiento

SUPERIOR																
	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
Ausente	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☒
Implante	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Movilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pronóstico individual										malo						
Lesion de furcacion	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sangrado / Supuración	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐
Biofilm	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐
Encia queratinizada (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nivel de insercion	0 0 0	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 3 1	1 2 1	2 1 2	1 1 1	1 1 2	2 4 3	2 1 2	2 1 2	2 2 2	0 0 0	2 2 2	0 0 0
Profundidad de sondaje	0 0 0	2 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	1 1 2	2 1 2	1 2 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	0 0 0	2 1 2	0 0 0
Posicion del margen gingival	0 0 0	0 -1 0	0 -1 0	0 -1 0	0 -2 1	1 -1 1	0 0 0	0 0 1	1 0 0	-1 -2 -1	0 0 0	0 0 0	0 -1 0	0 0 0	0 -1 0	0 0 0
VESTIBULAR																
PALATINO																
Posicion del margen gingival	0 0 0	0 -1 0	0 -1 0	0 -1 -1	0 -1 0	0 -1 0	0 -1 0	0 0 0	0 0 0	-1 -1 -1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 -1 0	0 0 0
Profundidad de sondaje	0 0 0	2 1 2	2 2 2	2 1 1	2 2 2	2 1 2	2 1 1	1 1 2	1 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	1 1 2	0 0 0	2 1 2	0 0 0
Nivel de insercion	0 0 0	2 2 2	2 3 2	2 2 2	2 3 2	2 2 2	2 2 1	1 1 2	1 1 2	3 2 3	2 1 2	2 1 2	1 1 2	0 0 0	2 2 2	0 0 0
Biofilm	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐
Sangrado / Supuración	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐
Lesion de furcacion	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

INFERIOR																
	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4	4.3	4.2	4.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8
Ausente	☒	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☒
Implante	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Movilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pronóstico individual																
Lesion de furcacion	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sangrado / Supuración	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Biofilm	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Encia queratinizada (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nivel de insercion	0 0 0	2 1 2	0 0 0	2 1 2	2 1 2	1 1 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 1 1	2 2 2	2 2 2	2 1 2	0 0 0	2 1 1	0 0 0
Profundidad de sondaje	0 0 0	1 1 2	0 0 0	1 1 2	2 1 2	1 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	2 0 1	2 1 2	2 1 2	2 1 1	0 0 0	1 1 1	0 0 0
Posicion del margen gingival	0 0 0	-1 0 0	0 0 0	-1 0 0	0 0 0	0 0 0	0 -1 0	0 -1 0	0 -1 0	0 -1 0	0 -1 0	0 -1 0	0 0 -1	0 0 0	0 -1 -1	0 0 0
LINGUAL																
VESTIBULAR																
Posicion del margen gingival	0 0 0	-2 -1 0	0 0 0	-1 -1 0	0 -1 0	-1 -1 0	0 -1 0	0 -1 0	0 -1 0	0 -1 0	0 -1 0	0 -1 0	0 0 -1	0 0 0	0 -1 -1	0 0 0
Profundidad de sondaje	0 0 0	1 0 2	0 0 0	1 1 1	2 1 2	1 1 1	2 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	0 0 0	2 1 2	0 0 0
Nivel de insercion	0 0 0	3 1 2	0 0 0	2 2 1	2 2 2	2 2 1	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 1	0 0 0	2 2 3	0 0 0
Biofilm	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Sangrado / Supuración	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐
Lesion de furcacion	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Figura 57: ficha periodontal de la re-evaluación- Sitios con BF: 8,85% - Sitios con SS: 5,72%

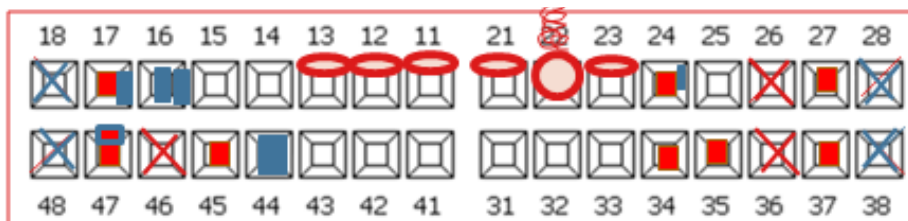


Figura 54: odontograma inicial



Figura 55: Radiografía panorámica inicial

Diagnóstico: periodontitis estadio I grado A.

La terapia básica consistió en eliminar factores retentivos de biofilm como el cálculo supra y subgingival con instrumento manual y ultrasónico, exodoncia de los terceros molares, restauración de caries, pulido de obturaciones desbordantes, instrucciones sobre la técnica de higiene oral. A los 60 días de la eliminación de cálculo se realizó la reevaluación.

La PS fue <4mm, el SS fue 5,72%,

Diagnóstico individual del implante 22: Deshicencias periimplantarias de tejidos blandos y duros. Luego de desconectar la corona, se observa que la conexión del implante está dañada, que la posición el implante en sentido axial está errónea y que el ángulo del implante con respecto al de la posición ideal es superior a los 40°, por lo que es imposible abordar el tratamiento con un injerto conectivo subepitelial y cambio de prótesis.

Tratamiento:

- Extraer el implante en mala posición, realizar una regeneración ósea guiada (ROG) y un injerto gingival libre (IGL) para ganar tejido duro y blando (figura 56).
- Luego de 6 meses, se solicita una nueva tomografía (CBCT) para evaluar el tejido óseo y se puede realizar la cirugía del implante (protocolo de implantación tipo 4).

Procedimiento quirúrgico:

- Medicación sistémica profiláctica y Antiinflamatoria. Descontaminación del campo extra e intra oral;
- Anestesia infiltrativa a fondo de surco por vestibular y por palatino del 22,
- Retiro de la corona,
- Extracción del implante con extractor atraumático,
- Eliminación del tejido de granulación con bureta de Luca,
- Adaptación de la membrana colágena por vestibular, entre el periostio y el defecto óseo,
- Colocación del xeroinjerto bovino por vestibular, entre el defecto óseo y la membrana. Se compacta haciendo una leve presión con un compactados óseo,
- Cierre de la membrana por palatino,
- Des-epitelización de los bordes de la encía raspando con la hoja de bisturí y medición con sonda periodontal para cerrar con un injerto gingival libre (IGL),
- Anestesia infiltrativa del paladar, zona de premolares (24 y 25).
- Toma de un injerto autólogo con epitelio con hoja de bisturí número 15 para el IGL. Colocación de una esponja de colágeno en el lecho palatino. Sutura

suspensoria utilizando el 24 (primer premolar superior izquierdo) para protección del cóagulo,

- Adaptación del IGL y sutura a los bordes des-epitelizados con nylon 5.0,
- Colocación de la placa palatina termoformada, previamente adaptada con el provisorio del 22.
- Indicaciones post-quirúrgicas:

Fotos intraorales- Extracción del implante, ROG e IGL

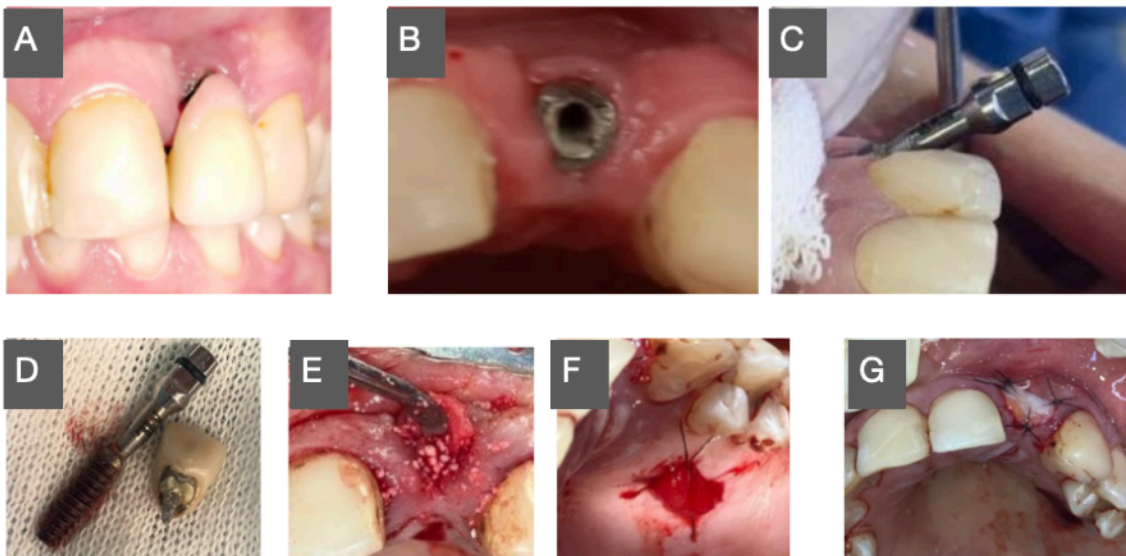


Figura 56: A) deficiencia de tejidos blandos y duros, corona invade espacio del margen mucoso y vestibular, B) implante con la conexión dañada, C) extractor atraumático evidenciando la posición axial del implante, D) implante, extractor y corona, E) membrana y xeroinjerto colocados sin realizar incisiones, F) paladar con esponja de colágeno y sutura suspensoria, IGL adaptado con suturas simples.

Segunda etapa: colocación del implante

Después de 6 meses de la cirugía se comenzó con la segunda etapa del tratamiento donde se planificó la rehabilitación con implante en la zona. Se solicitó un nuevo estudio tomográfico (CBBT) para evaluar la nueva situación de la brecha post incremento de reborde alveolar. Se le agrego una marca radiopaca a su prótesis para tener una referencia de la cara vestibular de la corona a realizar. Clínicamente se observó un defecto óseo horizontal por vestibular,

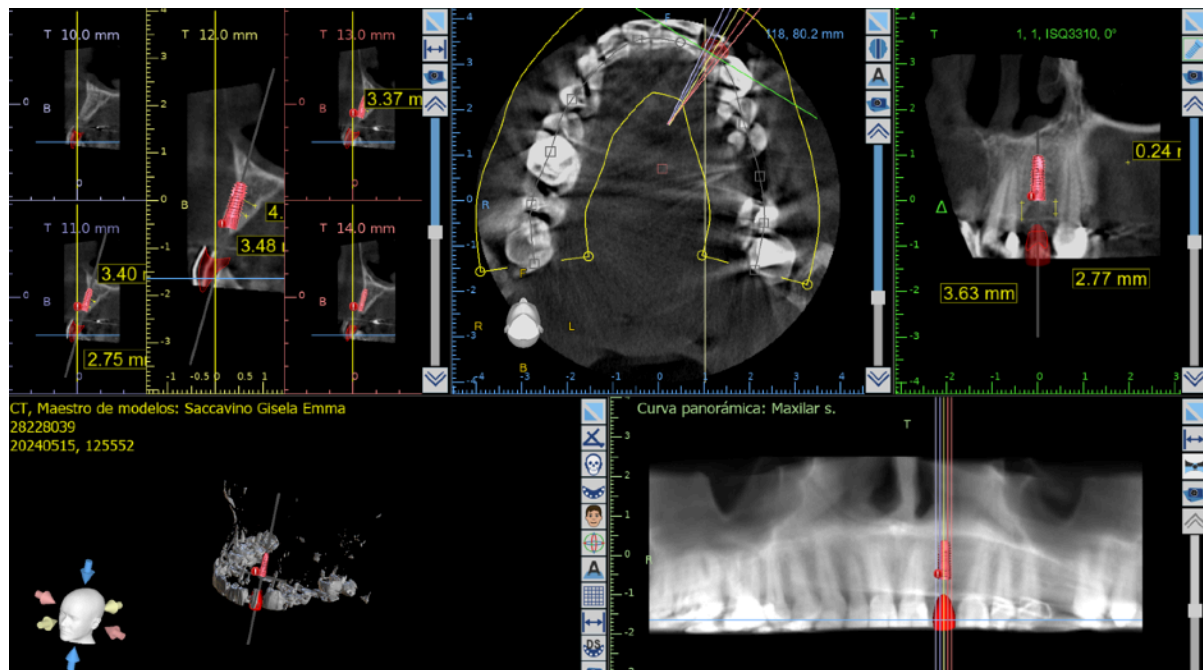


Figura 58: Estudio CBCT

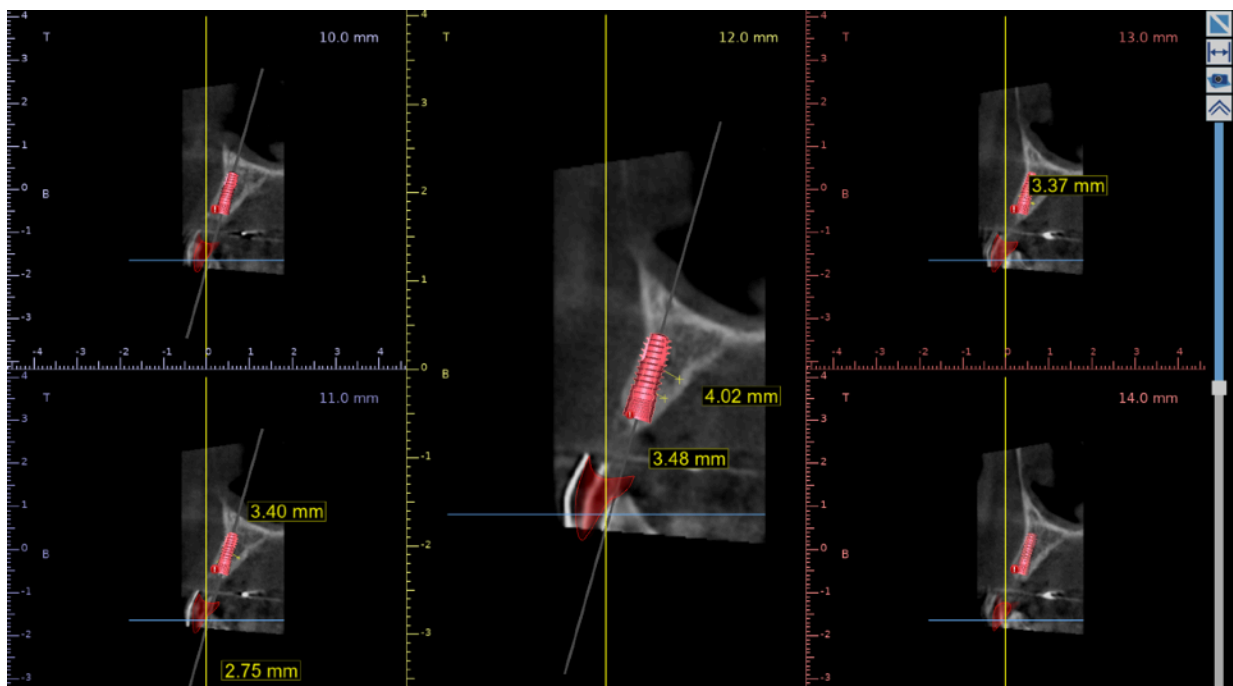


Figura 59: CBCT para evaluar el tipo de implante y de cirugía a realizar. Se colocó marca radiopaca en el provisorio de la paciente para usar de referencia.

compatible con un defecto de Seibert tipo 1, por lo que se procede a colocar el implante con una ROG horizontal. Ésto se confirmó en la evaluación topográfica, dado que el diámetro en sentido vestibulo-palatino era de 3,4mm. Se

confeccionó una guía quirúrgica termocurada para mayor control de la posición axial del implante. Se decide sumergir el implante 3,40 mm de la cresta interproximal y cubrirlo con los biomateriales.

Luego de estudio de terreno con tomografía *Cone Beam* se programó colocar implante con las siguientes características:

- Implante Bone Level, cónico;
- Longitud 10 mm;
- Cuerpo 3,3mm;
- Tornillo de cierre al ras;
- Marca comercial federa, con conexión cónica tipo cono Morse.

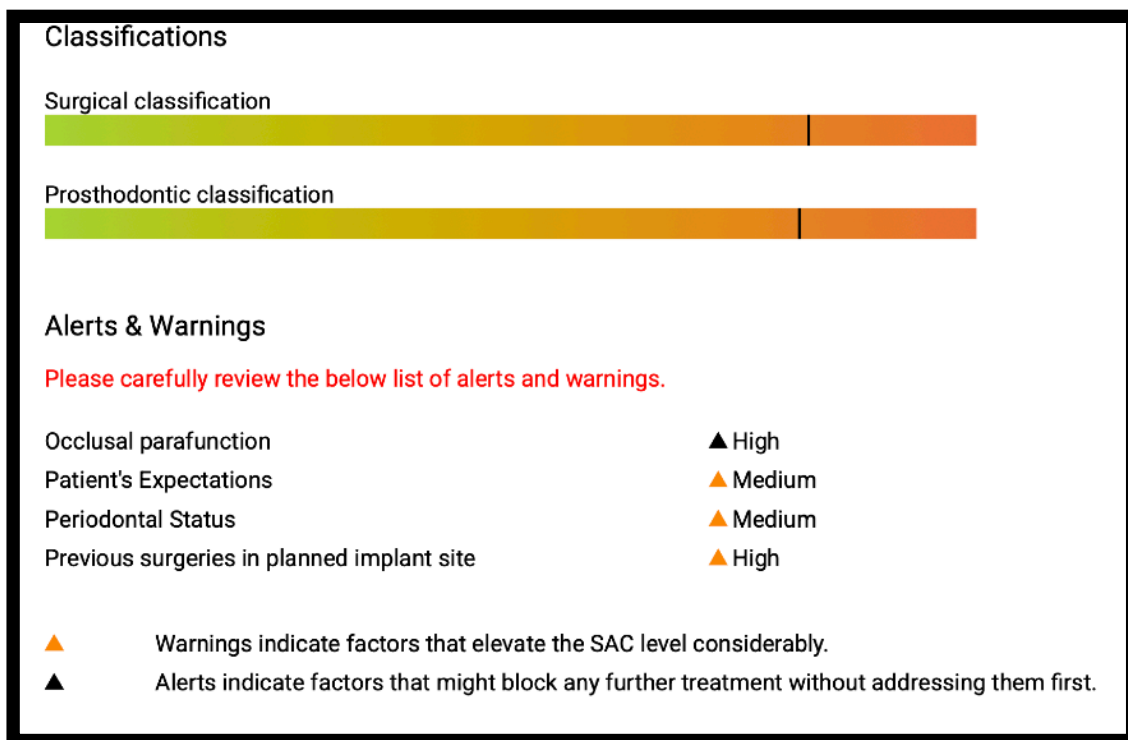


Figura 60: Clasificación SAC

Procedimiento quirúrgico realizado a los 8 meses de la primer cirugía:

- Medicación sistémica profiláctica y Antiinflamatoria.
- Descontaminación del campo extra e intra oral,

- Anestesia infiltrativa a fondo de surco por vestibular y por palatino del 22,
- Incisión supracrestal con hoja de bisturí 15C en el centro del reborde e intra surcular de los dientes vecinos (disto.vestibular y disto.palatino del 21-mesio.vestibular y medio palatino del 23),
- Decolado del colgajo de espesor total con cureta de Moll,
- Colocación de la guía quirúrgica fabricada con placa termocurada,
- Se marca con fresa esférica de 2mm y mucha irrigación el sitio para el fresado,
- Se continuó con el protocolo de fresado, controlando con posicionador la angulación, hasta llegar a la última fresa, utilizando la guía quirúrgica,
- Se realizó incisión liberadora en el 21 y el 23, entre el cenit y la punta de la papila para aumentar el campo visual,
- Colocación del implante de forma manual con llave Criqueet, controlando el torque con el torquímetro (32 n). Se cerró con tapa al ras. Implante sumergido 3mm con respecto a la cresta ósea de los dientes vecinos,
- Incisión sobre le periostio para lograr un cierre primario de la herida,
- Medición, recorte y adaptación de la membrana colágena por palatino, entre el periostio del colgajo y el hueso palatino,

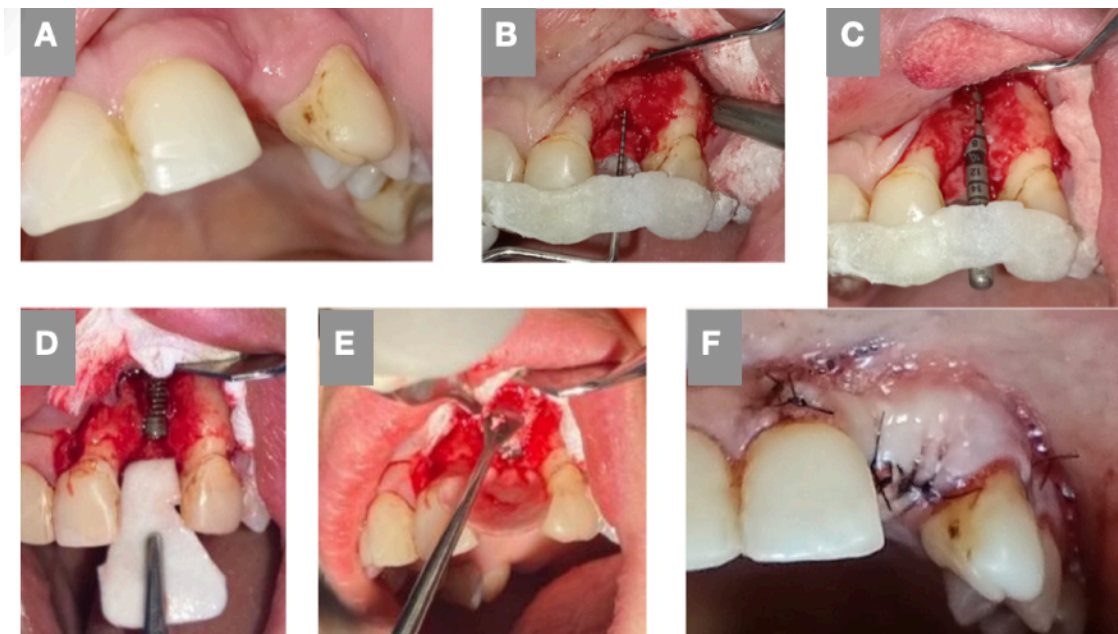


Figura 61: A) defecto horizontal, B) sonda North Carolina mostrando el sitio de fresado. Decolado de espesor total realizado, C)medidor de profundidad y paralelismo, D) implante con estabilidad primaria. Dehiscencia vestibular del tejido óseo, E) membrana colágeno adaptada por palatino, xeroinjerto óseo colocado por vestibular, F) cierre por primera intención con puntos simples, nylon 5.0.

- Colocación del xeroinjerto bovino por vestibular del implante, cubriendo la deshicencia,
- Cierre de la membrana por vestibular, cubriendo el xeroinjerto,
- Adaptación del colgajo y sutura con puntos simples con nylon 5.0. se logra cierre primario de la herida;
- Indicaciones post-quirúrgicas.

A los 60 días se cito a la paciente para descubrir el implante y confeccionar el provisorio (protocolo de carga convencional tipo C). Se realizó la técnica de Roll (colgajo pediculado) El tejido blando se encontraba sin signos de inflamación.

Procedimiento:

- Anestesia infiltrativa a fondo de surco vestibular y por palatino del 22,
- Con una hoja de bisturí 15c se realizo una incisión semicircular rodeando al implante, comenzando por distal del 21, a 2mm, extendiéndose en semicírculo hacia palatino, para terminar en medial del 23, a 2 mm del mismo,
- Con cureta de Moll se desplazo el tejido hacia vestibular hasta exponer el implante,
- Se retiro la tapa, y se adapto un pilar provisorio, sobre el que se confeccionó la corona provisoria con un diente de stock y resina acrílica,
- El tejido blando de enrolló en vestibular (parte de tejido fue desepitelizado quedando en contacto cone l tejido conectivo),
- Se trabajo el tejido blando con el provisorio para lograr un adecuado perfil de emergencia cada 30 días.

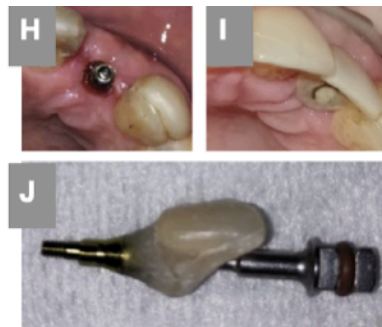


Figura 62: G) provisorio en boca a los 60 días de la cirugía, vista vestibular H) perfil de emergencia del implante (tejido blando con adecuado espesor y altura), I) provisorio en boca, vista oclusal, emergencia por palatino, J) provisorio respetando perfil crítico y subcrítico.

Figura 63: RX periapical a los 30 días

Paciente 3:

Paciente de sexo masculino, de 35 años. A nivel sistémico no presenta alteraciones. No fumador. Deportista. Motivo de consulta: “me quiero poner un implante”. A la inspección intraoral se observan signos de inflamación gingival localizados asociados a factores retentivos de biofilm (cálculo supragingival, obturaciones desadaptadas, tercer molar inferior izquierdo). Presenta recesiones múltiples, caries, dientes perdidos por caries y dientes con indicación de extracción. Paciente colaborador, comprometido.

A la inspección clínica intraoral se observa el segundo premolar superior derecho (15) con pérdida total de la corona y caries radicular, sin sintomatología clínica (**Caso clínico 4**). El segundo molar superior izquierdo (27) tenía una corona metálica desadaptada y presentaba sintomatología a la percusión vertical (**caso clínico 5**). En la evaluación radiográfica, se observaron ambos elementos con endodoncia y proceso periapical crónico.



Figura 64: Fotos intraorales al momento e la primer consulta

Odontograma

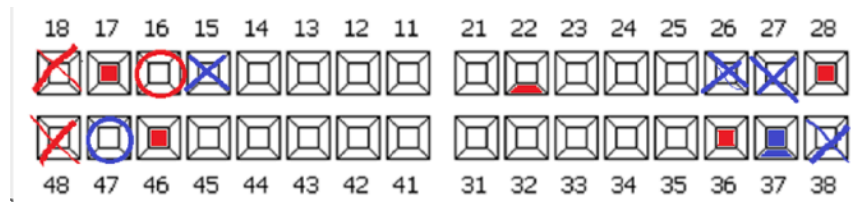


Figura 65: odontograma inicial

Análisis radiográfico inicial



Figura 66: Radiografía panorámica

Porcentaje de sitios con SS: 18,45%

Porcentaje de sitios con Biofilm: 22.32%

DIAGNÓSTICO: periodontitis estadio I grado A

Se trabajó en la terapia básica la instrucción de la técnica de higiene oral y cepillo adecuado, la dieta (paciente consumía mucho limón), se derivó a endodoncia el elemento 37, se indicó extracción del 38 y obturación del 47. Se realizó instrumentación supra y sub gingival, y finalizada la terapia inicial se planificó la terapia quirúrgica, para lo cual se solicitó una CBCT del maxilar superior. A los 60

SUPERIOR		1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
Ausente		☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
Implante		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Movilidad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pronóstico individual					malo										malo		
Lesion de furcacion		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sangrado / Supuración		☐	☒	☐	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☒	☒
Biofilm		☐	☒	☐	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Encía queratinizada (mm)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nivel de insercion		0 0 0	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	1 1 2	1 1 1	1 1 1	2 2 1	1 1 2	2 1 2	2 2 2	3 1 2
Profundidad de sondaje		0 0 0	3 2 3	3 2 2	3 1 3	3 1 2	3 1 2	2 1 2	2 2 2	2 1 2	1 1 2	2 1 2	2 1 1	1 1 2	1 1 2	3 1 3	3 1 3
Posicion del margen gingival		0 0 0	1 0 1	1 0 0	1 -1 1	1 -1 0	1 -1 0	0 -1 0	0 0 0	1 0 0	0 0 1	1 0 1	0 -1 0	0 0 0	-1 0 0	1 -1 1	0 0 1
VESTIBULAR																	
PALATINO																	
Posicion del margen gingival		0 0 0	0 -1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 -1 0	-1 0 0	1 0 1	1 0 0	1 0 1	1 0 1	1 0 1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 0 1
Profundidad de sondaje		0 0 0	3 1 1	2 2 1	1 1 2	1 1 1	1 1 1	1 1 1	2 1 2	2 2 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	0 0 0	2 1 2	2 2 2
Nivel de insercion		0 0 0	3 2 1	2 2 1	1 1 2	1 1 1	1 2 1	2 1 1	1 1 1	1 2 2	1 1 1	1 1 1	1 1 1	2 1 2	0 0 0	2 1 2	1 2 1
Biofilm		☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Sangrado / Supuración		☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☒	☒
Lesion de furcacion		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nota																	
INFERIOR		4.8	4.7	4.6	4.5	4.4	4.3	4.2	4.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8
Ausente		☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Implante		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Movilidad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pronóstico individual																	
Lesion de furcacion		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sangrado / Supuración		☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Biofilm		☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Encía queratinizada (mm)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nivel de insercion		0 0 0	1 1 2	1 1 1	2 2 2	2 3 3	2 3 2	2 3 2	2 3 2	2 3 2	2 3 2	2 3 2	2 3 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 3
Profundidad de sondaje		0 0 0	1 1 2	2 1 2	2 1 1	1 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 2	2 1 1	1 1 1	2 1 2	2 1 2	2 2 3	2 1 3
Posicion del margen gingival		0 0 0	0 0 0	1 0 1	0 -1 -1	-1 -2 -1	0 -2 0	0 -2 0	0 -2 0	0 -2 0	0 -2 0	-1 -2 -1	-1 -2 -1	0 -1 0	0 -1 0	0 0 1	0 -1 0
LINGUAL																	
VESTIBULAR																	
Posicion del margen gingival		0 0 0	0 -1 0	0 -1 0	0 -1 -1	0 -1 0	0 -2 0	0 0 0	0 -1 0	-1 -1 0	0 -1 1	0 -2 0	-1 -1 0	1 -1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
Profundidad de sondaje		0 0 0	2 1 2	2 1 2	2 1 1	2 1 2	2 1 2	2 2 2	2 1 2	1 1 2	2 1 3	2 1 1	1 1 2	2 2 2	2 1 2	1 2 3	2 2 3
Nivel de insercion		0 0 0	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 3 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 3 1	2 2 2	1 3 2	2 1 2	1 2 3	2 2 3
Biofilm		☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☒
Sangrado / Supuración		☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Lesion de furcacion		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Figura 71: Re-evaluación. Porcentaje de sitios con Biofilm: 8,33%- Porcentaje de sitios con SS: 8,33%

días se realizó la re-evaluación.

Se solicitó un estudio tomográfico para evaluar con precisión la anatomía de las raíces, dimensión del remanente óseo, tamaño de los procesos periapicales, y la posibilidad de un protocolo de implantación tipo 1 del elemento 15.

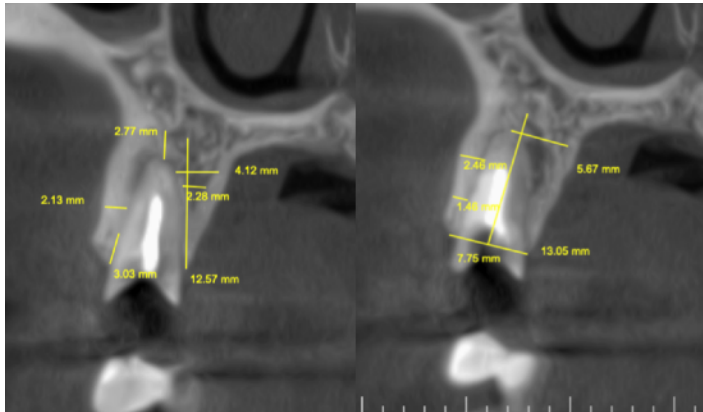


Figura 67: CBCT del 15. Se observan las tablas vestibular y palatina de espesor mayor a 1mm, proceso periapical de tamaño reducido, adecuado espesor óseo apical y palatino. La raíz no estaba en íntimo contacto con el piso de seno maxilar.

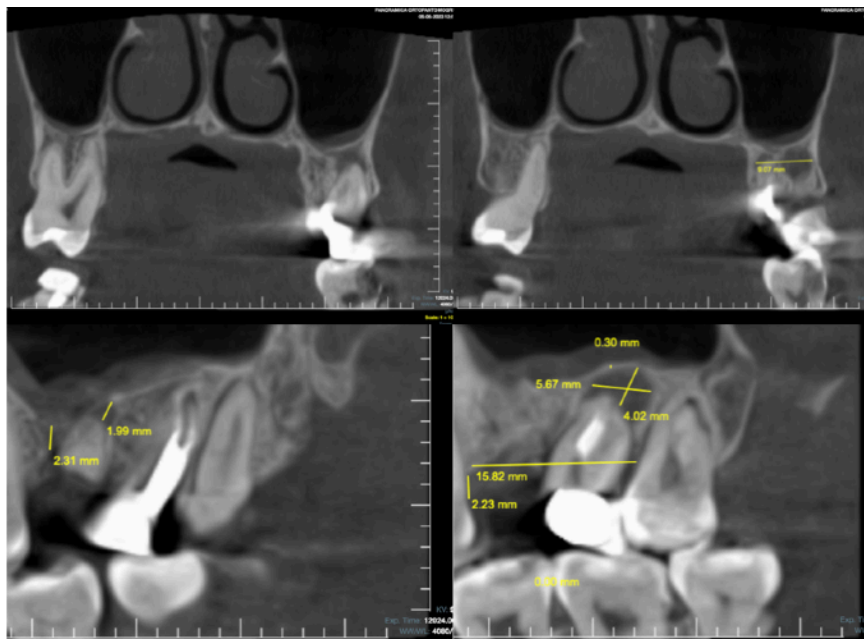


Figura 68: CBCT del 26 y 27. Se muestran las dimensiones del proceso periapical crónico en ambos elementos. Cortical ósea sinusal en íntimo contacto (<1mm). Se visualiza una comunicación del seno maxilar con el proceso periapical.

Tratamiento:

- Exodoncia del 15 con implante inmediato con ROG (protocolo tipo 1) ya que hay tejido óseo disponible para lograr un anclaje primario en la posición ideal y la tabla vestibular es >1mm (**caso clínico 4**).
- Exodoncia del resto radicular del 26 y del 27 con PA. Luego de 6 meses, se solicita una nueva tomografía (CBCT) para evaluar el tejido óseo y realizar la cirugía del implante con protocolo de implantación tipo 4 (**caso clínico 5**).

Caso clínico 4



Figura 69: Clasificación de la complejidad quirúrgica y riesgo estético del elemento 15

Luego de estudio de terreno con tomografía *Cone Beam*, se programó colocar implante con las siguientes características:

- Implante Bone Level, **cónico**;
- Longitud 10 mm;
- Cuerpo 4,1mm;
- Tornillo de cierre de 2 mm de altura;
- Marca comercial federa, con conexión cónica tipo cono Morse.

Procedimiento quirúrgico:

- Medicación sistémica profiláctica y antiinflamatoria;
- Descontaminación del campo extra e intra oral;
- Anestesia infiltrativa a fondo de surco por vestibular y por palatino del 22;
- Sindesmotomía en la periferia de todo el elemento,
- Exodoncia mínimamente traumática con pinza para premolares superiores, previa ruptura del ligamento periodontal con periototomo (se utilizó en caras proximales con movimientos cortos en sentido mesio – distal);
- Eliminación de todo el tejido de granulación del alveolo con cureta de Luca (se evidencia porque disminuye notablemente el sangrado);
- Protocolo de fresado sobre la pared palatina: fresa inicial 2,2mm, luego 2,8mm y por último 3,5mm, todas a una profundidad de 12mm con respecto a la cresta ósea de los dientes vecinos (con el objetivo de sumergir el implante 2mm por el remodelado óseo post quirúrgico),
- Colocación del implante de forma manual, con llave y porta implante. Cierre con tapa estética de altura de 2mm;
- Relleno del GAP (espacio entre la tabla ósea y el implante) con xeroinjerto bovino,
- Sutura colchonero vertical a ambos lados del implante (medial y distal) con nylon 5.0
- Indicaciones post-quirúrgicas.

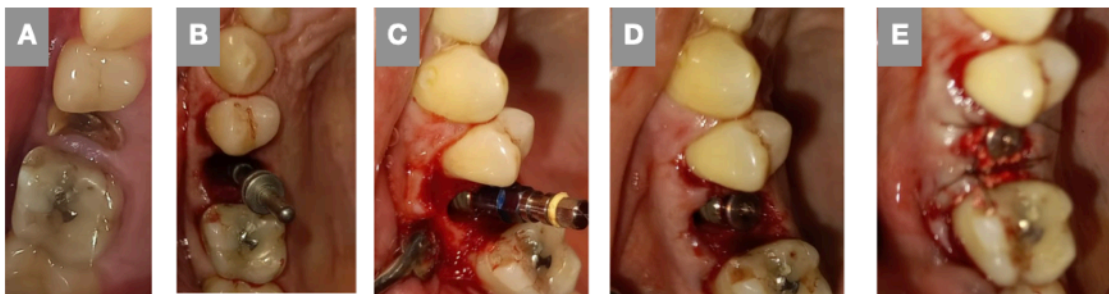


Figura 70: FOTOS INTRAORALES:

A) 15 en boca, B) posicionador y medidos de profundidad, C)implante y porta implante colocado en el alveolo en la posición correcta, D) implante con la tapa, E) xeroinjerto en el GAP y sutura.

Caso clínico 5:

La CBCT evidenció que no había remanente óseo adecuado para un protocolo 2 o 3. Se decidió realizar la exodoncia con preservación alveolar, y cumplido el tiempo biológico necesario (6 meses) continuar el tratamiento con una segunda cirugía.

Procedimiento quirúrgico:

- Medicación sistémica profiláctica y antiinflamatoria;
- Descontaminación del campo extra e intra bucal;
- Anestesia infiltrativa a fondo de surco por vestibular y por palatino del 26 y 27;
- Sindesmotomía 360° de ambos el elementos,
- Exodoncia mínimamente traumática. Se comenzó con el resto radicular, realizando la ruptura del ligamento periodontal con periototomo (se utilizó en caras proximales con movimientos cortos en sentido mesio – dista) y luego extrajo con elevador. El 27 presentaba caries radicular. Se utilizó el periototomo por medial y distal de las raíces vestibulares, se continuo luxando con pinza para molares superiores. Al fracturarse la raíz cariada (mesial) se extrajo primero y luego el resto del molar. Se logró mantener la tabla vestibular y el septum inter radicular;
- Eliminación del tejido de granulación del alveolo con cureta de Luca (se evidencia porque disminuye notablemente el sangrado);
- Medición, recorte y adaptación de la membrana colágena Se coloca la misma por vestibular, entre la tabla vestibular y el colgajo;
- Relleno del lecho con xeroinjerto bovino. Se lleva al alveolo con bureta de Moll y se compacta haciendo leve presión con condensador óseo;
- Cierre de la membrana por palatino, entre el tejido óseo y el periostio;
- Sutura colchonero horizontal cruzado (no se logra el cierre total quedando levemente expuesta la membrana);
- Indicaciones post-quirúrgicas.

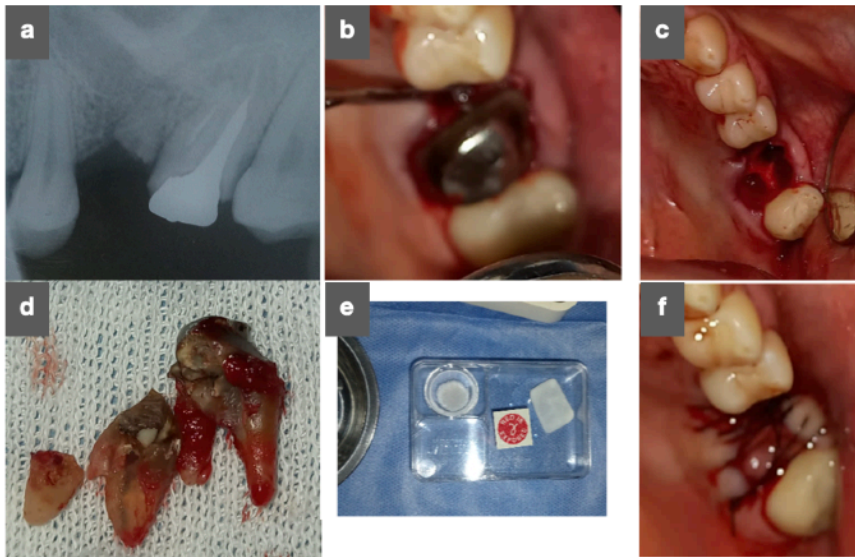


Figura 72: a) radiografía periapical, b) foto clínica del 27, c) alveolo post extracción, d) moral y resto radicular, e) biomateriales, f) foto clínica del cierre con sutura colchonero horizontal

Segunda etapa: colocación del implante

Después de 6 meses de la cirugía se comenzó con la segunda etapa del tratamiento donde se planificó la rehabilitación con implante en la zona. Se solicitó un nuevo estudio tomográfico (CBCT) para evaluar la nueva situación de la brecha post PA. Se midió la distancia desde la cresta alveolar al piso del seno maxilar y se observó que no había altura ósea suficiente por lo que había que realizar una elevación del piso del seno. La altura del reborde observada fue de 3,77mm. Realizando un análisis minucioso, se optó por la técnica trans-alveolar de Summer, ya que el piso sinusal era plano y no había presencia de septum

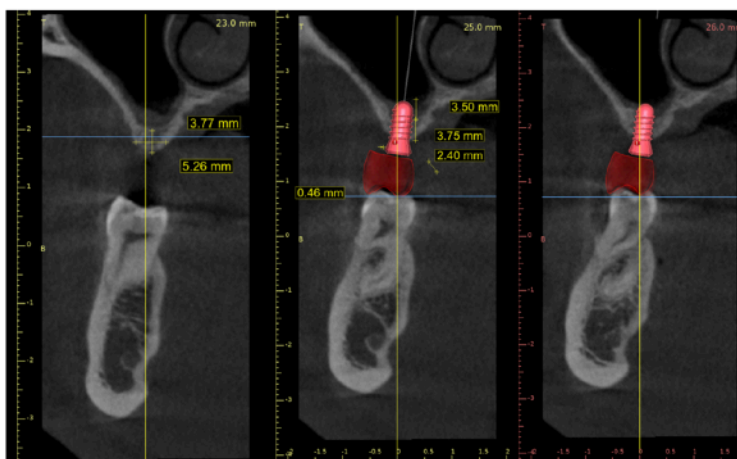


Figura 73: CBCT y planificación quirúrgica.

intrasinusal. La altura del reborde alveolar se encontraba en el límite para realizar una ventana lateral, por el espesor de la mucosa sinusal decidimos realizar la técnica transalveolar.



Figura 74: Clasificación de riesgo quirúrgico del implante del elemento 26

Luego de estudio de terreno con tomografía *Cone Beam*, se programó colocar implante con las siguientes características:

- Implante Tissue Level;
- Longitud 8 mm;
- Cuerpo 4,1mm, copa 4,8mm;
- Tornillo de cierre de 1,5 mm de altura;
- Marca comercial federa, con conexión cónica tipo cono Morse.

Procedimiento quirúrgico:

- Medicación sistémica profiláctica y antiinflamatoria. Descontaminación del campo extra e intra oral,
- Anestesia infiltrativa a fondo de surco por vestibular y por palatino del 24 y 26,

- Incisión supracrestal con hoja de bisturí 15C en el centro del reborde e intra surcular de los dientes vecinos (disto.vestibular y disto.palatino del 24-mesio.vestibular y medio palatino del 28),
- Decolado del colgajo de espesor total con cureta de Moll,
- Se marcó con fresa esférica de 2mm y mucha irrigación el sitio para el fresado,
- Se continuó con el protocolo de fresado, hasta 1,5mm antes de la cortical del piso sinusal (sólo se profundizaron 2mm), controlando con posicionador la angulación, hasta llegar a la última fresa (2,2mm; 2,8mm; 3,5mm);
- Se utilizaron secuencialmente los osteotomos acorde al tamaño de las fresas, ubicándolos en el lecho óseo formado, haciendo un golpe seco con martillo. Se colocó xeroinjerto bovino y se compactó con condensador de hueso y con los mismos osteotomos. Control de la profundidad a 9mm;
- Colocación del implante de forma manual con llave Criquet, controlando el torque con el torquímetro (32 n). Se cierra con tapa de 1,5mm
- Adaptación del colgajo y sutura con puntos simples con nylon 5.0. Se logró cierre primario de la herida.
- Indicaciones post-quirúrgicas.

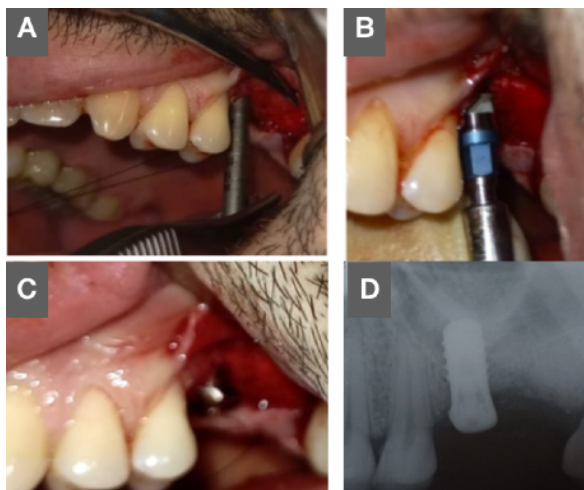


Figura 75: Fotografías del acto quirúrgico y radiografiadme periapical post-operatoria.

RESULTADOS

Todos los casos clínicos se evaluaron en cada etapa quirúrgica a través de una valoración clínica y radiográfica pre y post intervención.

La **valoración clínica** pre quirúrgica se basó en evaluar salud periodontal y análisis del tejido óseo y gingival. La valoración postquirúrgica se realizó en cada control postoperatorio, analizándose la presencia de signos inflamatorios y/o supuración, evolución de la cicatrización y sintomatología referida por el paciente. Una vez completada la cicatrización, se evaluó el ancho y espesor de encía queratinizada en el aspecto bucal (en mm) con sonda periodontal *North Carolina*. Para evaluar los resultados estéticos de las cirugías se registraron fotografías intraorales una vez completa la cicatrización de los tejidos blandos, y se examinaron en ellas: contorno del proceso alveolar, color del tejido blando, nivel del margen gingival alrededor de los implantes y ancho y espesor del tejido blando.

La **valoración radiográfica** se realizó a través tomografía computarizada cone beam, pre y post-intervención, donde se registraron las mediciones en la dimensión horizontal, vertical y la medida de la tabla vestibular de los implantes colocados.

La **dimensión horizontal (DH)** de los rebordes alveolares se realizó previo y post-tratamiento, para evaluar la ganancia ósea o no tras cada procedimiento realizado, con el uso de software especializado (Blue Sky Plan®). En cortes transversales, las mediciones se registraron a 4 niveles diferentes: a nivel de la cresta ósea/hombro del implante (DH0), a 3 mm (DH3), 6 mm (DH6) , y 9 mm (DH9) apical a la cresta alveolar/ hombro del implante.

Las mediciones en la **dimensión vertical (DV)** se registraron a través de la distancia en milímetros (mm) desde la cresta alveolar/hombro del implante a la pared inferior del piso del seno maxilar (caso 4 y 5) y el piso de las fosas nasales (caso n° 1) en los casos clínicos en los que se realizó una exodoncia para observar las modificaciones por el remodelado óseo en sentido vertical. En el caso clínico número 5, se evaluó también el resultado del incremento óseo luego de la técnica de Summer.

Luego de cada procedimiento de cirugía con implante (se espero un mínimo de 8 meses) se realizó además la valoración radiográfica en un corte transversal, del espesor de la **tabla ósea vestibular (DHV)** (en mm) a distintos niveles: a nivel de la plataforma del implante (DHV0), a 3 mm (DHV3), 6 mm (DHV6) y 9 mm (DHV9) apical a la plataforma del implante.

A continuación se describen los resultados obtenidos en cada caso clínico:

Caso clínico 1:

❖ Valoración clínica:

♦Primera cirugía: exodoncia del 22 con preservación alveolar e injerto gingival libre.

A los 7 días posteriores a la intervención se realizó el primer control postoperatorio, donde se observó presencia de leve inflamación del tejido blando, sin supuración y la paciente no refirió sintomatología dolorosa. El retiro de los puntos de sutura, se realizó a los 21 días, donde se notó la completa cicatrización del tejido blando. En el análisis de los resultados estéticos se observa contorno irregular del proceso alveolar, no hay cambio de color de los tejidos blandos respecto a los tejidos adyacentes ni presencia de cicatriz.

♦Segunda cirugía: Implante con protocolo tipo 4 con ROG horizontal

A los 7 días posteriores a la cirugía se realizó el primer control postoperatorio, donde se observó una necrosis superficial del tejido blando debido a la exposición de la membrana por un mal cuidado post-operatorio, sin supuración ni sintomatología dolorosa. Se le indicó a la paciente que cumpliera el cuidado de la herida con plac-out gel cada 12 horas. A los 15 días se retiraron los puntos de sutura. Al mes se realizó un nuevo control, donde se observó una completa cicatrización del tejido gingival, con contorno regular del proceso alveolar, sin cambios de color de los tejidos blandos respecto a los tejidos adyacentes y ni presencia de cicatriz. El implante quedó sumergido hasta la confección de los provisionales.



Figura 76: Fotografía a los 7 días de la cirugía



Figura 77: Fotografía a los 7 días de la cirugía

❖ **Valoración radiográfica (tabla 1, 2 y 3):** se realizó con tomografía computarizada (CBCT) del reborde alveolar comparando la que se realizó previo a la extracción, post preservación alveolar (a los 6 meses) previo a los implantes y con la del reborde alveolar post implante y regeneración de la tabla ósea vestibular (a los 8 meses).

Medición de la DH

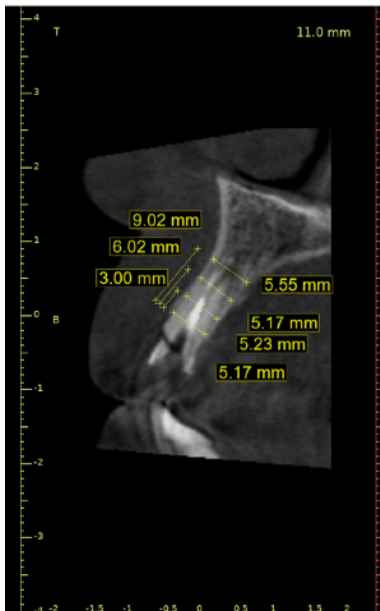


Figura 78: CBCT previa a la extracción con PA

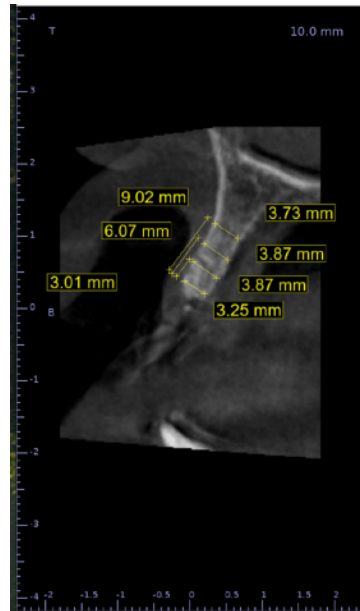


Figura 79: CBCT post PA

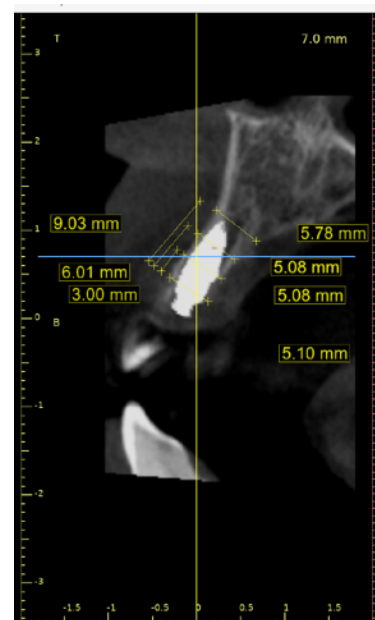


Figura 80: CBCT post-implante

Tabla nº 1

	RA pre-extracción con PA (1)	RA post PA, pre Implante con ROG (2)	RA post implante con ROG (3)
DH 0	5,17mm	3,25 mm	5,10mm
DH 3	5,23mm	3,87 mm	5,08mm
DH 6	5,17mm	3,87 mm	5,08mm
DH 9	5,55mm	3,73 mm	5,78mm

Valoración radiográfica del reborde alveolar (RA) del caso clínico 1 (elemento 22)

Promedio de pérdida ósea horizontal tras la extracción dentaria con la PA

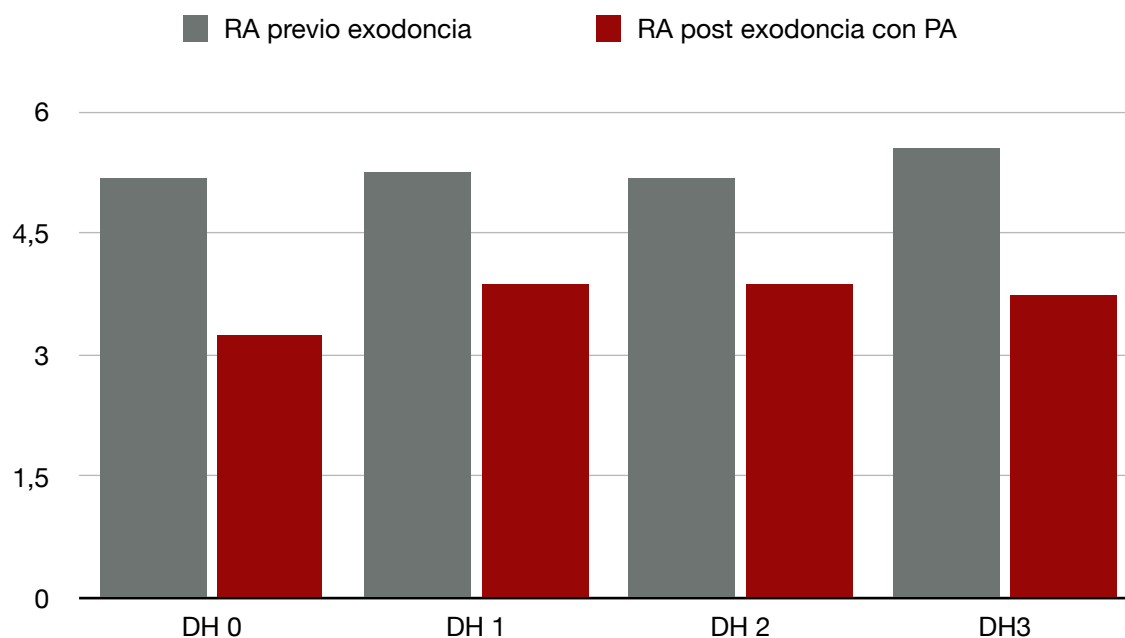
(entre 1 y 2): **31,48%**

DH 0: - 1.92 mm

DH 3: - 1,36 mm

DH 6: - 1,3 mm

DH 9: - 1.82 mm



Promedio de pérdida ósea horizontal tras la extracción dentaria con la PA a los 6 meses de la extracción (entre 1 y 2): **31,48%.**

Promedio de ganancia ósea horizontal posterior al implante con la ROG

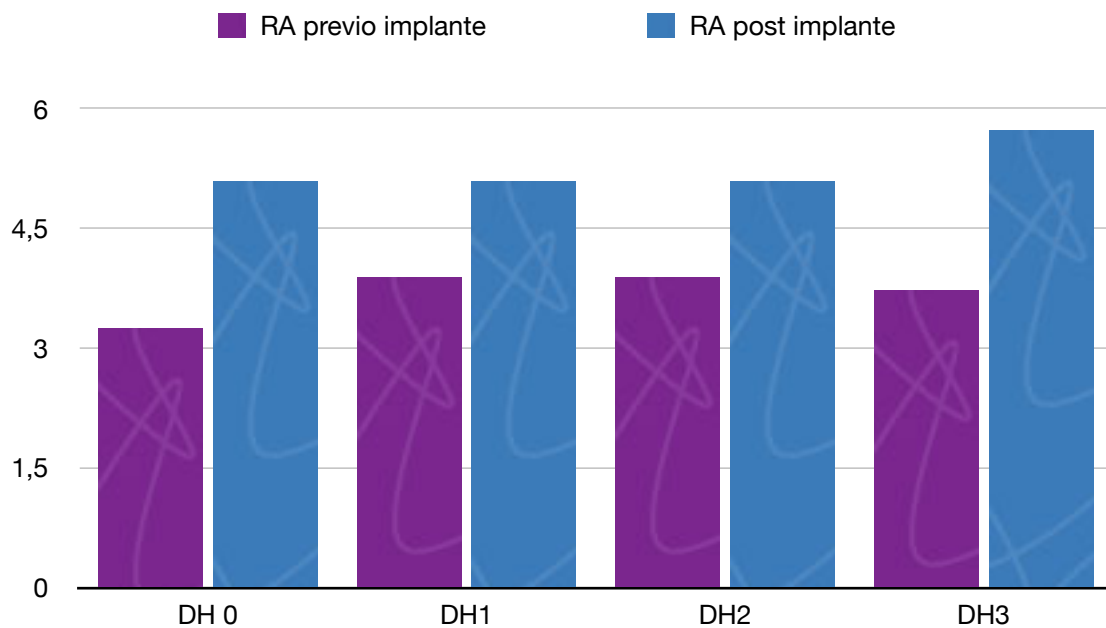
(entre 2 y 3): **30,04%**

DH 0: + 1,85 mm

DH 3: + 1,21 mm

DH 6: + 1,21 mm

DH 9: + 2,05 mm



Promedio de ganancia ósea horizontal a los 8 meses de la colocación del implante con la ROG (entre 2 y 3) fue del **30,04 %**.

Tabla ósea vestibular

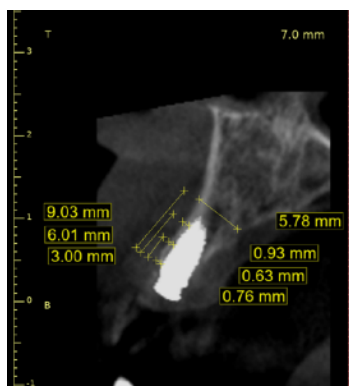


Figura 81: Espesor de la Tabla vestibular caso clínico 1

Tabla n°2

Cone beam (corte transversal)	Espesor de la tabla ósea vestibular en mm
DHV 0	0,76 mm
DHV 3	0,63 mm
DHV 6	0,93 mm
DHV 9	-

Espesor de la tabla vestibular del implante a los 8 meses del implante

Dimensión vertical pre y post exodoncia.

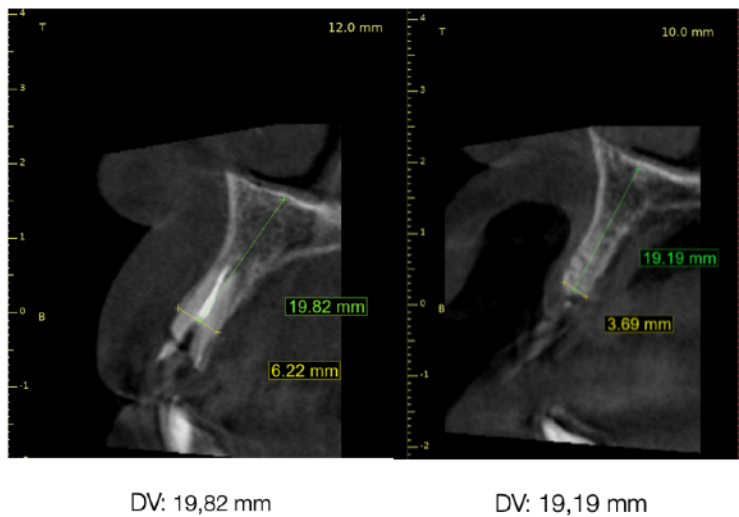


Figura 82: CBCT pre y post exodoncia

Tabla n° 3

	Altura en mm desde la Cresta ósea al piso de fosas nasales
Pre exodoncia	19,82 mm
Post implante con ROG	19,19 mm

Dimensión Vertical (DV) desde la cresta ósea alveolar hasta el piso de fosas nasales del elemento 22 y el alveolo 6 meses después de la PA.

La pérdida ósea en la DV 6 meses después de la exodoncia con PA fue del 3,18%.

Caso clínico 2:

❖ Valoración clínica:

♦ Cirugía: Implante (protocolo tipo 4) con ROG horizontal

A los 7 días posteriores a la cirugía se realizó el primer control postoperatorio, donde se observó buena evolución en la cicatrización de los tejidos blandos y se retiraron los puntos de sutura. Al mes se realizó un nuevo control, donde se evidenció una completa cicatrización del tejido gingival, con contorno regular del proceso alveolar, sin cambios de color de los tejidos blandos respecto a los tejidos adyacentes ni presencia de cicatriz. El implante quedó sumergido casi 3mm, por lo que el tapón cicatrizal de una altura de 2mm había quedado sumergido en el tejido gingival.



Figura 83: Fotografía intraoral a los 7 días

❖ **Valoración radiográfica (tabla 4 y 5):** se realizó con tomografía computarizada del reborde alveolar comparando la que se realizó previo a los implantes con la del reborde alveolar post implante y regeneración de la tabla ósea vestibular (a los 8 meses).

Tabla de valoración radiográfica de la DH

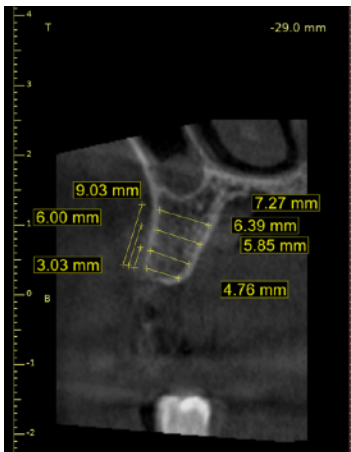


Figura 84: CBCT previo al implante

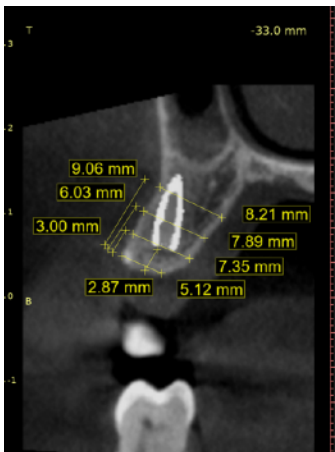
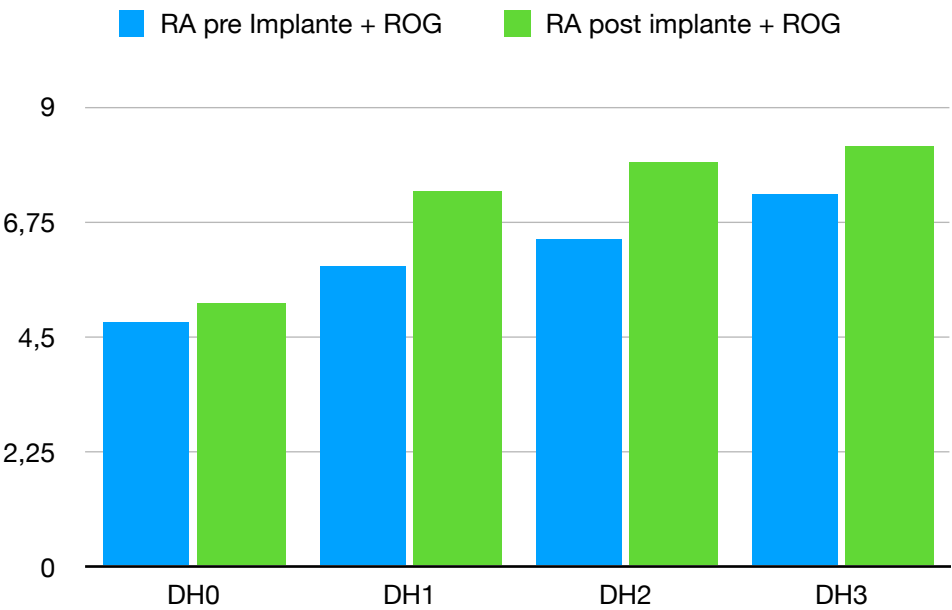


Figura 85: CBCT post implante con ROG

Tabla nº 3- caso clínico 2

	RA pre Implante con ROG (1)	RA post implante con ROG (2)
DH 0	4,76 mm	5,12 mm
DH 3	5,85 mm	7,35 mm
DH 6	6,39 mm	7,89 mm
DH 9	7,27 mm	8,21 mm

Valoración radiográfica del reborde alveolar (RA) antes y después del implante (a los 8 meses).



Gráfica comparativa de la DH en las diferentes fases del tratamiento del caso clínico 2.

**Promedio de ganancia del tejido óseo a los 8 meses de la ROG horizontal
entre 1 y 2: 15,05%**

DH 0: + 0.36mm

DH 3: + 1.5 mm

DH 6: + 1.5 mm

DH 9: + 0.94 mm

Medidas de la tabla vestibular

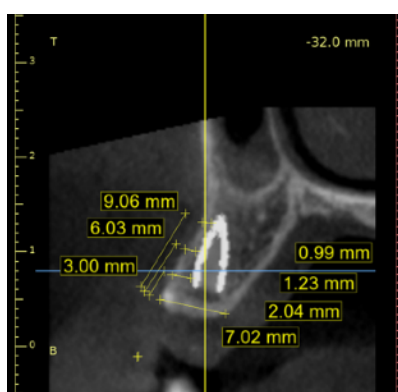


Figura 86: medidas de la tabla vestibular

Tabla n° 5- caso clínico 2

Cone beam (corte transversal)	Espesor de la tabla ósea vestibular en mm
DHV 0	
DHV 3	2,04 mm
DHV 6	1,23 mm
DHV 9	0,99 mm

Espesor de la tabla vestibular del implante a los 8 meses

Caso clínico 3:

❖ Valoración clínica:

♦Primera cirugía: extracción del implante de la pieza 22 con ROG e injerto gingival libre.

A los 7 días posteriores a la intervención se realizó el primer control postoperatorio donde se notó presencia de inflamación del tejido blando, sin supuración y la paciente no refirió sintomatología dolorosa. El retiro de los puntos de sutura, se realizó a los 14 días, donde se observó el injerto gingival libre cicatrizando. Al mes se realizó un nuevo control, donde se observó una completa cicatrización del tejido gingival. En el análisis de los resultados estéticos se observa contorno irregular del proceso alveolar sin cambio de color de los tejidos blandos ni presencia de cicatriz.



Figura 87: Valoración clínica post-quirúrgica al mes de la ROG con el IGL

♦Segunda cirugía: Implante (protocolo tipo 4) con ROG horizontal

A los 10 días posteriores a la cirugía se realizó el primer control postoperatorio, donde se observó el tejido gingival cicatrizando de forma correcta, con pocos signos de inflamación y se recitaron los puntos de sutura. Al mes se realizó un nuevo control, donde se advirtió una completa cicatrización del tejido gingival, con contorno regular del proceso alveolar, sin cambios de color de los tejidos blandos respecto a los tejidos adyacentes y ni presencia de cicatriz. El implante

quedó sumergido hasta la confección del provisorio, a los 60 días (protocolo de carga convencional).



Figura 88: Evaluación del provisorio a los 30 días. Se observa inflamación de la papila mesial

❖ **Valoración radiográfica (tabla 6 y 7):** se realizó con tomografía computarizada (CBCT) del reborde alveolar a los 12 meses de la colocación del implante para compararla con la que se realizó posterior a la extracción del implante (ambas con regeneración ósea horizontal) observar la ganancia/pérdida del tejido óseo.

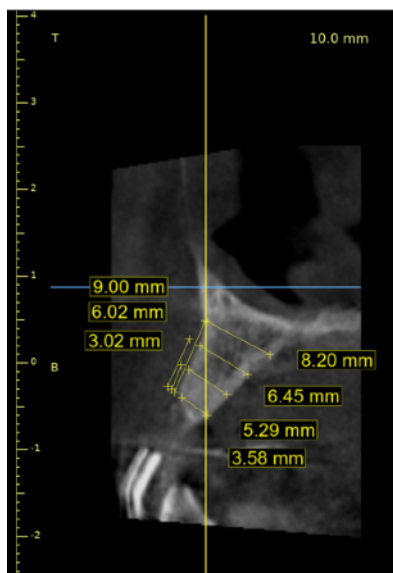


Figura 89: CBCT post ROG.
Medidas de la DH

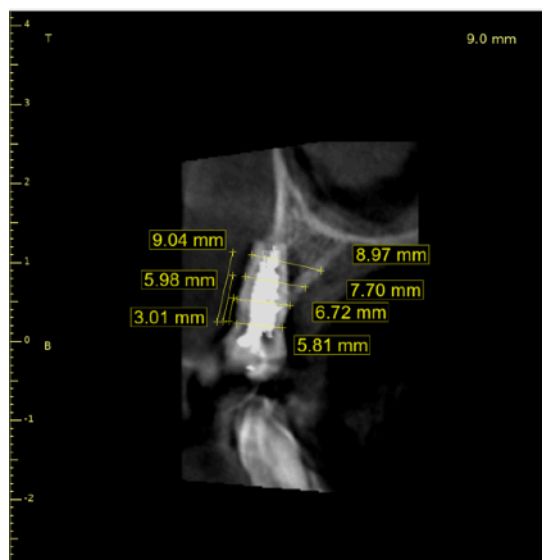


Figura 90: CBCTpost implante. Medidas de la DH

Tabla con las medidas de la DH

Tabla n°6- Caso clínico 3

	RA post ROG, pre Implante (1)	RA post implante con ROG(2)
DH0	3,58 mm	5,81 mm
DH 3	5,29 mm	6,72 mm
DH 6	6,45 mm	7,70 mm
DH 9	8,20 mm	8,97mm

Valoración radiográfica del reborde alveolar (RA) previo y posterior (12 meses) a la colocación del implante con ROG. (Caso clínico 3 ,elemento 22).

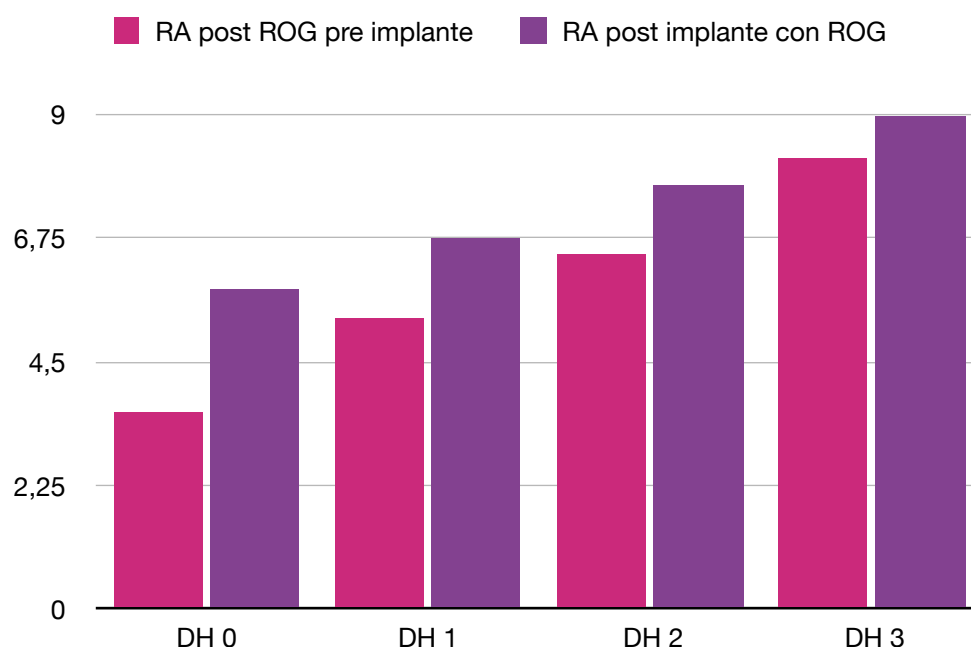
Promedio de ganancia del tejido óseo tras la ROG horizontal entre 1 y 2 a los 12 meses fue del 16,6% (10 meses de carga):

DH 0: + 2,23 mm

DH 3: + 1,43 mm

DH 6: + 1,25 mm

DH 9: + 0,77 mm



Gráfica comparativa de la DH en las diferentes fases del tratamiento del caso clínico 3.

Tabla ósea vestibular

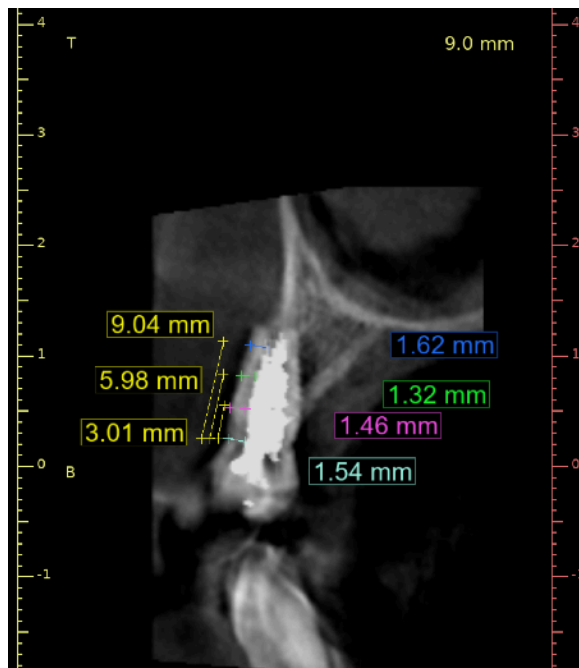


Figura 91: CBCT post implante con las medidas de la tabla vestibular (DHV)

Tabla 7- Caso clínico 3

Cone beam (corte transversal)	Espesor de la tabla ósea vestibular en mm
DHV 0	1,54 mm
DHV 3	1,46 mm
DHV 6	1,32 mm
DHV 9	1,54 mm

Evaluación de la tabla vestibular del implante a los 12 meses de la cirugía (caso clínico nº 3).

Caso clínico 4

❖ Valoración clínica:

◆ Implantes con protocolo tipo 1 y relleno del GAP con biomaterial

El primer control se realizó a las 48 horas del acto quirúrgico, donde se observó correcta cicatrización y vascularización del biomaterial. A los 7 días posteriores a la cirugía se retiraron los puntos de sutura. Al mes se realizó un nuevo control, donde se notó una completa cicatrización del tejido gingival, con contorno regular del proceso alveolar, sin cambios de color de los tejidos blandos respecto a los tejidos adyacentes y ni presencia de cicatriz.



Figura 92: Control a las 48hs

❖ **Valoración radiográfica (Tabla 8, 9 y 10):** se realizó con tomografía computarizada del reborde alveolar comparando la CBCT previa a la extracción con la del reborde alveolar post implante (a los 26 meses).

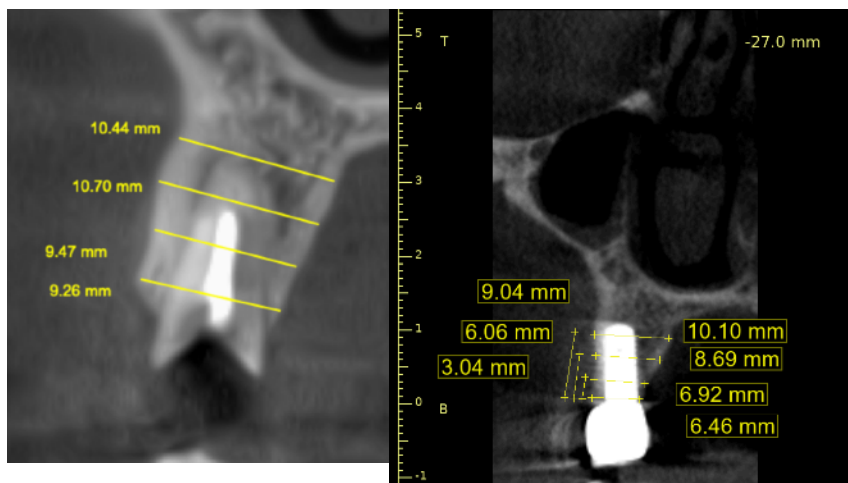


Figura 93: CBCT pre exodoncia

Figura 94: CBCT post implante a los 2 años

Tabla n° 8

	RA y resto radicular (1)	RA post implante con ROG (2)
DH 0	9,26 mm	6,46mm
DH 3	9,47 mm	6,92mm
DH 6	10,70mm	8,69mm
DH 9	10,44mm	10,10mm

Valoración radiográfica del reborde alveolar (RA) del caso clínico 4 (elemento 15)

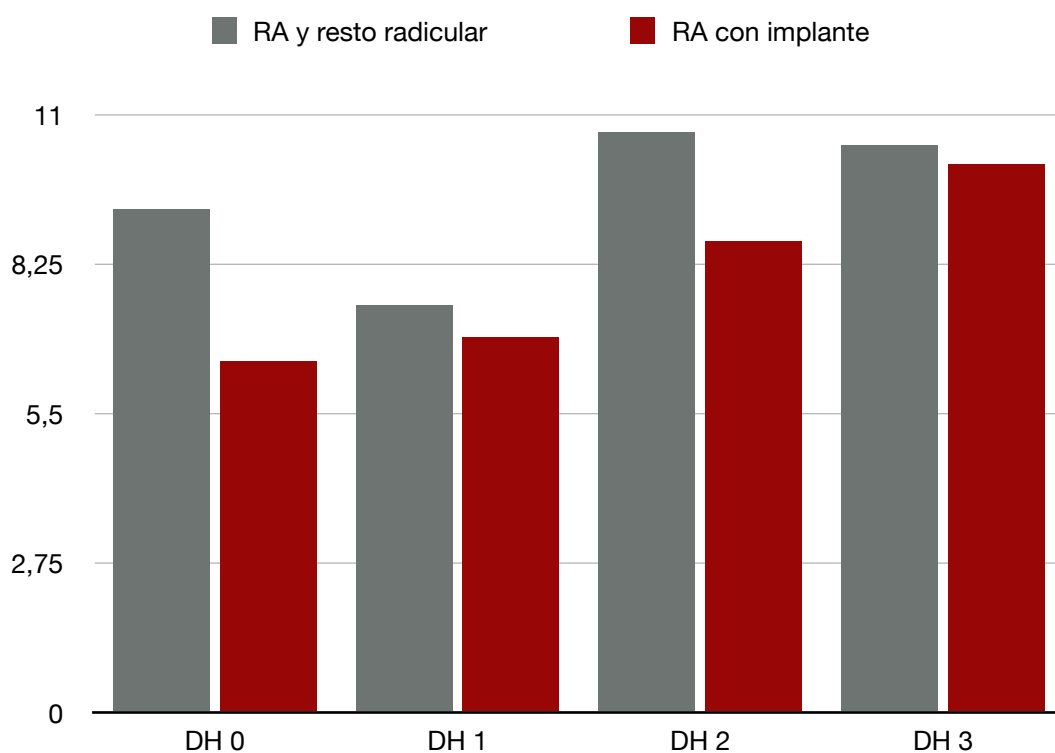
❖ Promedio entre 1 y 2: la perdida ósea promedio de la DH a los 26 meses fue del 19,31%:

DH 0: - 2,8 mm

DH 3: - 2,55 mm

DH 6: - 2,01 mm

DH 9: - 0,34 mm



Gráfica comparativa de la DH en las diferentes fases del tratamiento del caso clínico 4.

Medidas de la tabla vestibular a los 26 meses de colocado el implante, y a los 23 meses de la rehabilitación.

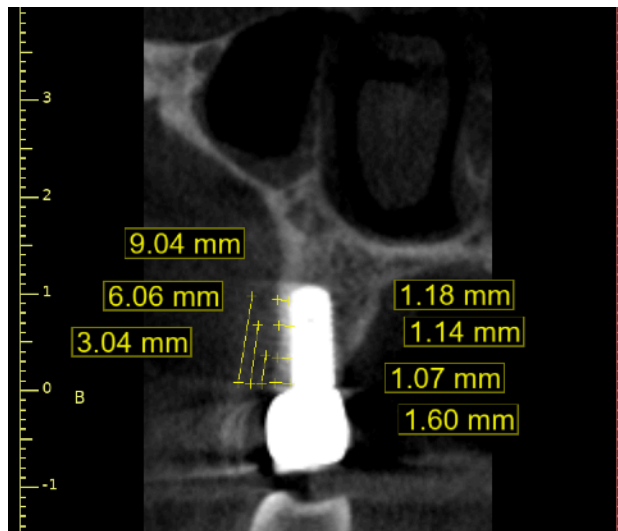


Figura 95: CBCT con medidas de la Tabla vestibular del implante 15, Caso Clínico 4

Tabla 9- Caso clínico 4

Cone beam (corte transversal)	Espesor de la tabla ósea vestibular en mm
DHV 0	1,60 mm
DHV 3	1.07 mm
DHV 6	1,14 mm
DHV 9	1,18 mm

Evaluación de la tabla vestibular del implante del caso clínico n° 4

Dimensión Vertical

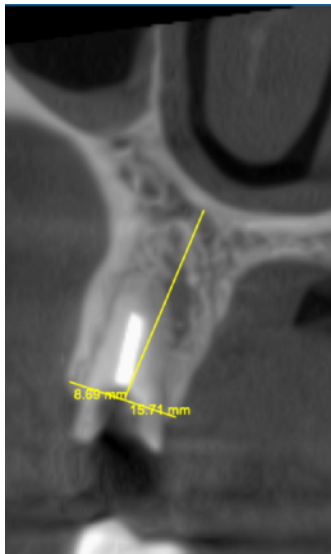


Figura 96: CBCT midiendo altura del alveolo pre extracción. DV: 15,71 mm

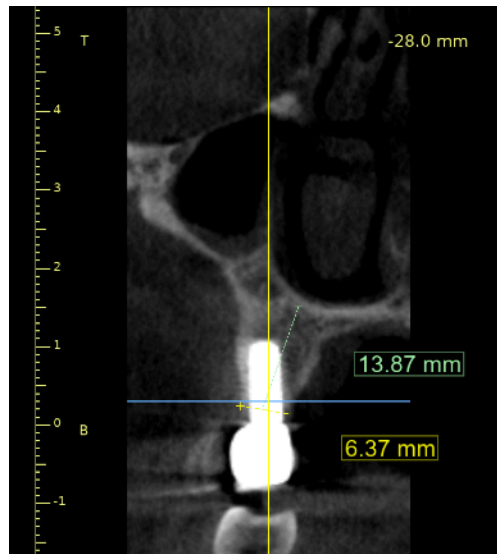


Figura 97: CBCT midiendo altura del alveolo y del implante. DV: 13,87 mm

Tabla n° 10

	Altura en mm desde la Cresta ósea al piso del seno maxilar
Pre exodoncia	15,71 mm
Post implante con ROG	13,87 mm

Dimensión Vertical (DV) desde la cresta ósea alveolar hasta el piso del seno maxilar del Reborde alveolar del elemento 15 y su correspondiente implante.

La pérdida ósea en la dimensión vertical posterior a la exodoncia a los 2 años en promedio fue del 11,72%.

Caso clínico 5

❖ Valoración clínica:

♦Primera cirugía: exodoncia del 26 y 27 con preservación alveolar.

El paciente tuvo que viajar de urgencia a su lugar de origen, por lo que un colega hizo el retiro de los puntos a los 7 días posteriores a la intervención. Al mes se realizó un nuevo control, donde se observó una completa cicatrización del tejido gingival. En el análisis de los resultados estéticos se observa contorno irregular del proceso alveolar, no hay cambio de color de los tejidos blandos respecto a los tejidos adyacentes y presencia de cicatriz.

♦Segunda cirugía: Implantes (protocolo tipo 4) con tecnica de Summer

A los 7 días posteriores a la cirugía se realizó el primer control postoperatorio, donde se observó una cicatrización casi completa del tejido blando y se retiraron los puntos de sutura. Al mes se realizó un nuevo control, donde se observó una completa cicatrización del tejido gingival, con contorno regular del proceso alveolar, sin cambios de color de los tejidos blandos respecto a los tejidos adyacentes y ni presencia de cicatriz. El implante quedó con la tapa cicatrizal, sin provisorio, hasta cumplir los 60 días para realizar una carga convencional.

❖ **Valoración radiográfica (Tabla N° 11, 12 y 13):** se realizó con tomografía computarizada del reborde alveolar comparando la que se realizó previo a las extracciones (evidenciando procesos periapicales crónicos de gran tamaño), posterior a la preservación alveolar previo al implante (a los 8 meses) y con la del reborde alveolar post implante (15 meses de la cirugía, 12 meses de la rehabilitación).

Dimensión horizontal

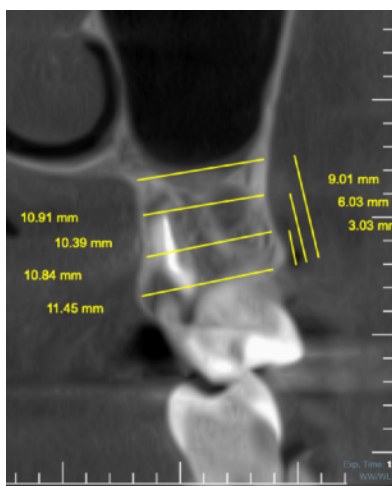


Figura 98: CBCT del elemento 26. Medidas en DH

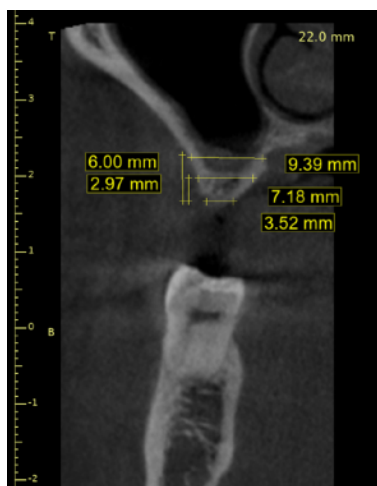


Figura 99: CBCT del RA post exodoncia. Medidas en DH

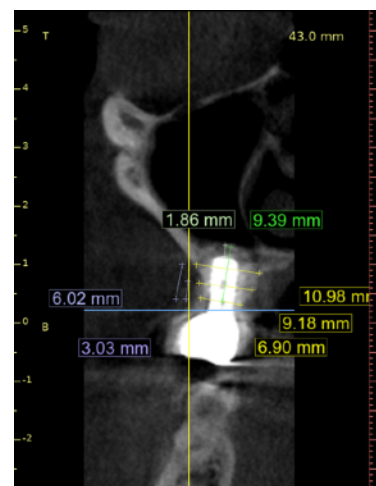


Figura 100: CBCT del RA con implante. Medidas en DH

Tabla 11

	RA pre-extracción con PA (1)	RA post PA, pre Implante con ROG (2)	RA post implante con ROG (3)
DH 0	11,45 mm	3,52 mm	6,90 mm
DH 3	10,84 mm	7,18 mm	9,18 mm
DH 6	10,39 mm (piso de seno maxilar)	(9,39 mm)	10,98 mm

Valoración radiográfica de la DH del reborde alveolar (RA) del caso clínico 5 (elemento 26)

Promedio entre 1 y 2: la conservación ósea fue del 61,48% y la pérdida ósea promedio de la DH fue de 38,52% a los 8 meses de la PA.

DH 0: - 7,93 mm

DH 3: - 3,66 mm

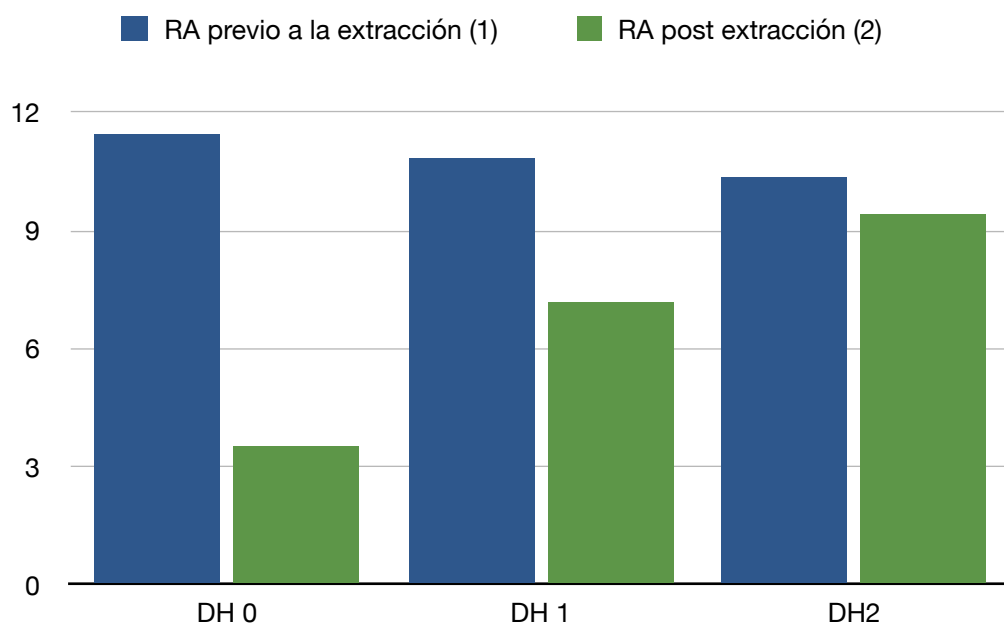
DH 6: - 1 mm

Promedio entre 2 y 3: la ganancia ósea medio en la DH fue de 25,76% (2,32mm) a los 15 meses de la cirugía.

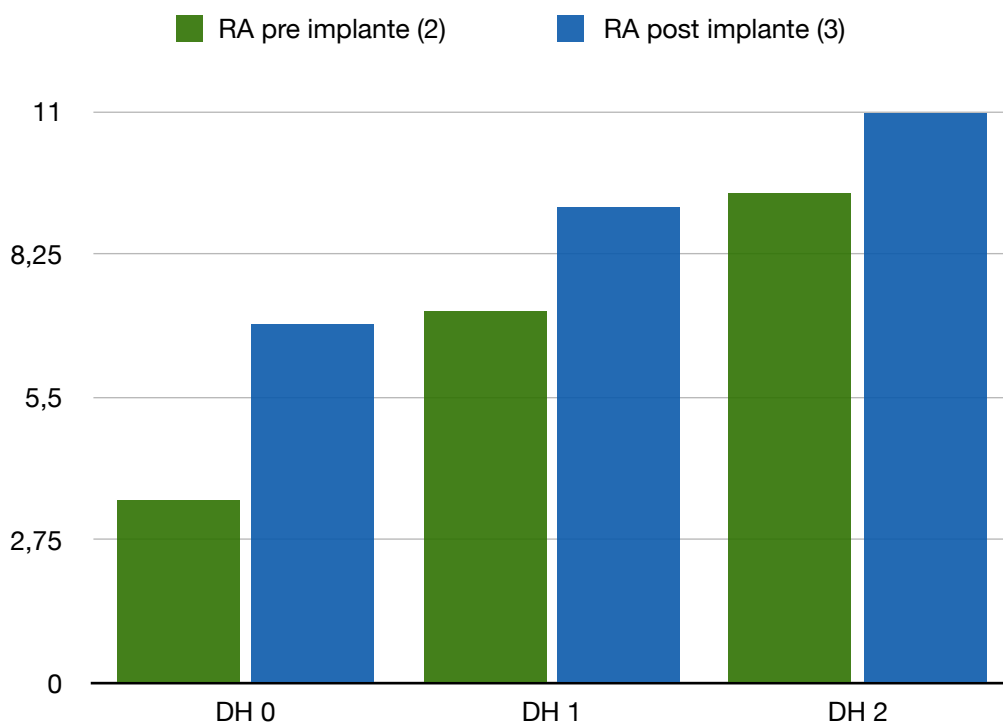
DH 0: + 3,38 mm

DH 3: + 2 mm

DH 6: + 1,59 mm



La **perdida** ósea promedio en DH fue de **38,52 a los 8 meses**.



la **ganancia** ósea medio en la DH fue de **25,76% a los 15 meses de la cirugía y 12 meses de carga**.

Dimensión de la tabla ósea vestibular

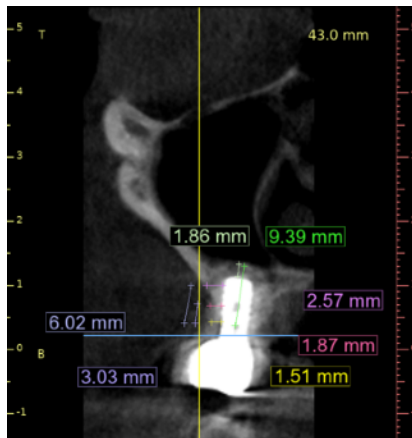


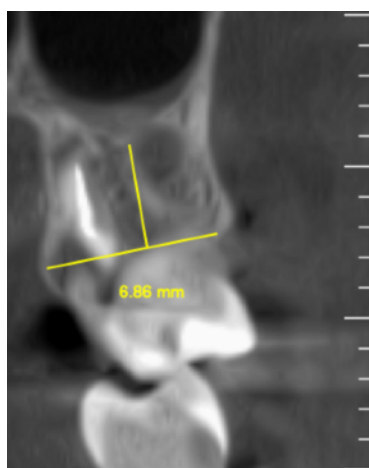
Figura 101: CBCT con las Medidas de la tabla vestibular del caso clínico 5

Tabla 12

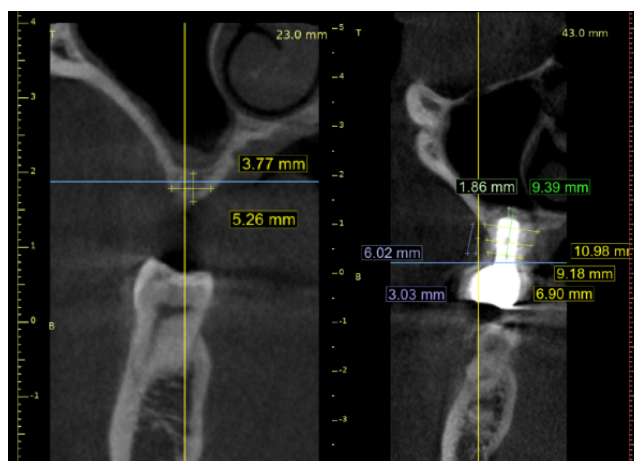
Cone beam (corte transversal)	Espesor de la tabla ósea vestibular en mm
DHV 0	1,51 mm
DHV 3	1,87 mm
DHV 6	2,57 mm

Tabla Vestibular del implante 26, Caso clínico 5 a los 15 meses

Dimensión vertical desde la cresta ósea hasta el piso del seno maxilar



CBCT previo a la exodoncia.



RA post- exodoncia con PA

RA con implante y T. de Summer

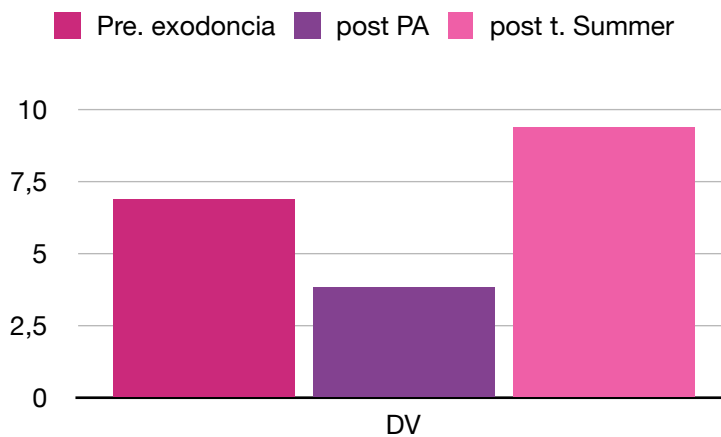
Tabla n° 13

	Altura en mm desde la Cresta ósea al piso del seno maxilar
Pre exodoncia	6,89 mm
Post exodoncia con PA	3,77 mm
Post implante con ROG	9,39 mm

Dimensión Vertical (DV) desde la cresta ósea alveolar hasta el piso del seno maxilar del Reborde alveolar del elemento 26 o su correspondiente implante.

Promedio de la DV entre 1 y 2: La **pérdida** ósea vertical promedio tras la exodoncia con preservación alveolar a los 8 meses fue del **54,71%**.

Promedio de la DV entre 2 y 3: La **ganancia** ósea promedio en la dimensión vertical tras la técnica de Summer a los 15 meses fue de **69,76 % (5,62mm)**, de los cuales 1,8mm es tejido óseo apical al implante.



DISCUSIÓN

El presente trabajo intenta analizar las condiciones necesarias del tejido óseo para la terapia implantológica y sus posibles tratamientos cuando éstas no son las óptimas, como así también observar el comportamiento fisiológico del hueso y el tejido blando posterior a una extracción y evaluar radiográficamente, a través de una CBCT, la respuesta a las diferentes técnicas y biomateriales para el tratamiento de preservación o aumento de reborde que se aplicaron en cada caso individual.

El diagnóstico clínico y radiográfico es el primer paso para el tratamiento rehabilitador con implantes dentales y es la prótesis la que guía dónde, cuando y cómo realizar la fase quirúrgica del implante dental (52). Al planificar una cirugía de colocación de implantes, se deben evaluar una serie de factores relacionados con la salud sistémica y del sitio receptor del implante (morfología ósea y la cantidad y calidad del tejido blando del sitio receptor) (11).

La CBCT es hoy el análisis radiográfico de elección ya que permite evaluar el tejido óseo en altura y ancho, como así también la posición del diente y la raíz en el alveolo y la proximidad con reparos anatómicos vecinos en un aspecto 3D.

Después de la extracción dentaria se producen cambios estructurales que conducen a la modificación de la cresta alveolar. Según un estudio realizado por **Chappuis** y colaboradores en el **2016** en dientes antero superiores, se produce una **pérdida ósea vertical media de la pared bucal del 62%** (7,5mm), en las primeras 8 semanas en pacientes con una pared vestibular igual o menor a 1mm de espesor (fenotipos finos), mientras que en pacientes con una pared bucal mayor a 1mm (menos del 5% de los pacientes), esta reabsorción es del **9%** (1,1mm). Observaron que el tejido blando en fenotipos finos aumentaba mientras que en fenotipos gruesos no se apreciaron cambios significativos (9). Una revisión sistemática realizada por **Tan** y colaboradores en el **2012**, indicó que después de **6 meses** de la extracción dentaria se produce una pérdida ósea **horizontal de 29-63% y una pérdida vertical de 11-22%** con relación a las dimensiones de la cresta ósea alveolar en el momento de la extracción (62). El proceso de reabsorción y cicatrización está directamente relacionado con el

trauma quirúrgico, el espesor del BB, la angulación de la raíz, el tamaño del alveolo, la presencia de patologías periapicales, presencia de dientes vecinos, ubicación en la arcada, como así también de las variaciones biológicas de cada individuo (9).

Con el objetivo de reducir estos cambios dimensionales posterior a la exodoncia, se emplean diferentes técnicas de **preservación alveolar (PA)**, ya que numerosos estudios han demostrado menores cambios dimensionales en alveolos tratados post exodoncia. Revisiones sistemáticas y meta-análisis han demostrado que la PA en comparación con sitios no tratados reduce la reabsorción ósea entre un 0.79–1.72 mm en altura y 0.73–2.96 mm en ancho. Se **consensuó** que la PA puede prevenir **1–2.5 mm en sentido vertical**, en la media vestibular, y **0.8–1.5 mm en sentido vertical** en la media lingual y **1.5–2.4 mm en sentido horizontal** comparando los alveolos post extracción sin tratamiento (20). Aunque la PA es eficaz en reducir los cambios dimensionales de la cicatrización ósea, éstos se ven afectados por el espesor de las tablas vestibular, lingual y palatina, presencia de procesos periapicales, presencia/ausencia de elementos vecinos, altura de la cresta ósea residual, trauma quirúrgico, como así también es de gran importancia los biomateriales empleados.

En la década del '70, varios autores estudiaron el tejido óseo colocando implantes inmediatos a la extracción dentaria (protocolo tipo 1). Paolantonio y colaboradores sugirieron en el 2001 que el uso de este protocolo prevenía la reabsorción ósea posterior a la extracción, pero a largo plazo aparecían alteraciones estéticas del tejido blando, como recesiones de la mucosa periimplantara o deficiencia de los tejidos blandos (Paolantonio y col. 2001).

Al seguir investigando, numerosos estudios revelaron que el bundle bone (hueso fasciculado) es un tejido diente dependiente, ya que se nutre de los vasos del ligamento periodontal, por lo que la colocación del implante no previene su reabsorción (3) (7) (9).

Chen y Buser publicaron un artículo en el 2016, basado en consenso del ITI en el que analizaron complicaciones estéticas y factores de riesgo de implantes unitarios en zona estética para poder definir criterios de selección para diferentes opciones de tratamientos. A través de una CBCT examinaron presencia o

ausencia de la pared vestibular en implantes. Observaron que entre el 24% y el 57% de los implantes carecían de tabla vestibular y estos sitios fueron asociados a recesiones de la mucosa. Existen cuatro tipos de protocolos para la colocación de implante, pudiendo realizar inmediato a la extracción (tipo I), cuando el tejido óseo aun no ha cicatrizado por completo (tipo II y III), y cuando el tejido óseo cicatriza por completo (tipo IV). El consenso del ITI considera al protocolo de implantación tipo 1 un procedimiento complejo y solo se debe realizar cuando las condiciones anatómicas son ideales: (i) pared vestibular intacta posterior a la extracción con espesor mayor a 1 mm (fenotipo óseo grueso), (ii) fenotipo gingival grueso, (iii) ausencia de infección aguda en el diente a extraer y (iv) suficiente volumen óseo apical y palatino para lograr la estabilidad primaria del implante. Cuando estas condiciones no están presentes, el ITI recomienda realizar un protocolo tipo 2, 3 o 4 (53).

Cuando la morfología ósea del sitio receptor del implante es inadecuada, se emplean procedimientos de regeneración ósea guiada (ROG) que se utilizan para realizar un aumento de reborde alveolar previo o simultáneo a la colocación de un implante dental, dependiendo de la clasificación del defecto óseo. Desde el punto de vista biológico, muchos factores locales y sistémicos influyen en esta terapia, como así también el uso de diferentes tipos de biomateriales (19) (21).

En el **caso clínico (CC) 1, 4 y 5**, se realizaron exodoncias de elementos con diferentes diagnósticos individuales para poder realizar la terapia de rehabilitación. Al CC 1 y CC 5 se le realizó preservación alveolar (PA) con membrana reabsorbible (marca Tisum) y xeroinjerto bovino (marca Ostium Max) mezclado con hueso autólogo, hidratado con sangre de cada paciente y solución fisiológica.. Al CC4 se le realizó la exodoncia con un implante inmediato, utilizando el xeroinjerto como relleno del gap. Se realizaron mediciones en la dimensión horizontal a nivel de la cresta ósea (DH0), a los 3mm de la cresta (DH3), a 6mm (DH6) y a 9 mm (DH9), en milímetros del corte sagital de la CBCT y se calculó un promedio de ganancia/pérdida ósea en porcentaje. Se midió también la dimensión vertical desde la cresta ósea hasta el piso de fosas nasales (CC 1) y piso de seno maxilar (CC4 y 5), en porcentaje y en milímetros. Los

resultados de los cambios dimensionales en sentido vertical y horizontal fueron los siguientes:

- **CC1, elemento 22, clasificación de Kant 4, exodoncia con extractor de Benet y PA (tabla 1 y 3 de Materiales y técnicas [MT]):** Promedio de pérdida ósea horizontal tras la extracción dentaria y la PA luego de 6 meses fue del 31,48%. En milímetros, se redujo un promedio de 1,6 mm. Posiblemente, por el espesor reducido de ambas tablas lingual y vestibular (- 0,5mm), sin la PA la pérdida ósea horizontal hubiera sido mayor. En la dimensión vertical tomada de un corte sagital de la CBCT, la pérdida ósea a los 6 meses después de la exodoncia con PA fue del 3,18% (0,63mm) desde la cresta ósea hasta el piso de fosas nasales en un corte sagital en un corte sagital de la CBCT.
- **CC4, elemento 15. Exodoncia con periotomo, mínimamente traumática, con implantación inmediata y relleno del Gap con xeroinjerto bovino (tabla 8 y 10 de MT):** Promedio de la pérdida ósea a los 26 meses de colocado el implante en la dimensión horizontal fue del 19,31% (1,92 mm) y en la dimensión vertical en promedio (DH) fue del 11,72% (1,84mm).
- **CC5, exodoncia del resto radicular del 25 y del elemento 26, del proceso periapical crónico de gran extensión y tratamiento con PA (tabla 11 y 13 de MT):** a los 8 meses de la exodoncia con preservación alveolar la pérdida ósea promedio de la DH fue de 38,52% (4,19 mm) y la pérdida vertical fue del 54,71% (3,12mm). Las raíces dentarias se encontraban con procesos periapicales crónicos de aproximadamente 6 x 4mm. El espesor de la cortical del suelo sinusal era de aproximadamente 0.30 mm y el piso estaba perforado. El paciente relató con el tiempo no cumplir adecuadamente el post-operatorio ya que al día siguiente de la extracción, por sentirse bien fue a jugar al fútbol y sintió que se le salió algo (posiblemente perdió algo de biomaterial). Por estas razones interpreto que fue poco el tejido óseo que se logró preservar.

En los **casos clínicos (CC) 1, 2, 3 y 5** se realizaron implantes con protocolo tipo 4. En los casos clínicos **1, 2 y 3** se realizó ROG horizontal simultánea a los implantes, con membrana reabsorbible (marca Tisum) y xeroinjerto bovino (marca Ostium Max) hidratado con solución fisiológica y sangre de cada paciente, mezclado con hueso autólogo recolectado del lecho quirúrgico. El **CC 5** se colocó el implante con una técnica de Summer utilizando el mismo xeroinjerto (mezclado con hueso autólogo) para elevar el piso de seno maxilar y lograr aumento de la dimensión vertical y horizontal, a través de la expansión de las tablas y oseodensificación del tejido óseo que se produce por el uso de los osteótomos (63-66). Se realizaron mediciones en la dimensión horizontal a nivel de la cresta ósea (DH0), a los 3mm de la cresta/ hombro del implante (DH3), a los 6mm (DH6) y a los 9 mm (DH9), en milímetros del corte sagital de la CBCT y se calculó un promedio de ganancia/pérdida ósea en porcentaje. Para el CC5, se realizó medición de la dimensión vertical desde la cresta ósea/hombro del implante hasta el piso del seno maxilar. Los resultados obtenidos de la ganancia ósea en sentido horizontal fueron los siguientes:

- **CC1: implante protocolo tipo IV con ROG, cirugía guiada (tabla 1 de MT).** El promedio de ganancia ósea horizontal a los 8 meses del implante fue del 30,04% (1,58mm).
- **CC2: implante protocolo tipo IV con ROG, cirugía guiada (tabla 4 de MT).** El aumento del reborde alveolar en la dimensión horizontal a los 8 meses de colocado el implante en promedio fue **del 15,05% (1,07 mm)**. Por la pérdida ósea del elemento 14, la poca densidad del tejido óseo y la abundante cantidad de tejido óseo apical, se decidió sumergir el implante 2 mm más, para compensar el posible remodelado fisiológico (el hueso se percibió menos denso de lo normal) y evitar posible exposición de las espiras del implante. La ROG fue tan efectiva que el remodelado fue tenue y el implante quedó sumergido en el hueso.

- **CC3: implante del elemento 22 con ROGH**, colocado a los 8 meses de la primer ROG del defecto óseo (**tabla 6 de MT**). El **aumento** del reborde en la DH a los 12 meses del acto quirúrgico (10 meses de carga) fue del **16,6%** (1,67mm).
- **CC5: Implante colocado con técnica transalveolar de Summer (tabla 11 y 13 de MT)**. La ganancia ósea promedio luego de realizar la técnica de Summer en la DH fue de 25,76% (2,32mm) y en la dimensión vertical fue 69,76 % (5,62mm) de los cuales 1,8mm es tejido óseo apical al implante.

La técnica transalveolar fue descripta por Tatum en 1976 y modificada por Summers en 1994. Se trata de una técnica para elevación del piso sinusal, por acceso transalveolar, en la cual se utilizan una serie de osteotomos para producir una fractura ósea compactando el hueso periférico (oseodensificación), con o sin uso de biomateriales, con la colocación del implante en el mismo acto quirúrgico (23) (26).

Nadir y colaboradores observaron formación espontánea de tejido óseo en el apex del implante con una supervivencia del 100% de los implantes en 3 años de seguimiento confirmando la estabilidad del tejido óseo sin observar diferencias entre el uso o no de biomateriales. La formación espontánea del hueso puede ser dada por un fenómeno llamado Regeneración guiada por el periostio, descripto por Lundgren, en el cual la membrana sinusal (con potencial osteogénico) es elevada y mantenida en el apex del implante, sin el uso de biomateriales, generando un espacio para la formación del coágulo sanguíneo y la llegada de las células osteogénicas (23).

Numerosos estudios demuestran que la técnica de Summer produce expansión del reborde utilizando las propiedades viscoelásticas del hueso y que aplicando presión en las corticales de las tablas vestibular y palatina se logra incrementar el ancho del reborde (64). Se observaron diferencia de espesor de 1.55mm antes y después de la aplicación de la técnica de oseodensificación con supervivencia del 100% de los implantes (63). La expansión del reborde via oseodensificación fue introducida por Huwais en el 2013 con el objetivo de aumentar la densidad de los huesos D3 y D4 para aumentar la estabilidad primaria del implante. La fuerza

aplicada al hueso produce aumento de la densidad ósea y crea una deformación plástica causando la expansión del proceso alveolar en la dimensión horizontal (65) (66).

Los implantes de los casos clínicos (CC) **CC1, CC2, CC3 y CC5** se realizaron con **protocolo tardío (tipo 4, hueso cicatrizado por completo)**.

Uno de estos casos (**CC3**) había sido regenerado previamente, al realizar la extracción de un implante en mala posición, pero esa primera **ROG** no fue suficiente porque la pérdida ósea era extensa y el tejido queratinizado estaba ausente.

Dos de los casos (**CC1 y CC5**) habían sido tratados con **PA**, la cual no fue suficiente y hubo que realizar ROG y T. Summer respectivamente en simultaneo a la colocación del implante. La pérdida ósea del **CC1** puede estar asociada a la clasificación de Kant 4 de la raíz, en la cual la tabla vestibular y palatina era bundle bone (BB), tejido dependiente del diente, de espesor menor a 1mm. El **CC5** se encontraba con lesiones periapicales crónicas extensas, había ausencia del elemento mesial (solo presencia de un resto radicular con reabsorción ósea) y el paciente relató, al momento de realizar la CBCT previa al implante, haber ido a jugar al fútbol al otro día de la cirugía con posible pérdida de los biomateriales.

El tejido óseo del **CC2** había curado sin recibir tratamiento posterior a la extracción dentaria, y el diente había sido perdido por caries.

De esos implantes 3 fueron colocados con **ROG** en simultaneo (**CC1, CC2 y CC3**), usando membrana de colágeno y xeroinjerto, dejando el implante sumergido para lograr un cierre primario de la herida, disminuyendo la posibilidad de infección de los biomateriales y ganando tejido blando. Al realizar el provisorio se descubrieron los implantes usando la técnica de Roll para ganar tejido queratinizado hacia vestibular.

El **CC5** fue colocado con la técnica de **Summer** para ganar altura vertical. La expansión realizada por los osteotomos al elevar el piso del seno produjo también expansión de la tabla vestibular y palatina con ganancia en sentido horizontal del reborde, por lo que no hizo falta realizar una ROG en este sentido.

El **CC4** fue realizado con un protocolo inmediato (tipo 1), porque se daban las condiciones necesarias: pared vestibular intacta posterior a la extracción con

espesor mayor a 1 mm, ausencia de infección aguda en el diente a extraer ni en los dientes vecinos y suficiente volumen óseo apical y palatino para lograr la estabilidad primaria del implante. El fenotipo del paciente era de tipo delgado, pero al darse el resto de las condiciones al realizar la extracción, se pudo colocar el implante rellenando el GAP (espacio entre la tabla y el implante mayor de 2mm) con un xeroinjerto bovino hidratado con sangre del paciente.

Se midió también el **espesor de la tabla vestibular** de cada caso clínico a nivel del hombro del implante (DHV 0), a los 3mm (DHV 3), a los 6mm (DHV 6) y a los 9mm (DHV 9). Los resultados fueron los siguientes:

- **Caso clínico 1 (tabla 2 de MT):** DHV0 0,76mm, DHV3 0,63mm, DHV6 0,93mm. **Promedio 0,77 mm** (la tabla vestibular a nivel de DVH 9 no se midió porque el ápice del implante termina unos milímetros antes, por lo tanto DHV 9 es el ancho del reborde).
- **Caso clínico 2 (tabla 5 de MT):** DHV3 2,04 mm, DHV6 1,23 mm, DHV9 0,99 mm. **Promedio 1,42 mm** (la tabla vestibular a nivel de DHV 0 no se midió y que a ese nivel, al estar sumergido el implante, es todo el ancho del reborde).
- **Caso clínico 3 (tabla 7 de MT):** DHV0 1,54mm, DHV3 1,46 mm, DHV6 1,32mm, DHV9 1,54mm. **En promedio fue 1,46 mm.**
- **Caso clínico 4 (tabla 9 de MT):** DHV0 1,60 mm, DHV3 1,07mm, DHV6 1,14 mm, DHV9 1,18mm. **Promedio 1,24 mm.**
- **Caso clínico 5 (tabla 12 de MT):** DHV0 1,51 mm, DHV3 1,87 mm, DHV6 2,75 mm. **Promedio 1,98 mm** (la tabla vestibular a nivel de DHV 9 no se midió porque el implante mide 8mm).

En todos los casos clínicos, luego de las técnicas realizadas, los implantes quedaron rodeados de tejido óseo en la tabla vestibular por completo, siendo en

4 de los 5 casos mayor a 1 mm de espesor (todos menos el CC1 que en promedio el espesor de la cortical vestibular es de 0,77mm). El tejido óseo periimplantario sostiene los tejidos blandos, por lo tanto, al obtener un espesor homogéneo de la cortical bucal de cada implante, al realizar la evaluación clínica se observó: contorno regular de los rebordes alveolares, el nivel del margen mucoso se correspondía con el nivel del margen gingival de los dientes vecinos (ausencia de recesión), el espesor del tejido queratinizado era adecuado (ausencia de deficiencia periimplantaria), adecuado ancho de la mucosa queratinizada (mayor a 2mm), profundidad de sondaje inferior a 3mm sin sangrado y supuración.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos tras la aplicación de técnicas de **preservación alveolar** (PA) confirman que, posterior a la extracción dentaria, se produce un remodelado fisiológico del reborde alveolar con pérdida ósea tanto vertical como horizontal. Este proceso puede atenuarse mediante la PA, aunque no evitarse por completo. Factores como el trauma quirúrgico, el espesor de las tablas óseas, la presencia o ausencia de dientes adyacentes, lesiones inflamatorias crónicas, el fenotipo del paciente, los biomateriales empleados, así como el estado sistémico y el grado de compromiso del paciente con el tratamiento, influyen de manera determinante en la cantidad de tejido óseo que se logra preservar.

En este trabajo, las técnicas de **aumento horizontal de reborde** mostraron resultados positivos, evidenciándose radiográficamente un incremento en el volumen óseo y corticales vestibulares con espesor uniforme, sin presencia de fenestraciones ni dehiscencias. La técnica de **Summer** permitió obtener aumentos significativos en sentido vertical y horizontal, manteniendo la estabilidad de los tejidos a lo largo de 15 meses de seguimiento. El único implante colocado con protocolo **tipo 1** se mantuvo estable durante 26 meses, sin alteraciones en los tejidos periimplantarios.

La evaluación clínica corroboró estos hallazgos, mostrando rebordes alveolares de contorno regular, profundidades de sondaje entre 1 y 2 mm sin sangrado ni supuración, y un ancho y espesor adecuado de mucosa queratinizada que brindó protección y estética, en armonía con el margen gingival de los dientes vecinos. Los pacientes manifestaron satisfacción con los resultados obtenidos.

Con las limitaciones propias de este trabajo, puede concluirse que las técnicas de aumento óseo constituyen un recurso terapéutico recomendable en implantología cuando las condiciones iniciales del reborde no son óptimas. Asimismo, la preservación alveolar se presenta como una estrategia eficaz para reducir el remodelado fisiológico en protocolos diferidos (tipo 4). Finalmente, se destaca la importancia de considerar el tejido blando en conjunto con el tejido óseo, dado que ambos conforman el fenotipo periimplantario, influyéndose mutuamente en la estabilidad y éxito del tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry*, Seventh Edition. Edited by Tord Berglundh, William V. Giannobile, Niklaus P. Lang, and Mariano Sanz (50-66)
2. Kim JM, Lin C, Stavre Z, Greenblatt MB, Shim JH. Osteoblast-Osteoclast Communication and Bone Homeostasis. *Cells* [Internet]. 2020 Sep 10;9(9):2073. Available from: <https://www.mdpi.com/2073-4409/9/9/2073>
3. SODEK, J.; MCKEE, M. D. Molecular and cellular biology of alveolar bone. *Periodontology* 2000, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 99, 2000. DOI 10.1034/j.1600-0757.2000.2240106.x. Disponível em: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=699646bd-8b39-3609-be88-3e3702031471>. Acesso em: 29 abr. 2025.
4. Bonewald LF. The amazing osteocyte. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research* [Internet]. 2011;26(2):229–38. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21254230>Molecular and cellular biology of alveolar bone
5. Osteocyte-Related Cytokines Regulate Osteoclast Formation and Bone Resorption Hideki Kitaura *, Aseel Marahleh, Fumitoshi Ohori, Takahiro Noguchi, Wei-Ren Shen, Jiawei Qi, Yasuhiko Nara, Adya Pramusita, Ria Kinjo and Itaru Mizoguchi— Baylink D, Wergedal J. Bone formation by osteocytes. *American Journal of Physiology-Legacy Content*. 1971 Sep 1;221(3):669–78.
6. Martin TJ, Ng KW. Mechanisms by which cells of the osteoblast lineage control osteoclast formation and activity. *Journal of Cellular Biochemistry* [Internet]. 1994 Nov [cited 2019 Dec 14];56(3):357–66. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jcb.240560312/abstract>

7. Araújo MG, Silva CO, Misawa M, Sukekava F. Alveolar socket healing: what can we learn? *Periodontology 2000* [Internet]. 2015 Jun 1 [cited 2025 Apr 29];68(1):122–34. Available from: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=2dfde33a-19ce-3734-adf2-d3c6fa9973e1>
8. Maruyama M, Rhee C, Utsunomiya T, Zhang N, Ueno M, Yao Z, et al. Modulation of the Inflammatory Response and Bone Healing. *Frontiers in Endocrinology*. 2020 Jun 11;11(11).
9. Chappuis V, Araújo MG, Buser D. Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites. *Periodontology 2000*. 2016 Dec 21;73(1):73–83.
10. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1988 Aug;17(4):232–6.
11. Hammerle CHF, Glauser R. Clinical evaluation of dental implant treatment. *Periodontology 2000*. 2004 Feb;34(1):230–9.
12. Bornstein MM, Cionca N, Mombelli A. Systemic conditions and treatments as risks for implant therapy. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* [Internet]. 2009;24 Suppl:12–27. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19885432/>
13. Chapple ILC, Mealey BL, Van Dyke TE, Bartold PM, Dommisch H, Eickholz P, et al. Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium: Consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of Periodontology*. 2018 Jun;89(S1):S74–84.
14. Wang I (Izzie), Barootchi S, Tavelli L, Wang H. The peri-implant phenotype and implant esthetic complications. Contemporary overview. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2021 Jan;33(1):212–23.

15. Zucchelli G, Tavelli L, Stefanini M, Barootchi S, Mazzotti C, Gori G, et al. Classification of facial peri-implant soft tissue dehiscence/deficiencies at single implant sites in the esthetic zone. *Journal of Periodontology*. 2019 Jun 3;90(10):1116–24.
16. Chiapasco M, Casentini P. Horizontal bone-augmentation procedures in implant dentistry: prosthetically guided regeneration. *Periodontology* 2000. 2018 Feb 25;77(1):213–40.
17. *Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry*, Seventh Edition. Edited by Tord Berglundh, William V. Giannobile, Niklaus P. Lang, and Mariano Sanz (1059-1060)
18. Pabst A, Kämmerer PW, Tröltzsch M, Al-Nawas B. Implantologische Indikationen zur Anwendung von Knochenersatzmaterialien. *Zahnmedizin up2date*. 2022 Apr;16(02):121–33.
19. Yankov YG. Socket Preservation and Guided Bone Regeneration: Prerequisites for Successful Implant Dentistry. *Cureus* [Internet]. 2023 Nov 14 [cited 2024 Mar 30]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10720259/>
20. Nikos Mardas, MacBeth N, Nikolaos Donos, Jung RE, Anina Nives Zuercher. Is alveolar ridge preservation an overtreatment? *Periodontology* 2000. 2023 Aug 25;
21. Nikolaos Donos, Aliye Akcalı, Ninad Milind Padhye, Sculean A, Calciolari E. Bone regeneration in implant dentistry: Which are the factors affecting the clinical outcome? *Periodontology* 2000. 2023 Aug 24;

22. *Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry*, Seventh Edition. Edited by Tord Berglundh, William V. Giannobile, Niklaus P. Lang, and Mariano Sanz (1087-1117)
23. Andrés-García R, Ríos-Santos JV, Herrero-Climent M, Bullón P, Fernández-Farhall J, Gómez-Menchero A, et al. Sinus Floor Elevation via an Osteotome Technique without Biomaterials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021 Jan 27;18(3):1103.
24. Morgan N, Meeus J, Shujaat S, Cortellini S, Bornstein MM, Jacobs R. CBCT for Diagnostics, Treatment Planning and Monitoring of Sinus Floor Elevation Procedures. *Diagnostics* [Internet]. 2023 Jan 1;13(10):1684. Available from: <https://www.mdpi.com/2075-4418/13/10/1684>
25. Hsu Y, Rosen PS, Choksi K, Shih M, Ninneman S, Lee C. Complications of sinus floor elevation procedure and management strategies: A systematic review. *Clinical Implant Dentistry & Related Research* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2025 May 15];24(6):740–65. Available from: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=a10689d3-22dc-3829-8d24-397745186c7d1>
26. Gracia Á, Jensen OT, Kurtzman GM. A Review of Sinus Floor Elevation Techniques: Lateral Window, Transcrestal, Graft Materials, and Biologics. *Compendium of continuing education in dentistry* (Jamesburg, NJ : 1995) [Internet]. 2024 Sep;45(8):418–26. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39276791/>
27. Ren Y, Fan L, Alkildani S, Liu L, Emmert S, Najman S, et al. Barrier Membranes for Guided Bone Regeneration (GBR): A Focus on Recent Advances in Collagen Membranes. *International Journal of Molecular Sciences* [Internet]. 2022 Nov 29;23(23):14987. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9735671/>

28. Sanz M, Dahlin C, Apatzidou D, Artzi Z, Bozic D, Calciolari E, et al. Biomaterials and regenerative technologies used in bone regeneration in the craniomaxillofacial region: Consensus report of group 2 of the 15th European Workshop on Periodontology on Bone Regeneration. *Journal of Clinical Periodontology*. 2019 Jun;46:82–91.
29. Buser D, Urban I, Monje A, Kunrath MF, Dahlin C. Guided bone regeneration in implant dentistry: Basic principle, progress over 35 years, and recent research activities. *Periodontology 2000*. 2023 Oct 1;93(1):9–25.
30. Sasaki JI, Abe GL, Li A, Thongthai P, Tsuboi R, Kohno T, et al. Barrier membranes for tissue regeneration in dentistry. *Biomaterial Investigations in Dentistry*. 2021 Jan 1;8(1):54–63.
31. Aprile P, Letourneur D, Simon-Yarza T. Membranes for Guided Bone Regeneration: A Road from Bench to Bedside. *Advanced Healthcare Materials*. 2020 Aug 31;2000707.
32. Chiapasco M, Zaniboni M. Clinical outcomes of GBR procedures to correct peri-implant dehiscences and fenestrations: a systematic review. *Clinical Oral Implants Research*. 2009 Sep;20:113–23.
33. Turri A, Emina Čirgić, Shah FA, Hoffman M, Omar O, Dahlin C, et al. Early plaque formation on PTFE membranes with expanded or dense surface structures applied in the oral cavity of human volunteers. *Clinical and experimental dental research*. 2020 Nov 9;7(2):137–46.
34. Cucchi A, Vignudelli E, Napolitano A, Marchetti C, Corinaldesi G. Evaluation of complication rates and vertical bone gain after guided bone regeneration with non-resorbable membranes versus titanium meshes and resorbable membranes. A randomized clinical trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2017 Jul 26;19(5):821–32.

35. Zhang M, Zhou Z, Yun J, Liu R, Li J, Chen Y, et al. Effect of Different Membranes on Vertical Bone Regeneration: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. 2022 Jul 14;2022:1–16.
36. Rasia-dal Polo M, Poli PP, Rancitelli D, Beretta M, Maiorana C. Alveolar ridge reconstruction with titanium meshes: A systematic review of the literature. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*. 2014;e639–46.
37. Li S, Zhao J, Xie Y, Tian T, Zhang T, Cai X. Hard tissue stability after guided bone regeneration: a comparison between digital titanium mesh and resorbable membrane. *International Journal of Oral Science* [Internet]. 2021 Nov 16 [cited 2025 May 5];13(1):1–9. Available from: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=6daa900b-7faa-3958-84fb-d41b7112e6e1>
38. Ji X, Chen D, Xu C, Harris SE, Mundy GR, Yoneda T. Patterns of gene expression associated with BMP-2-induced osteoblast and adipocyte differentiation of mesenchymal progenitor cell 3T3-F442A. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*. 2000 Apr 18;18(3):132–9.
39. Zhao R, Yang R, Cooper PR, Khurshid Z, Shavandi A, Ratnayake J. Bone Grafts and Substitutes in Dentistry: A Review of Current Trends and Developments. *Molecules*. 2021 Jan 1;26(10):3007.
40. Kolk A, Handschel J, Drescher W, Rothamel D, Kloss F, Blessmann M, et al. Current trends and future perspectives of bone substitute materials – From space holders to innovative biomaterials. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2012 Dec;40(8):706–18.
41. Zhang S, Li X, Qi Y, Ma X, Qiao S, Cai H, et al. Comparison of Autogenous Tooth Materials and Other Bone Grafts. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine*. 2021 Apr 30;18(3):327–41.

42. Buser D, Sennerby L, De Bruyn H. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontology* 2000. 2016 Dec 21;73(1):7–21.
43. Chen ST, Buser D. Clinical and esthetic outcomes of implants placed in postextraction sites. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* [Internet]. 20
44. Chen ST, Buser D, Sculean A, Belser UC. Complications and treatment errors in implant positioning in the aesthetic zone: Diagnosis and possible solutions. *Periodontology* 2000. 2023 Jan 22;
45. Buser D, Chappuis V, Belser UC, Chen S. Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? *Periodontology* 2000. 2016 Dec 21;73(1):84–102.
46. Correia A, Rebolo A, Azevedo L, Polido W, Rodrigues P. SAC Assessment Tool in Implant Dentistry: Evaluation of the Agreement Level Between Users. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2020 Sep;35(5):990–4.
47. Donos N, Asche NV, Akbar AN, Francisco H, Gonzales O, Gotfredsen K, et al. Impact of timing of dental implant placement and loading: Summary and consensus statements of group 1—The 6th EAO Consensus Conference 2021. *Clinical Oral Implants Research* (John Wiley & Sons, Inc) [Internet]. 2021 Oct 3 [cited 2025 May 20];32:85–92. Available from: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=3e9672ad-8349-3470-8d02-723f6fd53913>
48. Gallucci GO, Hamilton A, Zhou W, Buser D, Chen S. Implant placement and loading protocols in partially edentulous patients: A systematic review. *Clinical Oral Implants Research*. 2018 Oct;29(S16):106–34.

49. Morton D, Wismeijer D, Chen S, Hamilton A, Wittneben J, Casentini P, et al. Group 5 ITI Consensus Report: Implant placement and loading protocols. Clinical Oral Implants Research (John Wiley & Sons, Inc) [Internet]. 2023 Sep 2 [cited 2025 May 20];34:349–56. Available from: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=946f7657-670d-3f5e-9a8a-212b0fbf7c31>
50. Zucchelli G, Barootchi S, Tavelli L, Stefanini M, Rasperini G, Wang H. Implant soft tissue Dehiscence coverage Esthetic Score (IDES): A pilot within- and between-rater analysis of consistency in objective and subjective scores. Clinical Oral Implants Research. 2021 Jan 26;32(3):349–58.
51. Kan JYK, Roe P, Kitichai Rungcharassaeng, Patel RD, Waki T, Lozada JL, et al. Classification of sagittal root position in relation to the anterior maxillary osseous housing for immediate implant placement: a cone beam computed tomography study. PubMed. 2011 Aug 16;26(4):873–6.
52. Ten Heggeler JMAG, Slot DE, Van der Weijden GA. Effect of socket preservation therapies following tooth extraction in non-molar regions in humans: a systematic review. Clinical Oral Implants Research. 2010 Nov 22;22(8):779–88.
53. Vignoletti F, Matesanz P, Rodrigo D, Figuero E, Martin C, Sanz M. Surgical protocols for ridge preservation after tooth extraction. A systematic review. Clinical Oral Implants Research. 2011 Dec 28;23:22–38.
54. Fickl S, Zuhr O, Wachtel H, Bolz W, Huerzeler M. Tissue alterations after tooth extraction with and without surgical trauma: a volumetric study in the beagle dog. Journal of Clinical Periodontology. 2008 Apr;35(4):356–63.
55. Tan WL, Wong TLT, Wong MCM, Lang NP. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. Clinical Oral Implants Research (John Wiley & Sons, Inc) [Internet]. 2012 Feb 2

[cited 2025 Aug 8];23:1–21. Available from: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=22dd5c35-6c83-3c06-8a20-1e17cc71c504>.

56. Azadi A, Hazrati P, Tizno A, Rezaei F, Akbarzadeh Baghban A, Tabrizi R. Bone expansion as a horizontal alveolar ridge augmentation technique: a systematic review and meta-analysis. *Oral & Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2025 Mar 1 [cited 2025 Aug 8];29(1):1–17. Available from: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=2236c0d6-7195-3042-bece-8954139c38eb>
57. Kim H-Y, Park J-H, Kim J-W, Kim S-J. Narrow Alveolar Ridge Management with Modified Ridge Splitting Technique: A Report of 3 Cases. *Case Reports in Dentistry* [Internet]. 2023 Mar 28 [cited 2025 Aug 8];1–9. Available from: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=f5ec6069-a77e-3db8-94a5-a16d20d365bc>
58. Al Haydar B, Kang P, Momen-Heravi F. Efficacy of Horizontal Alveolar Ridge Expansion Through the Alveolar Ridge Split Procedure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* [Internet]. 2023 Nov 1 [cited 2025 Aug 8];38(6):1083–96. Available from: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=23de6a50-4627-3ddc-8ff1-c95936d758fd>.
59. Vorovenci A, Drafta S, Petre A. Horizontal ridge augmentation through ridge expansion via osseodensification, guided bone regeneration and ridge-split: Systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Biomedical Reports*. 2024 Jul 31;21(4).