



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

EVALUACIÓN IMAGENOLÓGICA DE DIFERENTES  
BIOMATERIALES UTILIZADOS EN PRESERVACIÓN DE  
REBORDE ALVEOLAR.

### **T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

ELIA ESTELA ESCOBAR MONTIJO

TUTORA: C.D. VANIA PAMELA RAMÍREZ GUTIERRÉZ

ASESORA: Dra. BEATRIZ RAQUEL YAÑEZ OCAMPO



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



---

A la facultad de odontología, por probarme a mí que cada día puedo más.

A mis papis, Gracias por el amor incondicional, el apoyo y el ejemplo a seguir para nunca detenerme en mi formación académica.

A mis cams, son el amor de mi vida.

A la doctora Vania por la paciencia y esmero que incluyó en la realización de este trabajo.

A la doctora Raquel por el tiempo, esmero, exigencia y aportación académica que me brindo.

A mis tíos Xochitl, Carlos y hermana por siempre ser mis conejillos de indias.

A Dani A. mi compañero de aventuras y de vida, lo logramos.

A mis amigos incondicionales.

“Por mi raza hablara el espíritu”



Índice	
Introducción .....	5
Objetivo general .....	7
Objetivos específicos .....	7
Capítulo 1. Antecedentes históricos de los rayos Roentgen .....	8
1.1 Descubrimiento de los rayos Roentgen .....	9
1.2 Origen de la Tomografía .....	10
1.3 CONE BEAM .....	12
1.4 Preservación de reborde alveolar antecedentes .....	13
Capítulo 2. Imagenología como auxiliar de diagnóstico .....	14
2.1 Tomografía computarizada .....	15
2.1.2 Principio físicos .....	22
2.1.3 Aplicaciones .....	37
2.1.4 CONE BEAM .....	45
2.1.4.1 Aplicaciones de la CONE BEAM en las diferentes especialidades odontológicas. ....	54
Periodoncia.....	56
3. Unidades Hounsfield .....	57
3.1 Densidad ósea .....	58
3.1.2 Misch .....	58
3.1.3 Misch.....	59
Capítulo 3. Proceso alveolar .....	61
3.1 Definición .....	61
3.2 Extracción dental .....	67
3.2.1 Definición .....	67
3.1 Indicaciones .....	68
3.4 Cicatrización ósea.....	69
3.4.1 Factores que afectan la cicatrización ósea .....	73



---

3.4.2 Sistémicos .....	74
3.4.3 Tabaco.....	76
3.4.3 Número y proximidad de los dientes a extraer .....	76
3.5 Preservación del reborde alveolar.....	76
3.5.1 Definición .....	77
3.5.2 Indicaciones.....	77
3.5.3 Contraindicaciones .....	78
3.4 Protocolo de la preservación de reborde alveolar. ....	78
3.5.4 Consecuencias de no realizar preservación de reborde alveolar. ....	82
3.6 Calidad ósea.....	86
3.6.1 Lekholm.....	86
3.6.2 Seibert .....	87
3.6.4 Allen y colls.....	88
3.6.5 Lekholm y Zarb 1985. ....	89
3.6.7 Mish y Judy 1987.....	89
3.6.8 Wang y Cols 2002.....	90
Capítulo 4. Clasificación de biomateriales dentales para la preservación de reborde alveolar.....	91
4.1 Autoinjertos .....	93
4.2 Aloinjertos o alogénicos. ....	97
4.3 Xenoinjertos o heterólogos. ....	98
4.4 Aloplástico o sintéticos.....	99
4.5 Membranas.....	102
4.5.1 Absorbibles .....	103
4.5.2 No absorbibles .....	105
Capítulo 5. Comparación imagenológica de diferentes biomateriales utilizados en la preservación de reborde alveolar. ....	108
5.1 Autólogo .....	108
5.2 Aloinjertos.....	109



---

5.3 Xenoinjertos .....	111
5.4 Aloplásticos .....	119
5.5 Toma de decisiones para preservar el reborde alveolar .....	128
Conclusiones .....	132
Índice de abreviaturas .....	134
Referencias .....	135



---

## Introducción

Existen diversas situaciones clínicas que conllevan a realizar una extracción dental, ya sea por un mal pronóstico periodontal, protésico, endodóntico, incluso estético, al extraer un órgano dental se produce un colapso del reborde alveolar y un colapso de los tejidos blandos, esta situación puede ocasionar problemas con la estética, funcionales e incluso puede ser el impedimento para un tratamiento adecuado.

El tratamiento para evitar el colapso del reborde alveolar es una preservación del mismo, el propósito de este procedimiento quirúrgico es colocar un biomaterial como el injerto óseo y las membranas los cuales buscan conservar las dimensiones del alveolo, el hueso pueden ser autoinjertos, aloinjertos, xenoinjertos y aloplásticos. y las membranas absorbibles y no absorbibles.

La literatura reporta que los pacientes a quienes se les realizó el procedimiento de preservación de reborde alveolar conservar la altura y el grosor del reborde, es decir, presentaron cambios menores respectivamente de los que no se realizaron ningún procedimiento quirúrgico.

Para poder confirmar lo antes mencionado se ha utilizado la imagenología que con los años ha presentado avances tecnológicos, como la tomografía computarizada de haz cónico, CONE BEAM, la cual nos ha permitido el observar estructuras óseas desde una imagen volumétrica.

Además, gracias a la tomografía computarizada de haz cónico y a las herramientas que nos ofrecen los diversos Software, se pueden

comparar los diferentes biomateriales utilizados a largo plazo y de esta manera tomar decisiones basadas en la evidencia científica.



---

## Objetivo general

Comparar los diferentes biomateriales utilizados en la preservación del reborde alveolar a través de la tomografía CONE BEAM.

## Objetivos específicos

Identificar los diferentes biomateriales y su grado de reabsorción cuando se utilizan en la preservación de reborde alveolar.

Identificar a la tomografía CONE BEAM como un medio de evaluación de los diferentes biomateriales utilizados en la preservación del reborde alveolar



---

## Capítulo 1. Antecedentes históricos de los rayos Roentgen

La radiología revolucionó el día que se descubren los rayos Roentgen o bien llamados como rayos X, existen ciertos acontecimientos imprescindibles para el descubrimiento.

El punto de partida es el descubrimiento del magnetismo y de la electricidad en el siglo XVII, se empezó a experimentar con tubos al vacío, en 1838 Heinrich Geisler fabrica el primer tubo al vacío, un tubo de cristal sellado el cual no permitía la entrada de aire, posteriormente fue modificado por varios investigadores y se conocía por sus respectivos nombres. <sup>(1)</sup>

En 1870 Johann Wilhem Hittorf, utiliza este tubo al vacío para estudiar la fluorescencia, “un resplandor que resulta cuando una sustancia fluorescente es golpeada por la luz, los rayos catódicos”. En 1870 el observa que las descargas emitidas del electrodo del lado negativo viajaban en línea recta, produciendo así calor y el resultado era una fluorescencia verdosa: le denomino a estas descargas rayos catódicos. <sup>(1)</sup>

A finales de 1870, William Crookes reajusta el tubo de vacío y descubre que los rayos catódicos, eran corrientes de partículas cargadas.

En 1872 Lenard descubre que los rayos catódicos pueden penetrar una ventana delgada de papel aluminio, incorporada a las paredes de tubo de cristal y hacer que las pantallas fluorescentes brillan, notó que de alejar las pantallas entre 8 cm las pantallas no podrían ser fluorescentes, se cree que Lenard pudo haber descubierto los rayos “X” de haber utilizado pantallas fluorescentes más sensibles. <sup>(1)</sup>



## 1.1 Descubrimiento de los rayos Roentgen

Son descubiertos por el físico William Roentgen , el 8 de Noviembre de 1895, este descubrimiento dio un giro completamente al diagnóstico clínico en medicina y odontología, el utiliza un tubo al vacío, corriente eléctrica, y pantallas recubiertas de un material fluorescente cuando estaba expuesto a la radiación, después de varias semanas de experimentación con los rayos desconocidos, el sustituye las pantallas fluorescentes por una placa fotográfica, colocó la mano de su esposa en esta y la expuso por 15 minutos, al revelar esta placa descubrió que los huesos de la mano podría verse, Roentgen nombra a su descubrimiento rayos “x” debido a que no conocía la naturaleza y las características de ciertos rayos. (Fig.1)

Es galardonado con el premio nobel de física el cual nunca había sido concedido. <sup>(1)</sup>



Figura 1. Roentgen , padre de los rayos X descubrió tempranamente el potencial de un haz de rayos X en 1895. <sup>(1)</sup>



## 1.2 Origen de la Tomografía

En 1917 son planeadas las bases teóricas para la reconstrucción tomográfica por Radon cuando establece que “Un objeto tridimensional puede ser reconstruido a partir de una serie infinita de proyecciones de dos dimensiones obtenidas en diferentes ángulos alrededor de un objeto”.<sup>(2)</sup> (Fig.2)



Figura 2. El haz cónico logra la imagen completa de una sola rotación del equipo.<sup>(6)</sup>

En 1973 Sir Hounsfield es quien realiza el primer escáner tomográfico recibió un premio nobel en medicina, los equipos de tomografía computarizada de primera generación estaban constituidos por un generador y un detector de haz de rayos X acoplados con un gantry el cual giraba al rededor del paciente; posteriormente los sistemas de espirales se desarrollaron, permitiendo la adquisición continua y simultánea de la imagen con el avance de la mesa de exploración.



En una tercera generación aparecen equipos que implementan más de una fila de detectores a lo largo de eje del paciente a esto se le denomina tomografía multicorte. <sup>(3)</sup> (Fig.3)

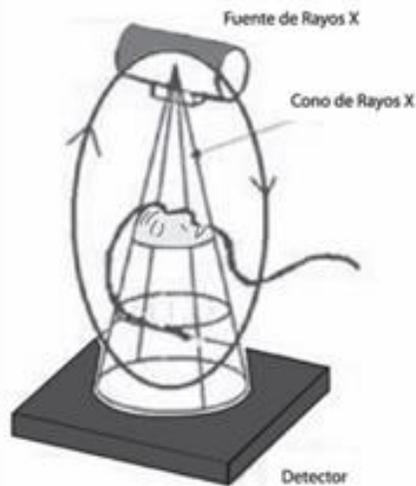


Figura 3. Los equipos de TCHC solo requieren un escaneo del paciente. <sup>(6)</sup>

Con los primeros escáneres de uso clínico tales como: escáner "EMI" los datos que se adquirían del cerebro tardaban de 4 a 7 minutos por imagen. <sup>(1)</sup>

Desde ese entonces la tomografía no ha dejado de evolucionar apareciendo equipos de 6, 8, 10, 16,40 y 64 filas de detectores, esto permite realizar cortes más finos y cubrir un rango de estudio en un tiempo más corto con una resolución mayor. <sup>(4)</sup>



### 1.3 CONE BEAM

En el 2005 es introducida la tomografía en odontología en Estados Unidos, es utilizada para el análisis de la región buco maxilofacial, es una técnica no invasiva que permite la adquisición de imágenes en capas o cortes de un objeto, logrando realizar un diagnóstico de precisión en cuanto lesiones quísticas, tumores, la aplicación que se le da durante el tratamiento de implantes ya que permite obtener una altura, espesor y calidad ósea. (4)

A continuación, se muestra una línea del tiempo de los acontecimientos históricos más importantes.

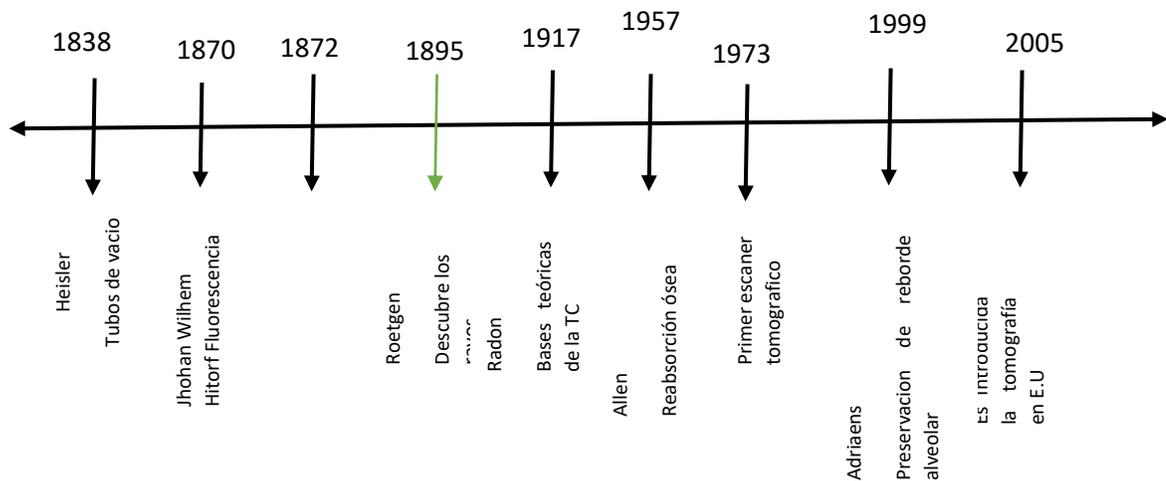


Figura 4. Antecedentes históricos. (Fuente propia)



---

## 1.4 Preservación de reborde alveolar antecedentes

Allen en 1957 es el pionero en describir los procesos de reabsorción ósea, describe el proceso en el cual los osteoclastos eliminan tejido óseo por medio de liberación de minerales y transferencia de iones, por lo que se le atribuye el concluir que después de una extracción existe una pérdida ósea. <sup>(5)</sup>

En 1999 Adriaens definió la preservación de reborde alveolar como "aquel procedimiento que se realiza en el momento de la extracción y permite conservar las dimensiones y contornos alveolares". <sup>(2) (5) (6)</sup>



## Capítulo 2. Imagenología como auxiliar de diagnóstico

La imagenología es el conjunto de las técnicas y de los procedimientos que permiten obtener imágenes del cuerpo humano con fines clínicos o científicos.<sup>(7)</sup>

Desde el descubrimiento de los rayos X en 1845 la radiología se ha vuelto indispensable como auxiliar de diagnóstico, sin embargo, se debe tomar en cuenta que en las imágenes de dos dimensiones se observan características geométricas tales como la magnificación, distorsión y superposición de la anatomía, estas características limitan la interpretación exacta de las imágenes en el caso de las radiografías periapicales, interproximales y ortopantomografías. <sup>(1)</sup> (Fig.5)



Figura 5. Radiografía de zona de premolares superiores. (Fuente propia)



## 2.1 Tomografía computarizada

La palabra tomografía se deriva del sustantivo “tomos” lo cual define como, corte y el verbo “graphein” es sinónimo de grabar. <sup>(8)</sup>

La tomografía computarizada es una técnica establecida para obtener imágenes de forma no invasiva de la estructura interna de los objetos en tres dimensiones; se le denomina TC por sus siglas en inglés. <sup>(9)</sup>

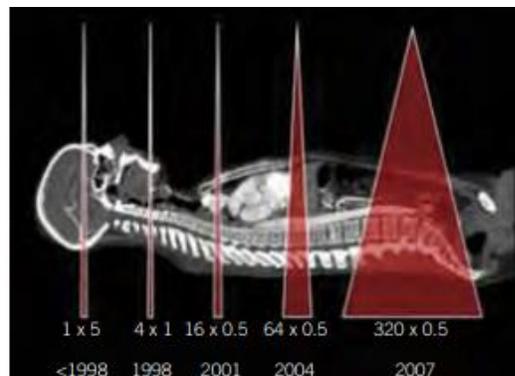
El objetivo de un examen imagenológico es observar la estructura interna y la morfología de un objeto mientras permanece intacto. <sup>(10)</sup>

Es lo que pasa con las tomografías computarizadas, el gantry que es la parte en donde el paciente se encuentra gira, mientras este se encuentra intacto.

Desde que la tomografía fue introducida a la medicina tenía como principio obtener imágenes axiales del cerebro, de interés en neuro radiología, con el tiempo la tomografía se ha ido modificando de tal manera que se pueden obtener imágenes tridimensionales de cualquier parte del cuerpo. <sup>(6)</sup>

Los escáneres fueron evolucionando, desde que fueron de una única fila de detectores, hasta el tener múltiples filas de estos; son elementos electrónicos que se van a encargar de percibir la presencia de movimientos, activando así mecanismos determinados. <sup>(6)</sup> (Fig.6)

Figura 6. Evolución de la cobertura de los equipos multidetector con el aumento de las filas activas disponibles. <sup>(6)</sup>





Los detectores ofrecen una mejor eficiencia de detección y una respuesta rápida (con poca luminiscencia residual, afterglow) y buena transparencia para la luz generada para garantizar su detección óptima por los fotolitos. <sup>(6)</sup>

Con la mejora de la cobertura longitudinal del sistema detector las exploraciones se efectúan en menos tiempo y se pueden reconstruir en secciones más delgadas, el utilizar un escáner de única fila de detectores y espesor típico de 5mm a equipos de 4 filas de detectores activos permitió obtener una mejora sustancial de la resolución longitudinal, lo que se utilizó para obtener visualizaciones en 3D de la imagen escaneada. Los escáneres de 4 filas de detectores activos permitieron también modificar la cobertura longitudinal, equipos de 16 o 64 filas permitieron la adquisición con configuraciones de, por ejemplo:  $16 \times 0,5 = 8$  mm y  $64 \times 0,5 = 32$  mm. <sup>(6)</sup> (Fig.7)



Figura 7. Módulos detectores de equipos con 4, 16, 64 y 320 filas de detectores (izquierda). El conjunto detector completo, compuesto de múltiples módulos detectores (derecha). (Cortesía de Toshiba Medical Systems). <sup>(6)</sup>

Estos escáneres proporcionan una mejor resolución espacial longitudinal, reconstrucciones 3 D de alta calidad, con reducción de tiempos de exploración. <sup>(6)</sup>



Con los equipos de TC multidetector de 320 filas con una cobertura de 16 mm es suficiente una única rotación para cubrir órganos como el corazón y el cerebro. <sup>(6)</sup>

Un ejemplo de la integración de escáneres de Tomografía computarizada; son las técnicas híbridas, por ejemplo, la tomografía por emisión de positrones (PET) o con un tomógrafo de emisión de fotón único (SPECT), también se han desarrollado equipos de TC de "doble fuente" equipados con dos tubos de rayos X, y también TC volumétricos que incluyen hasta 320 filas de detectores, lo cual permite adquirir datos de órganos completos con solo una rotación. <sup>(6)</sup>

Con la TC es posible obtener imágenes tridimensionales de corazón, cerebro, o del sistema músculo – esquelético, también imágenes de todo el cuerpo de diversas modalidades. <sup>(6)</sup>

Los componentes de un tomógrafo son: <sup>(10)</sup>

1. Gantry: Es el lugar físico donde es introducido el paciente para la realización de su examen, está incluido: el tubo de rayos X, el colimador, los detectores; existen dos tipos: <sup>(10)</sup> (Fig.8)
  - a. Los que rotan 360 grados y cambian de dirección
  - b. Rotación continúa. <sup>(10)</sup>

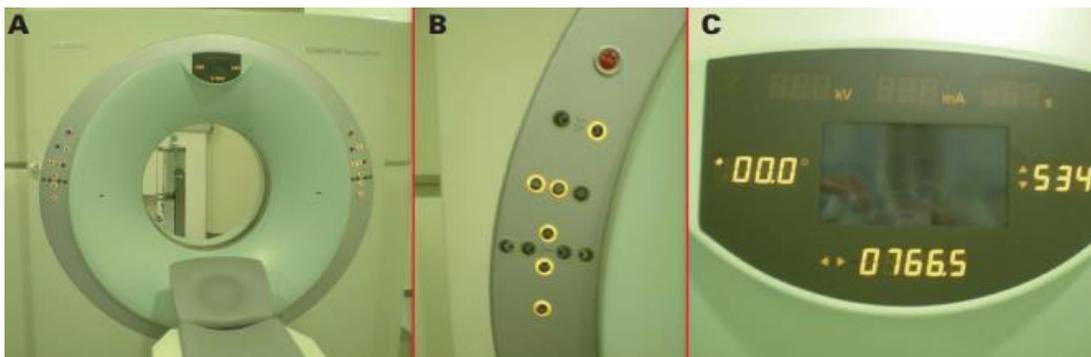


Figura 8. Gantry y mesa de TC. <sup>(11)</sup>



2. Mesa: Se sitúa al paciente normalmente en decúbito supino, presenta varios cabezales con diferentes formas.
3. Tubo de rayos X: Es un tubo al vacío, rodeado de una cubierta de plomo, con una ventana que permite dejar salir la radiación al exterior.  
(Fig.39)<sup>(10)</sup>

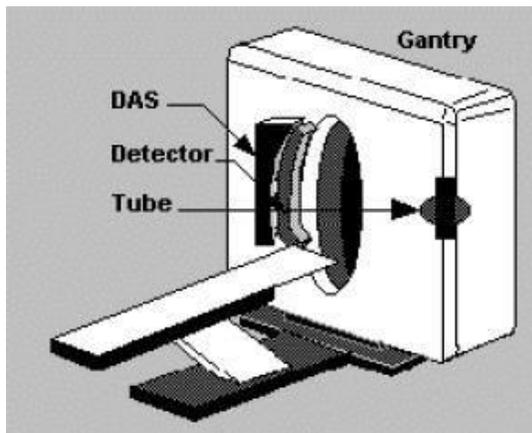


Figura 9. Tubo de rayos X.

<http://www.needgoo.com/componentes-de-un-tomografo/>

4. Colimador: Este elemento regula el tamaño y la forma de haz de rayos, aquí se denota el ancho del corte tomográfico puede ser de 1 a 10mm de espesor.<sup>(10)</sup>
5. Detectores: Son los encargados de recibir los rayos X transmitidos después de que atravesaron el cuerpo del paciente y los convierten en una señal eléctrica.

Hay de dos tipos:<sup>(10)</sup>

- a. De gas Xenón: El detector es una cámara que contiene el gas Xenón a alta presión.



- b. De cristal o estado sólido: Estos están compuestos de un material cerámico que convierte los rayos X en luz. <sup>(10)</sup>
6. DAS: es el programa encargado de muestrear la señal eléctrica y realiza la conversión analógica – digital, para que la computadora procese los datos. <sup>(10)</sup>
7. Computadora: Tiene a su cargo el funcionamiento total del equipo, el almacenamiento de las imágenes reconstruidas y de los datos primarios, contiene el Software para la aplicación del tomógrafo y presenta una unidad de reconstrucción rápida llamada FRU, esta realiza los procesamientos que son necesarios para reconstruir los datos necesarios. <sup>(10)</sup>
8. Consola: Modulo donde se encuentra el teclado para controlar la operación del equipo.

El protocolo por seguir para la toma de una Tomografía es el siguiente. <sup>(11)</sup>  
(Fig.10)

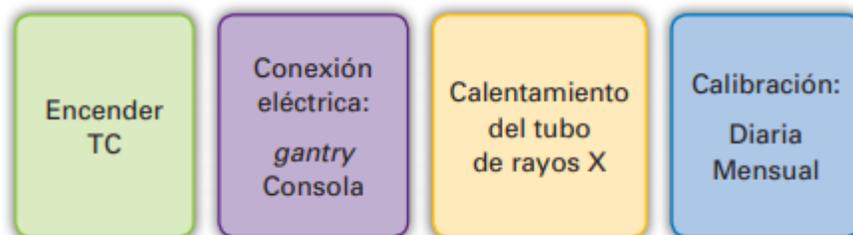


Figura 10. Protocolo a seguir en la TC. <sup>(11)</sup>

Cabe mencionar que el protocolo va a variar según la parte del cuerpo a escanear. (Fig.11)



1. Se le indica al paciente que se retire cualquier objeto metálico que tenga. <sup>(12)</sup>
2. Informar al paciente e indicar la importancia de que permanezca quieto, así se evitaran repeticiones. <sup>(12)</sup>
3. Colocar al paciente en la posición adecuada para cada tipo de estudio. <sup>(12)</sup>
4. Ajustar el FOV a la región de estudio. <sup>(12)</sup>
5. En algunos casos se utilizará protección gonadal y tiroidea. <sup>(12)</sup>
6. En niños y jóvenes se ajusta el KV y mA. <sup>(12)</sup>

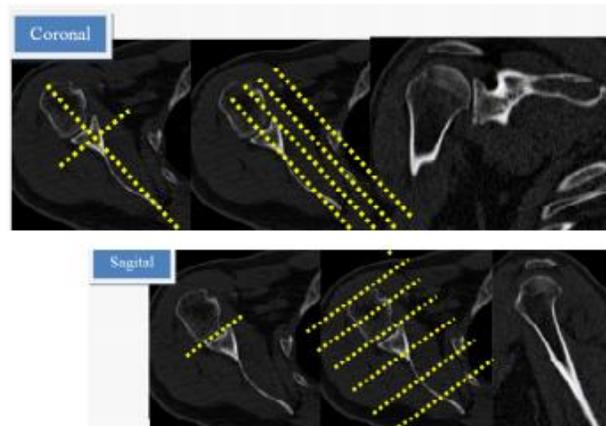


Figura 11. Toma de TC de hombro . <sup>(13)</sup>



A continuación se muestra la preparación para la realización de la tomografía en diversas partes del cuerpo. (Tabla 1)

<b>Exploracion</b>	<b>Preparacion del paciente</b>	<b>Requisitos para poder hacerla</b>
<b>TC cráneo</b>	Sin preparacion.	Retirar todo objeto metalico posible de la region a explorar.
<b>TC de abdomen</b>	Dependiendo de la patologia: ayudo 6-8 h antes de la prueba y preparación con evacuantes intestinales.	Preparacion correcta del paciente exceptuando en situacion de urgencia.
<b>TC. de tórax</b>	Sin preparación.	Retirar todo objeto metalico posible de la region a explorar.
<b>TC. TX-ABD pelvis</b>	Misma preparacion que para el abdomen.	
<b>TC de miembros superiores o interiores</b>	Ninguna.	Retirar todo objeto metalico posible de la region a explorar.

Tabla 1. Sin preparacion exepctuando los casos en los que hubiese de introducir contraste intravenoso y el paciente sea alergico al yodo. Se debe aplicar el protocolo de premedicacion correspondiente pautado por un facultativo. (12)



### 2.1.2 Principio físicos

El principio de la tomografía es medir la transmisión de los rayos X a través del paciente en un gran número de proyecciones. Las proyecciones son obtenidas por la acción combinada del tubo de rayos X rotando alrededor del paciente y de sistemas detectores que cuentan con aproximadamente entre 800 y 100 elementos, con decenas e incluso cientos de filas contiguas de detectores alineadas a lo largo del eje de rotación. <sup>(6)</sup> (Fig.12)

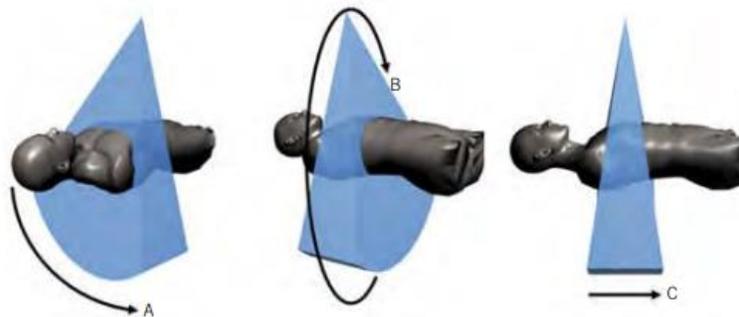


Figura 12. Medida de los perfiles de transmisión de rayos X. a Arco de detectores , B rotacion del tubo alrededor del paciente , con multiples filas contiguas detectores alineados con el eje de rotacion. <sup>(11)</sup>

En el interior del gantry de un equipo de TC están todos los dispositivos necesarios para registrar los perfiles de transmisión del paciente, en estos perfiles se van a registrar para diversas direcciones angulares.

El conjunto de estos dispositivos está montado en un soporte giratorio: el tubo de rayos X, el conjunto detector, el generador de alta tensión para el tubo, el sistema de refrigeración del tubo de rayos X, el sistema de adquisición de datos, el colimador y los filtros de forma que todos los elementos giran con el soporte. <sup>(6)</sup> (Fig.13)

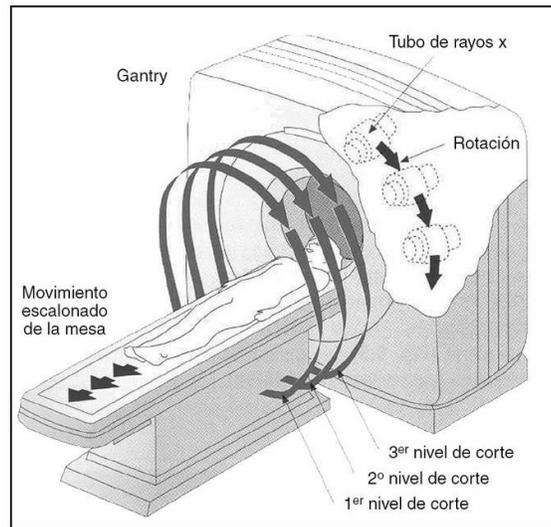


Figura13. Tomógrafo computarizado. (13)

<http://tacumes.blogspot.com/>

El suministro eléctrico al conjunto rotatorio se lleva a cabo mediante contacto por aros deslizantes. Los perfiles de proyección se transmiten a un ordenador por medio de tecnologías de comunicación inalámbrica. (6)

El fundamento básico de la TC consiste en dividir en una sección axial el organismo, teniendo como limitante el solo observar una parte de este y no la densidad, Housfield se percató que para un ordenador esto es posible, además en lugar de colocar un solo haz que pase la materia, se deberán colocar varios, debido a que lo que se necesita es incidir en el mismo punto, pero con diversas angulaciones. (12)

Los tomógrafos se han modificado a lo largo de los años mejorando su rendimiento, eficacia y tiempo consiguiendo ser cada vez más rápidos su resolución siendo más fina y baratos.

En la primera generación el sistema más simple consiste en un haz de radiación fino y estrecho que al atravesar el organismo en una determinada localización, detecta con un único cristal de centelleo que mide y transforma la



cantidad de radiación detectada en un número, este número se guarda en un ordenador, posteriormente el tubo tiene un movimiento de traslación, se realiza una nueva medida continua hasta barrer la zona a estudiar. Se gira el tubo y el detector de  $10^\circ$  o  $20^\circ$  procediendo a un nuevo barrido y se continúa hasta completar un semicírculo. <sup>(12)</sup> (Fig.14)

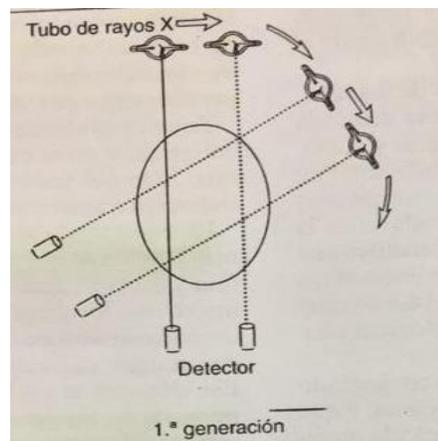


Figura 14. TC de primera generación. <sup>(12)</sup>

El ordenador resuelve a través unos algoritmos la densitometría correspondiente a cada uno de los vóxeles de esa sección axial del organismo. Con esos datos se componía su matriz de pixels y la presentaba en el monitor; este por definición corresponde con el mínimo tamaño de imagen que se puede resolver, la sección axial no es plana, en el caso de la tomografía la unidad son los vóxel, esto quiere decir que es un cubo por 1mm de ancho, 1mm de largo y 1 cm de alto. <sup>(3) (10) (13)</sup> (Fig.15)

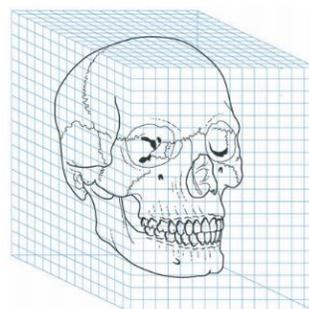


Figura 15. Voxels <sup>9</sup>



Este sistema de rotación y translación era demasiado lento y solo se utilizaba para el estudio del cráneo. <sup>(12)</sup>

En la segunda generación se mantuvo el movimiento de translación y rotación, lo que cambio fue el haz, en lugar de ser como un lápiz que incidía en un solo lugar esta vez era un pequeño arco con algunos grados de ancho lo que, a incidir sobre varios detectores a la vez, aun así, tardaba entre 20 y 30 segundos en realizar un corte y otro poco el ordenador. <sup>(12)</sup> (Fig.16)

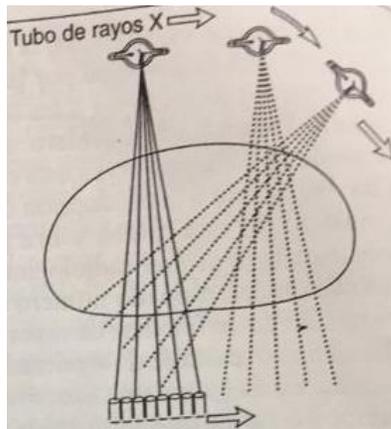


Figura 16. TC de segunda generación. El pequeño sistema de detectores se desplaza y rota con el tubo. <sup>(12)</sup>

En la tercera generación el haz es un arco de más de 4° lo que permite ya no trasladarse si no girar con unos detectores al otro lado del paciente. <sup>(12)</sup> (Fig.17)

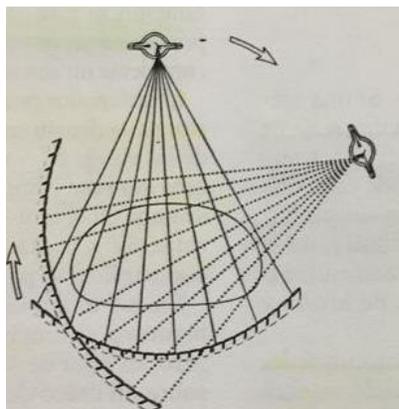


Figura 17. TC de tercera generación. El sistema de detectores rota con el tubo. <sup>(12)</sup>



La cuarta generación consiste en el mismo sistema de detectores y tubo, girando con él, pero manteniendo un giro continuo y movimiento la camilla sobre la que está el paciente., la llamada TAC helicoidal se ha transformado en el estándar, su funcionamiento es:

El sistema tubo – detectores comienza a girar y de manera sincronizada con el paciente en la camilla, empieza a moverse haciendo pasar por el lugar del corte la zona del sujeto que se desea estudiar; así es posible realizar cortes tomográficos, actualmente hay sistemas que consiguen un giro completo en menos de 1 seg. y algunos que, en lugar de una sola batería de detectores, disponen de dos o más baterías paralelas, lo que les permite más de un corte en cada giro llamándolo así sistema multicorte.

Existen sistemas que, en lugar de hacer girar el tubo , tienen un ánodo circular alrededor del paciente sobre el que gira un haz de electrones que produce los rayos X simulando el giro del tubo, los detectores forman una circunferencia alrededor del paciente de manera que lo que gira únicamente es el haz de electrones, esto permite cortes más rápidos. <sup>(12)</sup> (Fig.18)

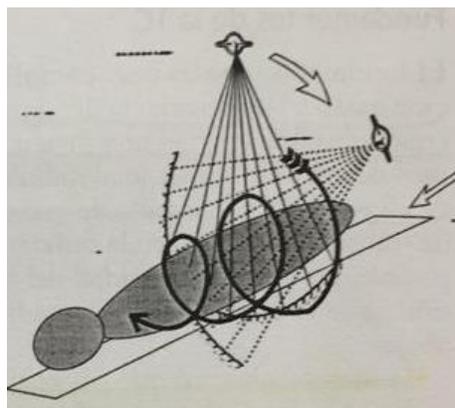


Figura 18. TC de tercera generación.

TC helicoidal, La camilla se mueve a la vez que giran tubo y detectores. <sup>(12)</sup>



---

Los tomógrafos cuentan con un programa en el cual las imágenes de los distintos cortes bidimensionales se convierten a imágenes tridimensionales. <sup>(13)</sup>

La capacidad de absorción de la materia depende de las propiedades físicas de sus componentes básicos (átomos) en medicina el objeto es el paciente, una estructura tridimensional y podemos tener una información verdadera y exacta solo si se es capaz de reproducir las características del paciente en una imagen tridimensional. <sup>(10)</sup>

En la radiología bidimensional, cada rayo alcanza al paciente con una intensidad inicial dada, pasa a través de él y libera energía cuando sale del objeto, su intensidad esta disminuida, cuanto mayor es la perdida de intensidad más radiopaca aparecerá la materia. <sup>(10)</sup>

Si se tiene la información de dos dimensiones obtenida desde dos direcciones diferentes, puede conseguirse una descripción tridimensional más exacta, mientras más proyecciones desde diferentes ángulos, más precisa será la descripción 3D. <sup>(10)</sup>

La capacidad de procesamiento necesaria para la reconstrucción solo es posible con los sistemas de información digitales, después de los procedimientos de cálculo o reconstrucción, la información de la caracterización tridimensional estará dentro del sistema computarizado y guardado dentro de un archivo. <sup>(10)</sup>

La información radiológica tridimensional puede ser procesada mediante software y los programas computarizados que permiten al usuario navegar, extraer, seleccionar y modificar estos datos correctamente. Las herramientas de software son esenciales para obtener la interpretación y los resultados requeridos. <sup>(10)</sup>



Para la reconstrucción de las imágenes bidimensionales en tridimensionales se debe entender que al final de la reconstrucción de los datos brutos, se obtienen valores que representan las características radiológicas locales de todos los puntos del objeto a examinar en tres dimensiones, esto se realiza únicamente con sistemas digitales que generan datos numéricos.

Cuando se utilizan sistemas que suministran los datos brutos se transforman en forma de mapa de bits, puede ser utilizado las partes pequeñas pero finitas y reciben el nombre de pixel en el caso de la reconstrucción volumétrica realizada de manera tridimensional, se le denomina vóxel, al igual que en los pixeles en las imágenes, los detalles pequeños de los voxeles se desvanecen en un valor uniforme y luego se pierden o son representados incorrectamente; los voxeles reciben el nombre de "isotrópicos" cuando su tamaño es uniforme en las tres direcciones, con esto la resoluciones de la información disponible es la misma en todas las direcciones y no hay problemas con la alineación del objeto por lo cual se le considera una ventaja. <sup>(10)</sup> (Fig.19)

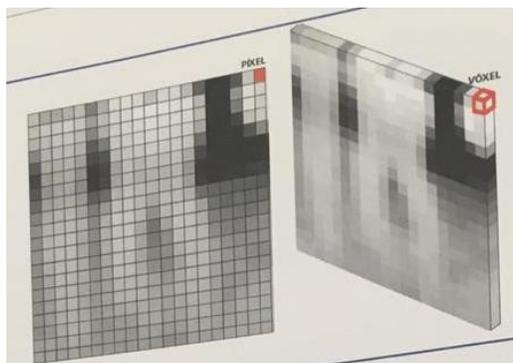


Figura 19. De pixel a Voxel. <sup>(10)</sup>



Los sistemas de TC envían un haz de radiación en forma de abanico, el cual es estrecho en una dirección (colimación) y abierto de un gran ángulo en la otra, se considera como lineal debido a que tiene una extensión geométrica en una sola dirección. <sup>(10)</sup> (Fig.20)

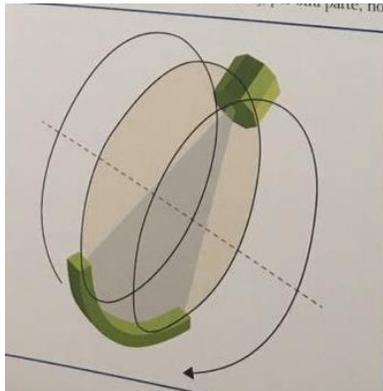


Figura 20. Diagrama de un haz en abanico. <sup>(10)</sup>

La rotación de la dupla fuente – receptor alrededor del objeto examinado , detectara los datos brutos respecto a la porción plana del objeto con el fin de escanear un volumen con estos sistemas, será necesario desplazar al paciente a lo largo del eje de rotación y realizar múltiples rotaciones, la combinación de la rotación y el movimiento dará el escaneo de espiral del paciente a través del haz, estos sistemas están configurados para escanear un volumen grande, ya que el tamaño a lo largo de la dirección de traslación se obtiene por el aumento de la traslación misma. <sup>(10)</sup>

En los sistemas de tomografía computarizada de haz cónico existe un generador que envía un haz no colimado, pero en el haz cónico, se abre el ángulo dado en todas las direcciones del espacio a lo largo del eje central.



Como receptor estos sistemas emplean en panel rectangular fabricado según la matriz bidimensional habitual de los pixeles, en este caso debido a la forma cónica se pueden obtener los datos brutos con una sola rotación del generador – receptor, estos sistemas son más pequeños y simples a comparación de la TC. <sup>(10)</sup> este sistema es utilizado en el CONE BEAM el cual se abordará con mayor detalle más adelante. (Fig.21)

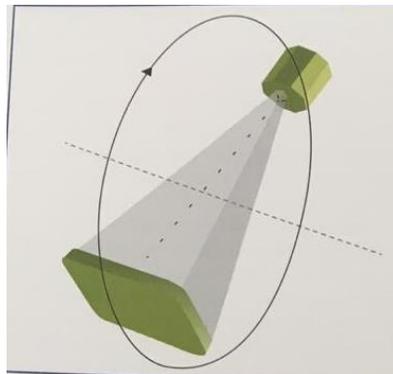


Figura 21. Diagrama de un haz cónico (TCHC). <sup>(10)</sup>

Como se ha mencionado antes la información recibida por el receptor digital se denomina información en bruto, en el caso de la tomografía computarizada de haz cónico, se le denominan las imágenes de DICOM a las imágenes axiales bidimensionales “apiladas” para formar imágenes tridimensionales. <sup>(1)</sup>

Las imágenes de DICOM son importadas en el software lo que permite que el odontólogo vea el campo visual en tres dimensiones, una vez que las imágenes de DICOM son importadas al software de visión, los datos se ven en tres planos:

1. El plano axial: Es un plano horizontal el cual divide al cuerpo los lados superior e inferior. <sup>(1)</sup> (Fig.22, 23)

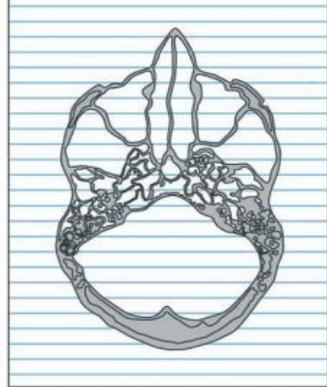


Figura 22. Plano Axial <sup>9</sup>



Figura 23. Plano Axial  
<https://www.imaios.com/es/e-Anatomy/Cabeza-y-cuello/Cabeza-TC>

2. El plano coronal: Es el plano vertical que corre perpendicular al suelo y divide el cuerpo en dos lados anterior y posterior.<sup>(1)</sup> (Fig.24 – 25 )



Figura 24.Plano coronal <sup>(14)</sup>

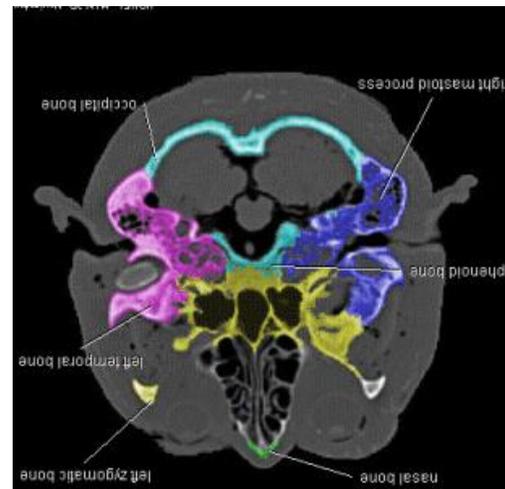


Figura 25. Plano coronal

<http://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/alumnos/PUBLIC.1999-2006-%20Alumnos%20P.F.I/%28TAC%29%20ANGERAMI-CARLOS.pdf>

3. El plano sagital: Es un plano vertical, es perpendicular al suelo y lo divide el cuerpo en lados derecho e izquierdo. <sup>(1)</sup> (Fig.26-27)

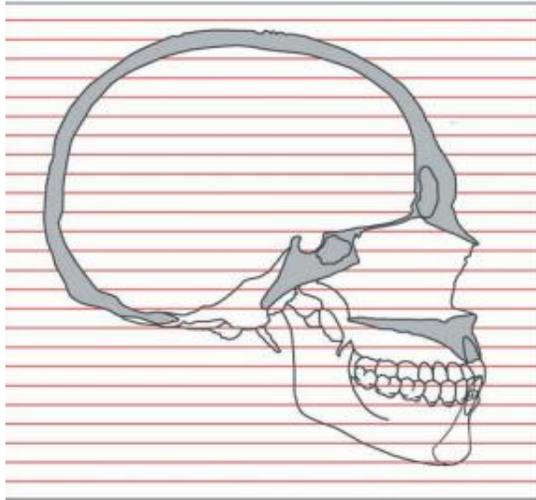


Figura 3D. Plano sagital obtenido sobre el volumen de datos.

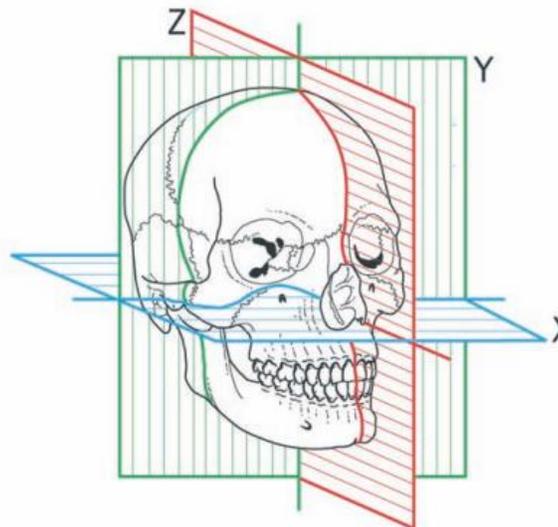
Figura 26. Plano coronal. (14)



Figura 27 .Plano coronal.

<https://www.imaios.com/es/e-Anatomy/Cabeza-y-cuello/Cabeza-TC>

Al verse las imágenes juntas axial, coronal y sagital se refiere a imágenes multiplanares reconstruidas. (Fig.28)



En la tomografía computarizada las técnicas de reconstrucción de imagen que se disponen son:

Figura 28. Plano sagital, coronal y axial. (14)



## 1. Representación en superficie

Es la primera técnica de representación tridimensional que se utiliza y consigue superficies aparentes en el interior del volumen definiendo límites, un ejemplo es la superficie de hueso cortical, el resultado son objetos tridimensionales opacos los cuales no permiten ver su interior, que son representados como iluminados por una fuente de luz que se puede modificar en intensidad y localización. La superficie del objeto queda representada con un sombreado que queda definido por la localización de los vóxeles que la constituyen, (por ejemplo, entre +40 UH y 90 UH para la piel y entre +800 UH y +1000 UH para el hueso) de manera que el ordenador solo incluiría los vóxeles que estén dentro de este rango e ignora el resto. <sup>(14)</sup> (Fig.29, 30)

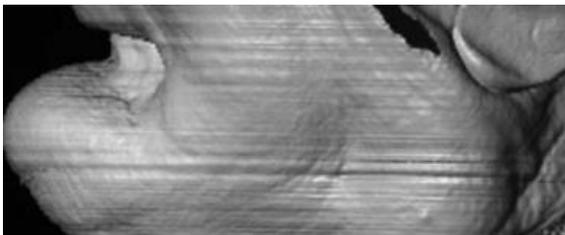


Figura 29. Representación en superficie de la piel de una paciente desdentada. <sup>(14)</sup>

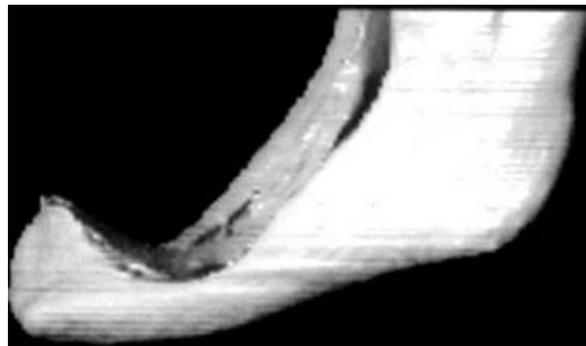


Figura 30. Representación en superficie del hueso mandibular de la misma paciente. <sup>(14)</sup>

Esta técnica la desventaja que tiene es que desaprovechan muchos datos y solo utiliza un 10% de la información disponible, como ventaja es que se puede girar la imagen y verla desde diversas perspectivas. <sup>(14)</sup>



Permite una valoración volumétrica global de una estructura concreta ignorando los tejidos que lo rodean, este programa suele utilizarse en las guías quirúrgicas para determinar la posición y la orientación para la colocación de implantes. <sup>(14)</sup> (Fig.31)



Figura.31 Representación en superficie. <sup>(14)</sup>

## 2. Representación volumétrica

Valora los datos por volumen, se asignan diferentes valores de opacidad en función a los rangos de atenuación lo que permitirá observar los tejidos en diversas capas o superposiciones obteniendo imágenes muy realistas. <sup>(14)</sup> (Fig.32)

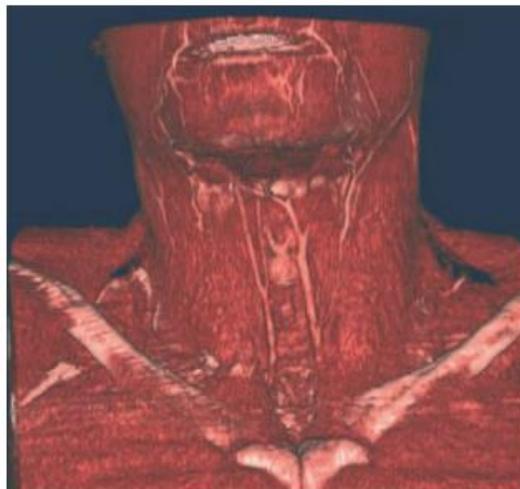


Figura 32. Imagen de representación volumétrica cervical y mandibular de TC con contraste mostrando la contribución de todos los tejidos mandibulares y cervicales. Nótese que gracias al contraste intravenoso se marcan los vasos superficiales. <sup>(14)</sup>



### 3. Proyección de máxima intensidad (MIP)

Esta herramienta permite ver estructuras anatómicas concretas dentro del volumen de datos, para ello desde una perspectiva fija, evalúa cada vóxel a través del volumen, esto genera imágenes transparentes que permite observar en el interior de las estructuras. <sup>(14)</sup> (Fig.33)



Figura 33. Imágenes del tórax, la imagen proyección de máxima intensidad. (MIP) <sup>(6)</sup>

### 4. Reconstrucción multiplanar. (MPR)

- Se utiliza para realizar cortes de varios planos, esta técnica es conocida como reformado o reconstrucción multiplanar. <sup>(14)</sup>

(Figura 34)

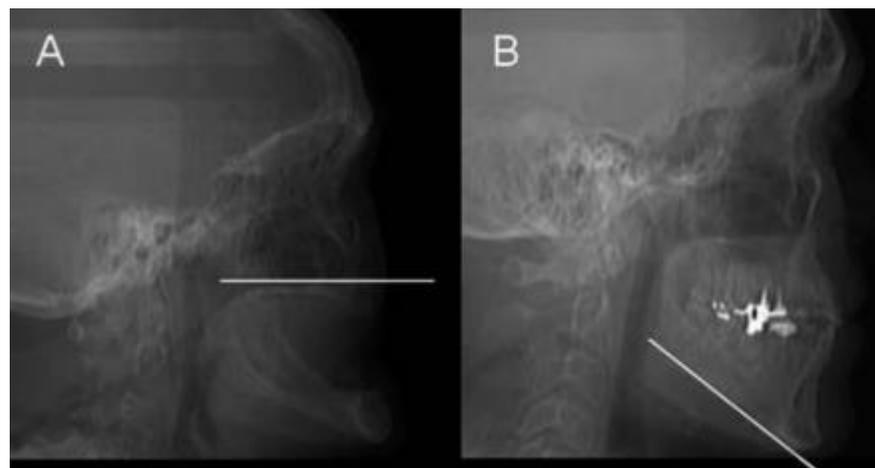


Figura 34. Imagen lateral de cráneo que se utiliza como localizador. La línea marca el paladar duro como plano de referencia (A) para la reconstrucción de imágenes en maxilar superior y (B) la rama mandibular utilizada para las reconstrucciones mandíbula. <sup>(6)</sup>



Lo que se realizan son cortes sagitales de la cabeza completa, esta imagen lateral de la cabeza servirá para posicionar el plano de referencia una línea que construirá la base de la estructura de interés, tras eliminar el resto de vóxeles, puede ver la posición del maxilar desde arriba y analizar si se corta de forma sagital, obteniendo secciones sagitales oblicuas de la mandíbula que permite ver la posición buco – lingual del conducto del nervio alveolo- dentario inferior y su altura respecto a su cortical.

También se pueden realizar cortes longitudinales paralelos, consiguiendo reconstrucciones pseudo ortopantomografías que permite ver el recorrido del canal del nervio alveolo – dentario inferior dentro de la mandíbula.

Además, se utiliza un Software especial llamado Mimics, es el sistema interactivo de imágenes médicas de materiales, es un software para visualizar y segmentar las imágenes médicas tales como la TAC y crear objetos en 3D, este software viene con dos ediciones: Investigación y médica.<sup>(15)</sup>

La edición medica es la única que puede ser utilizada como dispositivo médico dentro de los limites descritos en las condiciones de uso de tales ediciones, está diseñado para ser utilizado como un sistema interfaz de software y de segmentación de imágenes para la transferencia de información de dichas imágenes desde scanner de CT o de Resonancia Magnética hasta un archivo de salida. Igualmente es utilizado como software pre-operatorio para simular/evaluar las opciones de tratamiento quirúrgico. Mimics no está diseñado para usarse con imágenes mamográficas.<sup>(15)</sup>



### 2.1.3 Aplicaciones

Principalmente el uso de la tomografía fue realizado para uso médico, cuenta con una variedad de usos como en oncología, radiología, cardiología, traumatología o en radiología intervencionista y urología.

En el caso de la TC cardiaca es basada en la reconstrucción de la imagen de un electrocardiograma y la sección de la fase de menor movimiento cardiaco.

(Fig.35)

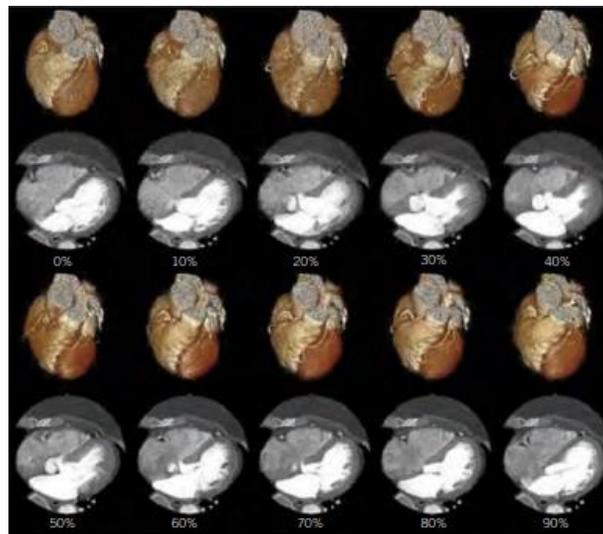


Figura 35. Reconstrucciones del corazón en diferentes fases cardíacas. Se aprecia la diferente borrosidad de las arterias coronarias. La fase cardíaca para la que se obtiene la imagen más nítida en la imagen es la correspondiente al 70% del intervalo RR de la curva del ECG. <sup>(16)</sup>

La tomografía computarizada se utiliza en el diagnóstico y en los estudios de seguimiento de los pacientes, en la planificación de tratamientos de radioterapia, e incluso para el cribado de subpoblaciones asintomáticas con factores de riesgo específicos. <sup>(16)</sup>

En el caso de la medicina para obtener un diagnóstico certero se utilizan medios de contraste, los cuales son sustancias que se inyecta para tener una



mejor visualización, debido a que el contraste original sangre – tejido blando en las imágenes es muy pequeño, por lo cual la luz de los vasos sanguíneos se observa después de la administración intravenosa de un medio de contraste, por ejemplo, el yodo. <sup>(16)</sup>

Los medios de contraste son fármacos con densidad parecida a las estructuras óseas y a los metales que atenúan las imágenes radiográficas debido a que absorben la radiación ionizante y permiten la comparación diferenciada de los órganos, de acuerdo con su densidad. <sup>(16, 17)</sup>

Según sus propiedades fisicoquímicas, los medios de contraste se clasifican en positivos y negativos, los primeros absorben mayor cantidad de rayos que los tejidos blandos y permiten una mayor definición del órgano explorado.

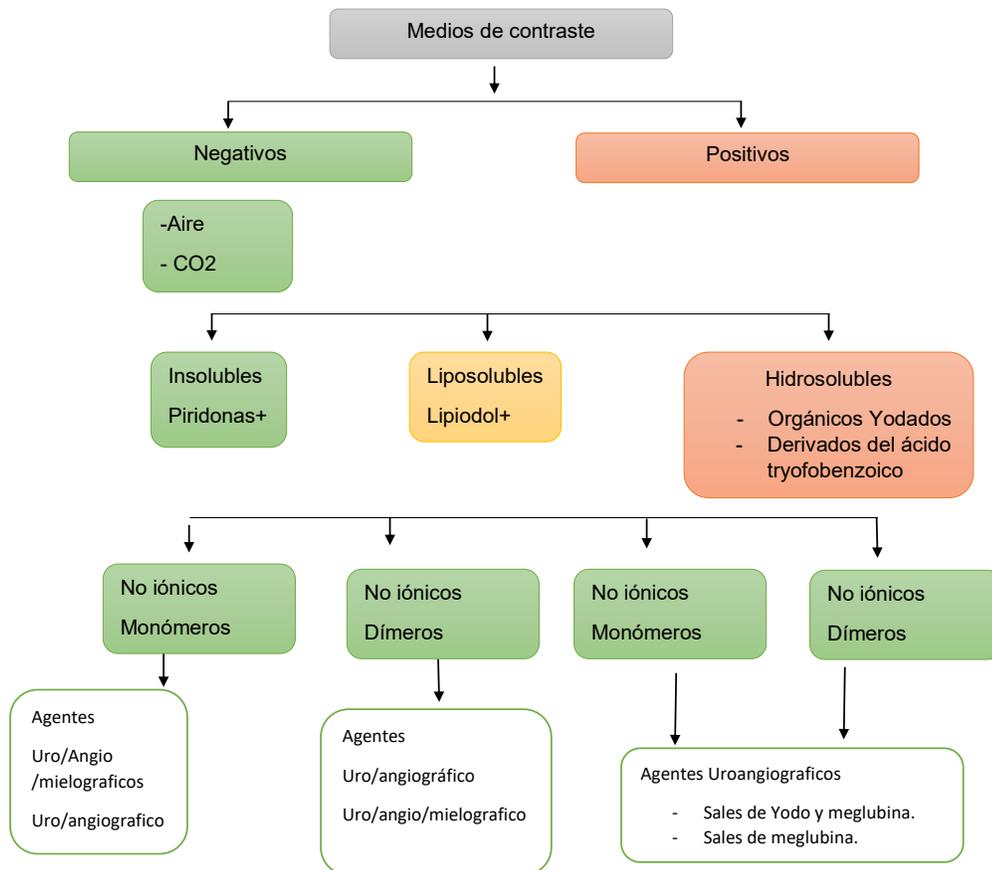
Los contrastes negativos absorben menos rayos que los tejidos cercanos y mejoran el contraste de imagen. <sup>(16, 17)</sup>

Los medios de contrastes negativos comprenden gases como el aire y el CO<sub>2</sub>, mientras los positivos incluyen al Sulfato de Bario y los medios de contraste lodados, subdividiéndose en tres grupos. <sup>(17) (18)</sup>

- a. Medios de contraste liposolubles
- b. MC liposolubles en agua, no se utiliza actualmente.
- c. Derivados del ácido triyodobenzoico
  - MC Iónicos monómeros.
  - MC iónicos dímeros.
  - MC No iónicos monómeros.
  - MC no iónicos dímeros.



A continuación, se muestra un diagrama de los medios de contraste.



Lopamidol  
Lohexol  
Loversol  
Lopromida  
Lobirtridol  
Lopentol  
Lomeprol  
Loaxilan

Vías de administración

- Intravenosa
- Intra-arterial
- Intramuscular
- Intratecal
- Intraperitoneal
- Intra- articular

espacio

Vías de eliminación

- Renal
- Hepática
- Otras



Antes de realizar algunos estudios de abdomen se administra por vía oral una solución diluida de yodo para mejorar el contraste en el tracto gastrointestinal.

La angiografía coronaria TC y la angiografía pulmonar son ejemplos de realce de contraste. <sup>(16)</sup> (Fig.36)

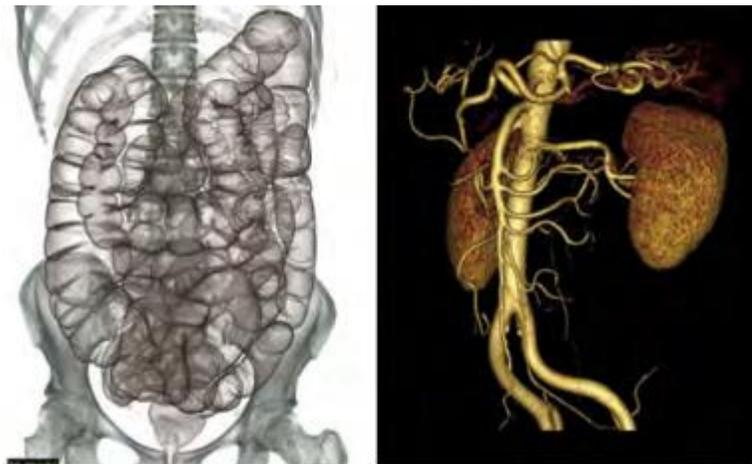


Figura 36. En la colonografía TC se introduce gas a través del recto para mejorar el contraste entre el colon y los tejidos circundantes (izquierda). En angiografía TC se administra contraste yodado por vía intravenosa para mejorar el contraste entre la luz y la pared del vaso (derecha). <sup>(16)</sup>

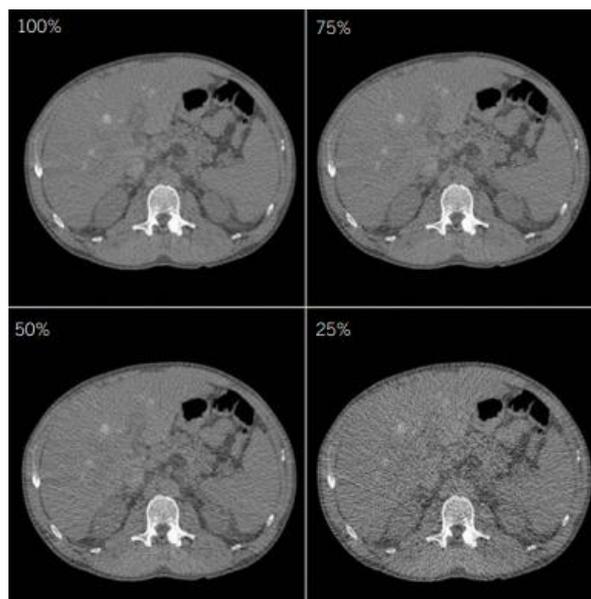


Figura 37. TC de hígado con contraste. La imagen del 100% se obtuvo en la adquisición clínica real. <sup>(16)</sup>



Existen algunos estudios que proporcionan seguimiento de la evolución temporal de un proceso dinámico en un volumen de interés, en ellas se visualiza el movimiento de las articulaciones o en captación de contraste en ciertos órganos, Con las imágenes de la evolución temporal del realce de contraste vascular del cerebro se puede hacer un seguimiento del realce arterial y venoso. <sup>(16)</sup> (Fig.38)

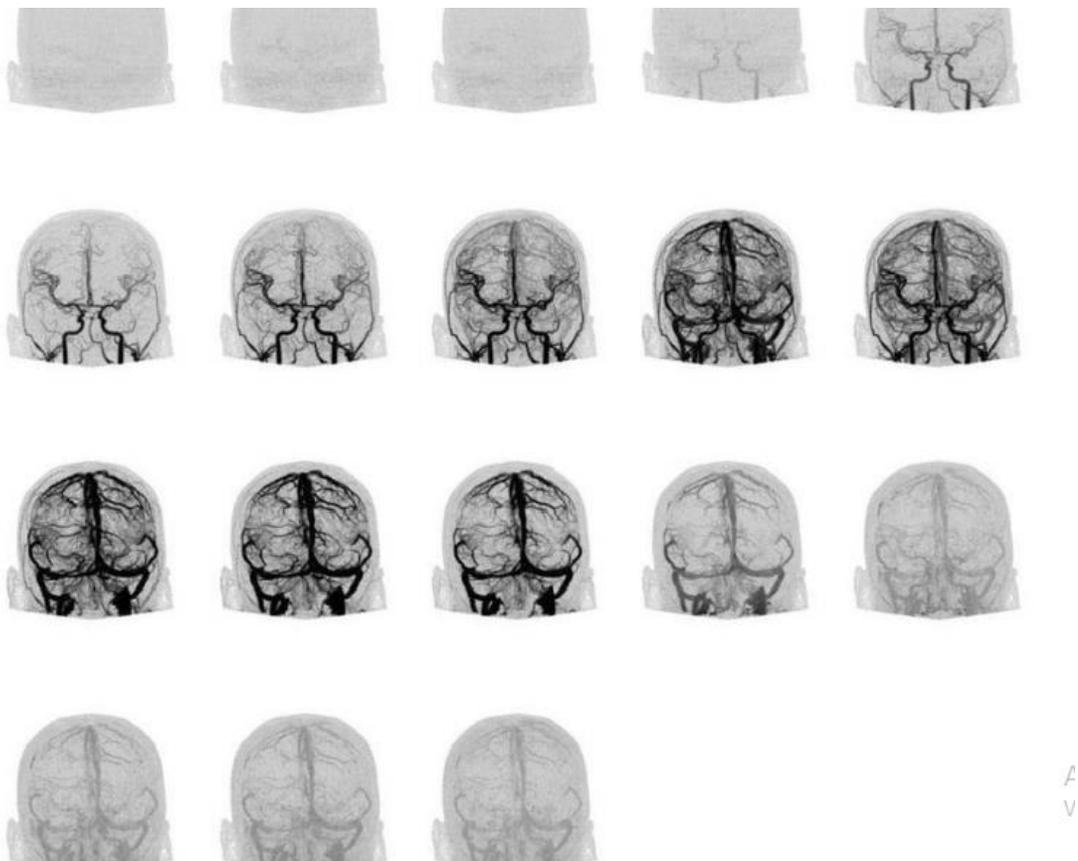


Figura 38 .Estudio de angio-TC dinámica con un escáner de tomografía volumétrica que cubre todo el cerebro (Aquilion ONE, Toshiba). <sup>(16)</sup>



#### 2.1.4.1 Tomografía computarizada CONE BEAM

Actualmente en odontología se utilizan proyecciones de imagen que se enfocan únicamente en el complejo maxilofacial, denominado CONE BEAM o CBCT debido a la utilización de un haz de rayos cónicos para adquirir la información tridimensional. <sup>(1)</sup>

Este tipo de sistema es una técnica de imagenología moderna que permite capturar y analizar la anatomía ósea o patología en tres dimensiones, haciendo imágenes multi-planos. <sup>(3)</sup>

En la CBCT el área de interés en la anatomía del paciente se denomina campo visual debido a que en una sola vista la fuente de radiación y el sensor digital gira alrededor del paciente y adquieren múltiples imágenes de este, existen diversos tamaños según el fabricante para los diversos propósitos de diagnóstico. <sup>(13)</sup>

Para podernos adentrar al sistema CONE BEAM en odontología, es preciso mencionar que dicho sistema tiene propiedades diferentes a las de la tomografía computarizada, como:

1. La tomografía computarizada de haz cónico utiliza menos radiación debido a que se apoya en un intensificador de imagen. <sup>(3)</sup>
2. La tomografía computarizada de haz cónico obtiene más imágenes en una sola escaneada a diferencia de los equipos tradicionales que toman sus imágenes en varias direcciones. <sup>(3)</sup>
3. Proporciona excelentes contrastes entre los tejidos blandos, elimina imágenes borrosas y sobre imágenes de estructuras adyacentes.
4. Proporciona una toma radiográfica de mayor ancho, lo cual tiene como ventaja proporcionar mejor información sobre estructuras anatómicas



como senos maxilares, articulación temporomandibular y anatomía de vías aéreas. <sup>(3)</sup>

5. En la tomografía computarizada de haz cónico encontraron más hallazgos incidentales (son hallazgos que no están relacionados con la razón causa de haber hecho la tomografía computarizada de haz cónica).<sup>(3)</sup>
6. En la tomografía tradicional se utiliza un rayo en forma de abanico que viaja 360° alrededor del paciente y en cambio la tomografía computarizada de haz cónico utiliza un rayo cónico con un intensificador especial de imágenes y un sensor de silicón especial.<sup>(3)</sup> (Fig.39)

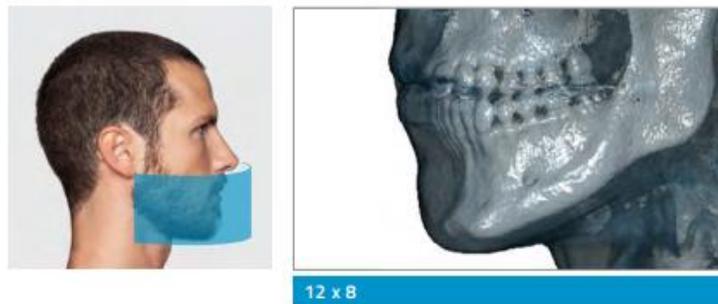


Figura 39. Campo de visión.

[vgievo\\_v3\\_2018-spm.pdf](#)

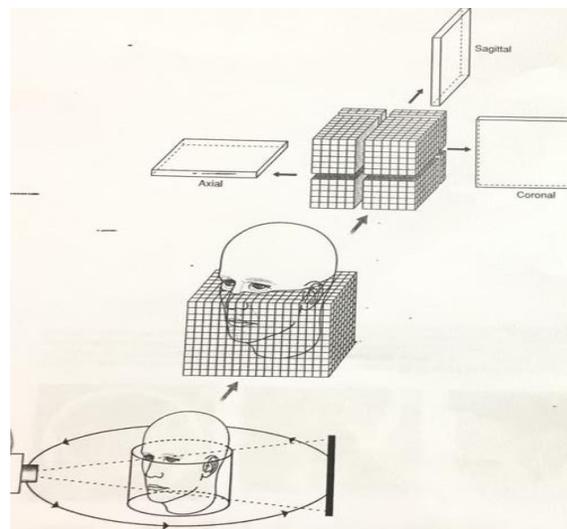
7. En la tomografía tradicional la fuente de los rayos X es un generador anodal rotatorio y en cambio en la tomografía computarizada de haz cónico el tubo anodal utilizado es de baja energía y es similar al que se utiliza en los equipos panorámicos. <sup>(3)</sup>
8. La tomografía tradicional les toma a los pacientes las radiografías en planos axiales los cuales son capturados de un movimiento continuo en espiral sobre el plano axial, la tomografía computarizada de haz cónico



utiliza movimiento rotacional sobre el paciente como en las radiografías panorámicas. Las imágenes pueden ser tomadas para una serie completa de sistema estomatognático o solo para una porción de este.<sup>(3)</sup>

Cabe mencionar que la tomografía computarizada de haz cónico tiene como principio el mismo que la tomografía computarizada, la reconstrucción multiplanar de imágenes, claramente ya se ha explicado que se parte de una imagen bidimensional que al escanearse recopila la información en vóxels, a este proceso se le denomina reconstrucción primaria, posteriormente las imágenes sagital, coronal y axial aparecen en el monitor de la computadora, así mismo es posible construir imágenes transversales denominadas transaxiales de cualquier porción del maxilar o mandíbula, este equipo suele tener un haz pulsado de kilovoltio alto entre 90 – 110 para minimizar la absorción de tejido blando.<sup>(1)</sup>

A diferencia de la TC, en la CBTC la proyección de los rayos X es ortogonal lo cual quiere decir que los rayos X están paralelos los unos a los otros. Cualquier problema que exista es manejado por el Software o programa de la computadora, esto hace que las imágenes obtengan una relación 1:1.<sup>(3) (20)</sup>  
(Fig.40)





## 2.1.4 CONE BEAM

La utilización de una imagen tridimensional tiene varios propósitos en odontología, debido a que las imágenes bidimensionales como las radiografías de aleta mordible y las radiografías periapicales solo se centran en los dientes específicos en los arcos dentales, en el caso de la CBCT el área de interés es la anatomía del paciente, a esto se le denomina campo visual. <sup>(1)</sup>

Para la toma de la CBTC, el protocolo a seguir es el siguiente:

1. Se pide al paciente la remoción de cualquier metal que se encuentre en el área que se tomara la radiografía. <sup>(3)</sup>
2. El escaneo de la maquina dura de 10 a 70 segundos. <sup>(3)</sup>



Figura 41. Toma de Tomografía de haz cónico.

<http://www.sirona.fr/fr/actualites/presse-nouveauts-detail/5079/>



- 
3. Se podrá imprimir las imágenes tomadas o podrá quemar el disco con las imágenes, esta segunda opción tiene ventajas como desventajas. <sup>(3)</sup>
    - Una de las ventajas es la información que se tiene del paciente. <sup>(3)</sup>
    - Se deberá comprar el programa o software para manipular las imágenes. <sup>(3)</sup>
    - Se tiene que entrenar al personal para realizar este trabajo. <sup>(3)</sup>

La resolución de contraste se refiere al número de escala de grises disponibles, y la resolución espacial es la medida en milímetros del tamaño de los pixeles en las imágenes multiplanares reconstruidas. La resolución espacial se refiere también a la medición de los pixeles tridimensionales que en este caso se denominan voxels. <sup>(22)</sup>

Una de las múltiples ventajas de utilizar la CONE BEAM son:

1. Baja dosis de radiación: En comparación con los procedimientos de TC, la proyección de imagen con haz de cono implica una menor dosis de radiación, estudios han demostrado que la CBCT es similar a las dosis administradas de entre 3 y 4 series de radiografías intraorales de boca completa. <sup>(1)</sup>
2. Escaneo en tiempo breve: el procedimiento puede tardar entre 8 y 10 segundos, esto evita que el paciente se mueva. <sup>(1)</sup>



3. Imágenes anatómicamente precisas: La CBTC elimina la superposición de estructuras, no se produce ampliación de las mediciones, por lo consecuente tiene una relación 1:1. <sup>(1)</sup>
4. Capacidad de guardar imágenes y fácil transporte. Pueden ser guardadas en forma digital de un jpg. y verlas en línea colocándolas en un disco, las imágenes también se pueden ser enviadas por correo electrónico. <sup>(1)</sup>

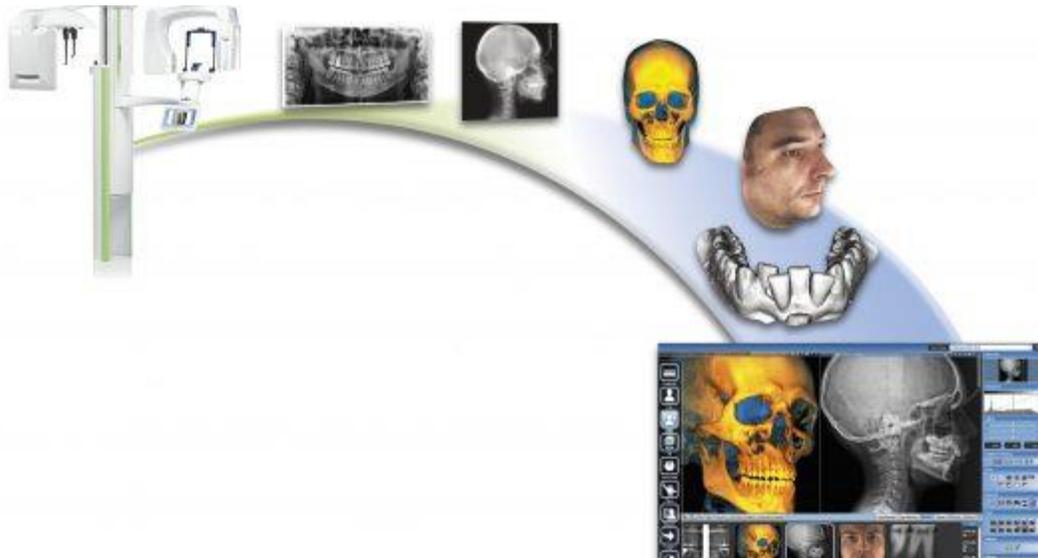


Figura 42 .Proceso de cone beam.

<http://www.conebeam.cl/ventajas-de-la-tomografia-computada-cone-beam/>

Así como existen ventajas claro está que existen desventajas las cuales son:

1. Movimiento del paciente y los artefactos, cabe mencionar que esto no es exclusivo de la técnica de CBTC ya que el paciente en cualquier tipo de toma de radiografías puede moverse, la radiación puede detenerse y puede no alcanzar el receptor cuando se interactúa con una corona de metal, un puente o incluso una restauración metálica. <sup>(1)</sup>



2. FOV: Tamaño de campo de visión, si el campo de visión es pequeño se puede perder el resultado de la visualización de otras patologías en regiones del complejo buco- maxilofacial. <sup>(1)</sup>



Figura 43. Esquema de los diversos campos de visión <sup>(1)</sup>

3. Costo del equipo, necesidad de aprender un nuevo idioma informático, las máquinas de CBTC oscilan entre 150 000 y 300 000. <sup>(1)</sup>
4. Falta de entrenamiento en la interpretación de los datos de imagen en zonas fuera del maxilar y mandíbula. <sup>(1)</sup>

Para la utilización de la tomografía computarizada de haz cónico en las diversas áreas odontológicas, existe un software especializado: OnDeman3D®, este software permite el almacenamiento de datos DICOM.



Una de las múltiples ventajas de este Software es la velocidad y que es compatible con casi todas las computadoras. <sup>(20)</sup>

DICOM es el formato medico universal, el colegio americano de radiología, La asociación nacional de fabricantes eléctricos ha establecido la estandarización internacional. Actualmente DICOM 3.0 es pública y consolidada como un formato estándar para archivos de imágenes médicas y la conexión de redes entre equipos. <sup>(20)</sup> (Tabla 2)

Módulo	Las funciones	App	Dental
DBM	Gestión DICOM, búsqueda de datos, grabadora de CD / DVD / USB, importación / exportación desde el servidor, integración del servidor PACS	si	si
Reporte	'Capture' desde cualquier módulo y haga un informe rápido y simple; Exportar como archivo HTML	si	si
Informe X	Para una opción más avanzada: diseñe plantillas de informes personalizados para aumentar la eficiencia	si	si
Dynamic Lightbox	Vista de corte, vista de corte oblicuo, zoom 3D, endoscopia virtual, etc.	si	No
Reformateo de volumen dental	Planificación de implantes, vistas panorámicas, verificación de implantes, vista TMJ, vista de oclusión, etc.	si	No
Dental	Planificación de implantes, análisis de ATM, zoom 3D, trazado de nervios	No	si

Tabla 2. Módulos y funciones del software OnDeman3D.® <sup>(20)</sup>

Este visor ofrece diversos módulos, los cuales están diseñados para uso específico, Ondemand 3D ofrece organizar imágenes médicas y herramientas en 2D y 3D.



---

Ofrece vistas de MPR (Multi-Planar Reformat), panorámica, transversal, y de la de ATM (los desórdenes temporomandibulares) y funciones para diagnosticar inmediata y precisamente. <sup>(21)</sup>

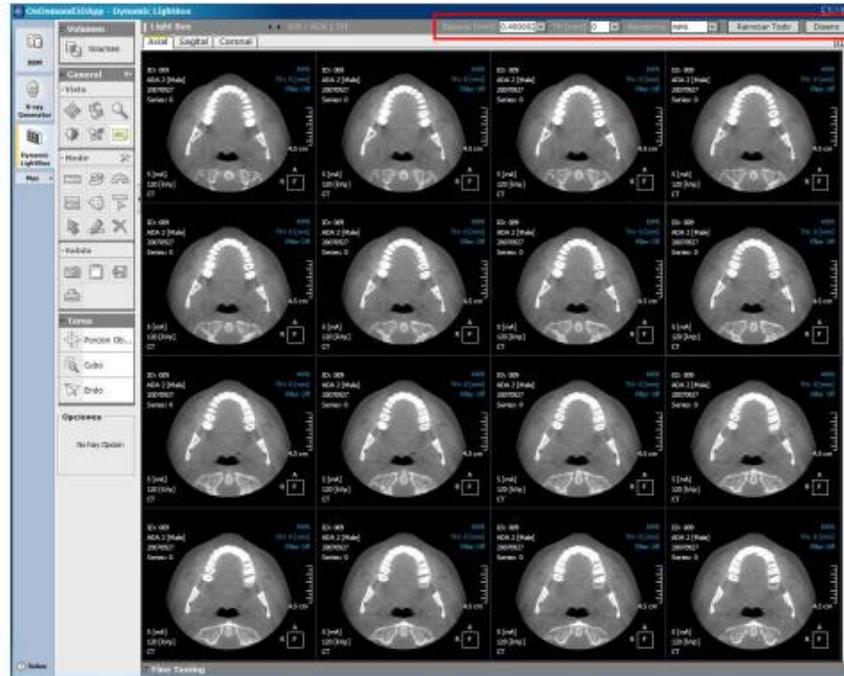
Los módulos son:

1. DBM (Database Manager) Administrador de base de datos.

El módulo DBM maneja datos de DICOM. (Digital Imaging and Communication in Medicine) <sup>(21)</sup>

Puede almacenar y manejar datos en el servidor y también en el disco local. DBM es capaz de escribir los archivos DICOM en CD/DVD. Puede almacenar imágenes DICOM en CD/DVD con el visor CD DICOM. <sup>(21)</sup>

2. DLB (Dynamic LightBox) Dynamic Light Box o caja de luz dinámica, es un rápido visor de imágenes que permite navegar por imágenes volumétricas en 3D. Este módulo ofrece una visión axial, sagital, coronal y proporciona la función del espesor oblicua y representación zoom 3D de un espacio cúbico. <sup>(21)</sup> (Fig.44)



<b>Espaciar</b>	Ajusta el intervalo de imágenes en mm
<b>Grosor</b>	Ajusta el grosor de la imagen
<b>Reproducción</b>	Cambia MPR a MIP, minIP, o VR
<b>Reiniciar todo</b>	Reinicia el panel MPR y ajusta valores
<b>Diseño</b>	Cambia el diseño del panel de imagen

Figura 44. Visión axial, con diversos espesores de la imagen, en el módulo DLB. (21)

3. DVR (Dental Volume Reformat) o reformateo de volumen dental. DVR es el módulo principal para OnDemand3D App que proporciona el formato de las imágenes 3D tales como axial, panorámico, transversales, TMJ y etc. El módulo DVR también tiene la vista de la imagen del volumen 3D, las imágenes del grueso y rendering de MIP. Con estos varios formatos de la vista, se puede simular el planeamiento del implante.(Fig.45)

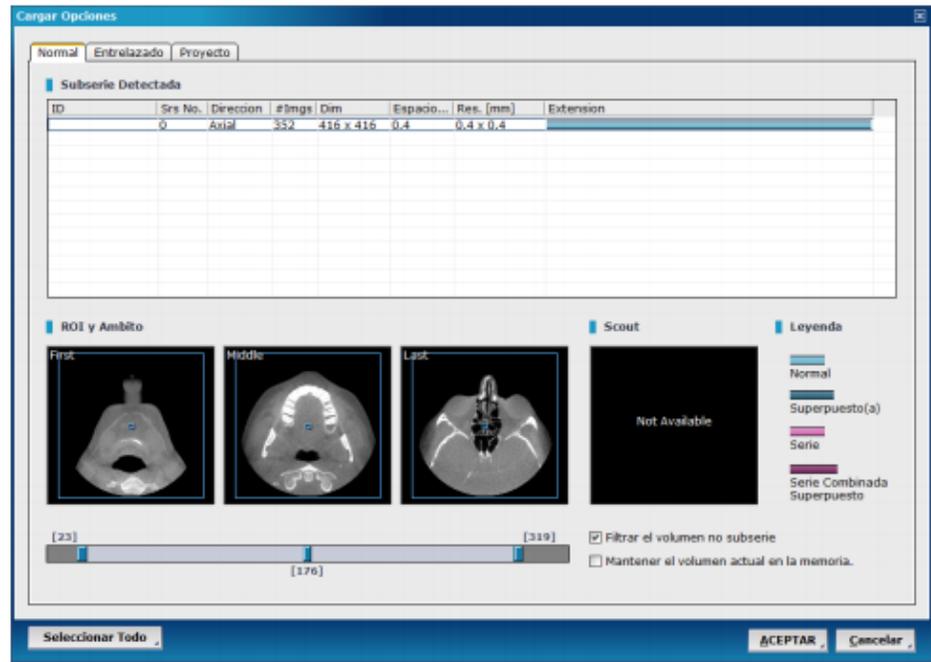


Figura 45. Visión axial, sagital, coronal del módulo DVR. (21)

Imágenes Panorámicas, Transversales, de TMJ, y de oclusión Ortodóncico pueden reconstruirse. Además, puede marcar la ubicación de canal mandibular y usar varias herramientas de análisis.

#### 4. Planear implante (opcional)

Planear Implante es una función adicional para el módulo DVR. Esta función ofrece una biblioteca de los implantes del anuncio, simulaciones de la colocación del implante, análisis de la estructura del hueso y la localización del canal de la mandíbula. Esta función hace que sea posible la planificación del pre-quirúrgico con mayor nivel de precisión. 3D (opcional) El módulo 3D proporciona una técnica innovadora de visualización 3D, segmentación, y funciones



del análisis para las imágenes de DICOM. Este módulo tiene varios modos de rendering como VR (Volumen Rendering), MIP / MinIP, y más. Su única función de zoom 3D permite a los usuarios visualizar pequeñas estructuras anatómicas con un alto grado de precisión y calidad. (21) (Fig.46)

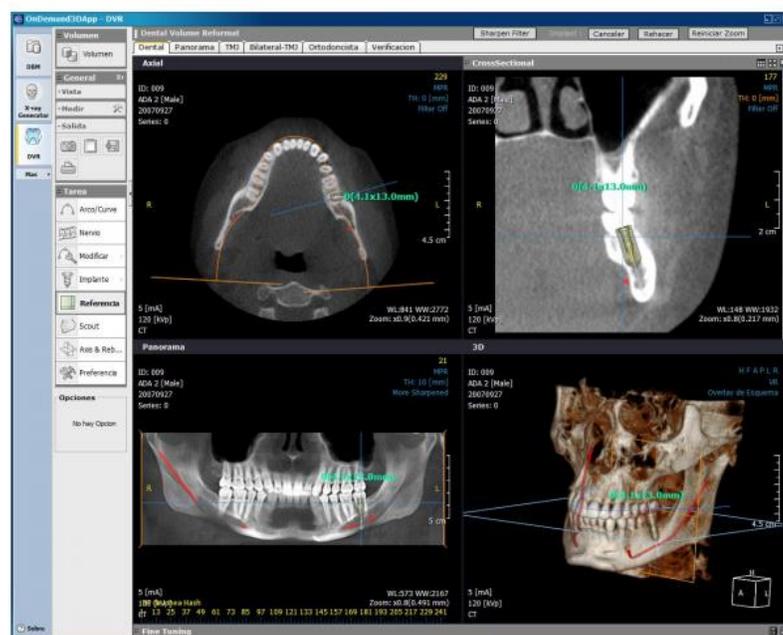


Figura 46. Colocación de implante. (21)

En periodoncia existe un software de computadora especializado en la materia:

- Blue Sky Plan<sup>®</sup> es un software de computadora para ver y reformatear imágenes creadas por tomografía computarizada y puede usarse para la planificación virtual del tratamiento de implantes y la fabricación de guías quirúrgicas. (22)



#### 2.1.4.1 Aplicaciones de la CONE BEAM en las diferentes especialidades odontológicas.

Entre las indicaciones tenemos que es el único método que permite valorar adecuadamente el hueso y no provoca distorsiones geométricas.

En las diversas áreas de la odontología la CONE BEAM tiene diversos usos, por ejemplo: <sup>(1)</sup>

En cirugía y patología:

- Investigación de todas las lesiones que afectan los maxilares incluidos quistes, tumores, lesiones de células gigantes y displasias óseas
- Diagnóstico de los senos maxilares
- Valoración de terceros molares inferiores e identificación de la relación con el conducto dentario inferior. (Fig.47)
- Investigación de fracturas mandibulares o del tercio medio del esqueleto facial.

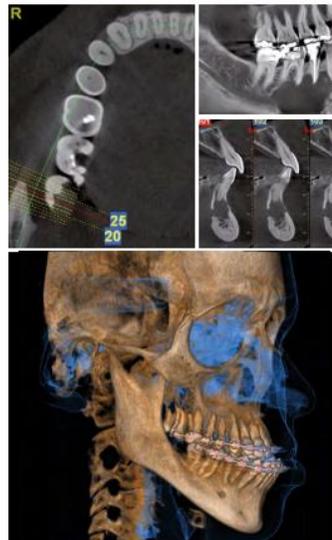


Figura 47. CBTC.  
newtom-vgievo\_v3\_2018-spm.pdf



En odontopediatría y ortopedia:

- Valoración ortodóntica
- Análisis de espacios. (Fig.48)
- Localización de dientes retenidos y odontomas. <sup>(1)</sup>

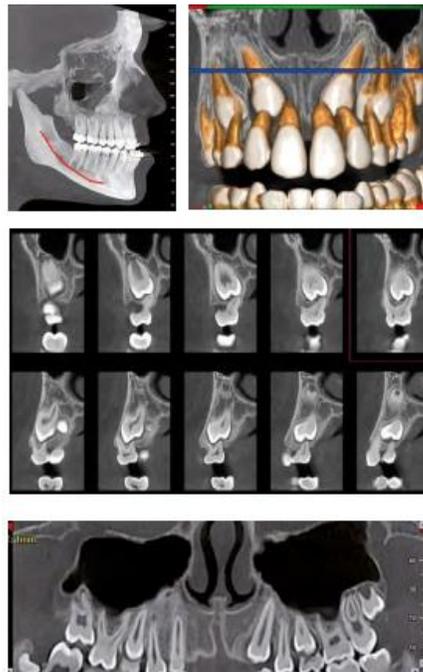


Figura 48. CBTC  
[newtom-vגיעו\\_v3\\_2018-spm.pdf](#)

En endodoncia:

- Evaluación de la obturación de la endodoncia. <sup>(1)</sup>
- Localización de conductos. (Fig.49)

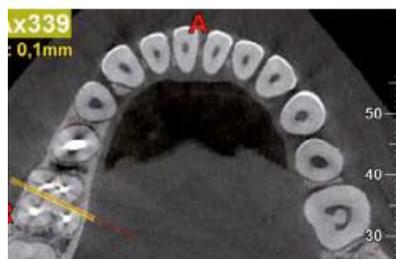


Fig.49 CBTC Localización de conductos.  
[newtom-vגיעו\\_v3\\_2018-spm.pdf](#)



### Valoración de la ATM:

- Si existen desviación.
- Malformación ósea.
- El estado del cóndilo respecto a fosa glenoidea. (Fig.50)

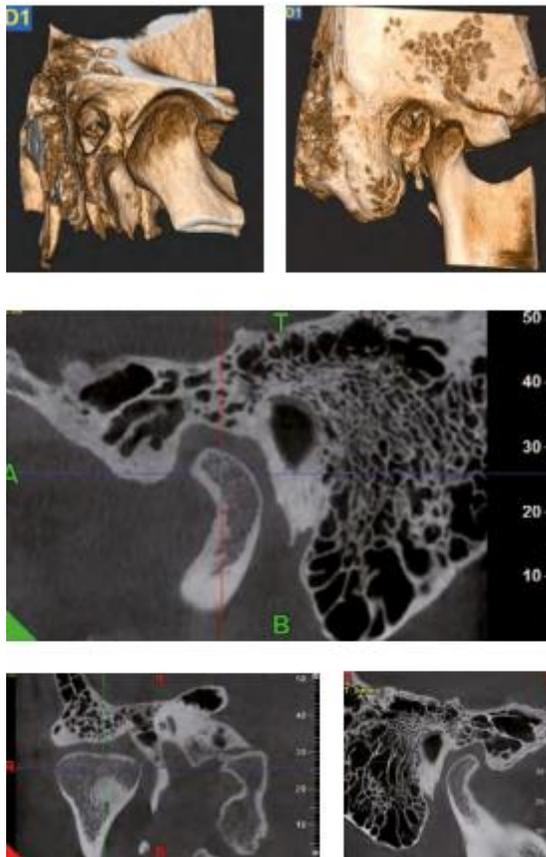


Figura 50. CBTC de articulación temporomandibular.

newtom-vgievo\_v3\_2018-spm.pdf

### Periodoncia

En el área de periodoncia Mohan y col han clasificación los diversos usos de la TCHC, desde el diagnóstico prequirúrgico al seguimiento, para medir los



defectos óseos, hasta la llamada “TCHC de tejido blando” para medir los tejidos blandos del complejo dentogingival.

Estos autores destacan las limitaciones que tienen los estudios en 2D para revisar el estado del hueso en las porciones vestibulares o lingual bucal, según estos autores la tomografía mejora la descripción morfológica y ofrece mejores resultados en cuanto la cuantificación y detección de los defectos óseos. (Fig.51-52) <sup>(10)</sup>



Figura 51 y 52. Abordaje quirúrgico de bolsas anteroposteriores. <sup>(7)</sup>

### 3. Unidades Hounsfield

Se denominan unidades Hounsfield al número asignado a cada píxel en la imagen de una tomografía computarizada, son denominadas unidades Housfield en honor a quien realiza el primer escáner tomográfico.

Frente al rango tradicional con que se describen las diferentes densidades en la radiografía tradicional: aire, grasa, hueso, metal, el procesado mediante ordenador permite discriminar muchos más grados de atenuación. <sup>(14)</sup>



Los valores de atenuación son medidos en una escala denominada de unidades Hounsfield (UH) que se sitúan entre -1000 UH de la densidad aire +1000 UH de la densidad hueso cortical.

Cada rango va constituyendo un nivel diferente de densidad óptica. Esta escala de densidades relativas está basada en aire (-1000), agua (0) y hueso denso. (+1000) <sup>(23)</sup> (Fig.53)

<b>Aire</b>	-1000
<b>Grasa</b>	-100 a -50
<b>Líquido cerebroespinal</b>	15
<b>Sangre</b>	30 a 45
<b>Sustancia Gris</b>	37 a 45
<b>Hígado</b>	40 a 60
<b>Hueso trabecular (esponjoso)</b>	700

Figura 53. Unidades Housfiel. <http://files.bvs.br/upload/S/1983-5183/2016/v27n2/a5438.pdf>

### 3.1 Densidad ósea

La densidad ósea se define por la concentración media de mineral por unidad de área. <sup>(24)</sup>

#### 3.1.2 Misch

En 1988 Misch propone cuatro grupos independientes de densidad ósea en las regiones de maxilar y mandíbula basados en las características macroscópicas del hueso cortical y del trabecular. <sup>(25)</sup> (Tabla 3) (Fig.54)



Densidad ósea	Descripción	Análogo táctil	Localización anatómica típica
D1	Hueso cortical denso	Madera de roble o arce	Mandíbula anterior
D2	Cortical poroso y trabecular grueso	Madera de pino blanco o picea	Mandíbula anterior Mandíbula posterior Maxilar anterior
D3	Cortical poroso (delgado) y trabecular fino	Madera de balsa	Maxilar anterior Maxilar posterior Mandíbula posterior
D4	Trabecular fino	Poliestireno extruido	Maxilar posterior
D5	Hueso no mineralizado inmaduro	—	Injerto óseo en fase temprana de cicatrización (consolidación)

Tabla 3. Esquema de clasificación de las densidades. (25)

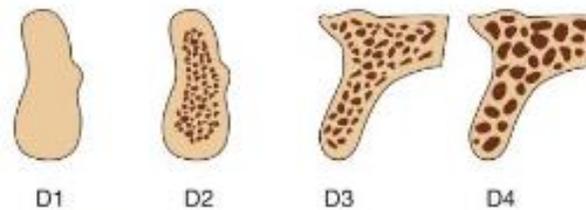


Figura 54. Esquema de clasificación de las densidades óseas Misch. (25)

### 3.1.3 Misch.

Debido a que las radiografías deoalveolares y panorámicas no son muy viables por ser imágenes bidimensionales, cuando se requiere medir la densidad ósea debido a que se enmascaran con las corticales laterales no es un medio confiable. (26)

Es por ello por lo que Misch realiza una escala para medir la densidad ósea.



La densidad ósea según la clasificación de Misch puede evaluarse con imágenes obtenidas de la tomografía computarizada, correlacionándolas con un rango de unidades Hounsfield.<sup>(25)</sup> (Fig.55)

D1:	>1.250 unidades Hounsfield.
D2:	850 a 1.250 unidades Hounsfield.
D3:	350 a 850 unidades Hounsfield.
D4:	150 a 350 unidades Hounsfield.
D5:	<150 unidades Hounsfield.

Figura 55. Determinación de la densidad ósea mediante la tomografía computarizada (Tomado de: Misch. CE. 2008)<sup>(25)</sup>



## Capítulo 3. Proceso alveolar

### 3.1 Definición

El proceso alveolar consta de tablas corticales externas formadas por hueso compacto, hueso esponjoso en la porción central y el hueso que limita a los alveolos dentarios denominado hueso alveolar. <sup>(27)</sup>

- El proceso alveolar consta de: (Fig.56)
- Tablas corticales.
- La pared alveolar interna del hueso compacto delgado.
- Histológicamente se observa una serie de aperturas, a través de las cuales los haces neurovasculares unen al ligamento periodontal con la parte integrante principal del hueso alveolar: hueso trabecular. <sup>(28)</sup>
- Trabéculas esponjosas

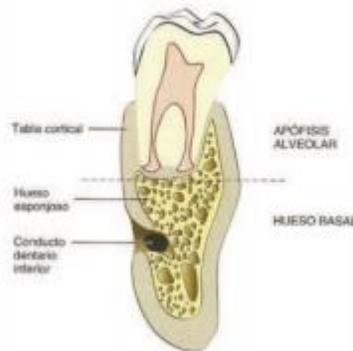


Figura 56. Proceso alveolar. <sup>(28)</sup>

El contorno del hueso del proceso alveolar está festoneado por la prominencia de las raíces que aloja, produciendo depresiones verticales intermedias que convergen hacia el margen.

Se puede dividir en diferentes formas anatómicas, pero claro está, que funciona como una unidad.



---

- Pared del alveolo

Compuesta de hueso denso, laminar, como se ha mencionado antes, se encuentra organizado en los sistemas haversianos y hueso fascicular, este es el término dado al hueso adyacente al ligamento periodontal que contiene fibras de Sharpey, se caracteriza por finas laminas organizadas en capas paralelas a la raíz, con líneas de aposición interpuestas. <sup>(28)</sup>

El hueso fascicular se localiza dentro del hueso alveolar propiamente dicho. Algunas fibras de Sharpey están completamente calcificadas, contienen un núcleo central no calcificado dentro de una capa exterior calcificada. <sup>(28)</sup>

El hueso trabecular del proceso alveolar consta de trabéculas que incorporan espacios medulares de forma irregular revestidos con una capa celular endotelial, existe una variación del patrón trabecular del hueso trabecular, el cual es afectado por fuerzas oclusales, el hueso trabecular se encuentra en los espacios interdientales e interradiculares predominantemente y en cantidades limitadas vestibular o lingualmente. <sup>(28)</sup>

- Tabique interdental

Está compuesto de hueso trabecular, bordeado por placas cribiformes de la pared del alveolo de dientes aproximados y las placas corticales vestibulares y linguales; si el espacio interdental es corto, el tabique interdental consiste en placa cribiforme. <sup>(28)</sup>

Las dimensiones mesio distal y vestibulolingual y la forma del tabique interdental se rigen por el tamaño y la convexidad de las coronas de los dientes aproximados, así como la posición de los dientes en la mandíbula y su grado de erupción. <sup>(28)</sup>



---

- Periostio y endostio

Se le denomina al tejido que cubre la superficie externa del hueso y al que recubre las cavidades óseas internas recibe el nombre de endostio.

El periostio consiste en una capa interna compuesta por osteoblastos rodeada por células osteo progenitoras que tienen el potencial de diferenciarse. <sup>(28)</sup>

- Hueso alveolar

Cuando los osteoblastos comienzan a producir vesículas de la matriz que contienen enzimas como la fosfatasa alcalina, (la cual ayudara a la nucleación de los cristales de hidroxapatita) conforme estos cristales crecen y se desarrollan forman nódulos óseos coalescentes que, con las fibras de colágeno no orientadas, son las estructuras del hueso, tejido. El primer hueso en formarse en el alveolo.

A través de la deposición ósea, remodelado y secreción de fibras de colágeno orientadas en películas, se forma el hueso laminar duro. <sup>(28)</sup>

El hueso alveolar se forma a partir de las células del folículo dental durante la odontogénesis junto con el ligamento periodontal y el cemento radicular presenta perforaciones las cuales sirven para que pasen los vasos sanguíneos linfáticos y fibras nerviosas hacia el ligamento periodontal, la porción del hueso fasciculado y en él se insertan las fibras del ligamento periodontal. <sup>(27)</sup>

Forma parte de los tejidos periodontales y forma la pared ósea de los alveolos la cual sostiene a los dientes. Se inicia a 2 mm de la unión cemento – esmalte y corre a lo largo de la raíz, terminando en el ápice de los dientes. <sup>(27)(28)</sup>



El hueso alveolar está en constante remodelación por que las fuerzas de masticación y los movimientos que son menores y contantes de los dientes lo requieren para realizar su función. <sup>(29)</sup>

El volumen como la forma de la cresta alveolar está totalmente relacionada con la forma del diente, el eje de erupción y eventualmente la inclinación, posteriormente a la remoción del diente se tornará atrófico y el hueso circundante perderá su función y desaparecerá. <sup>(30)</sup>

#### Células óseas

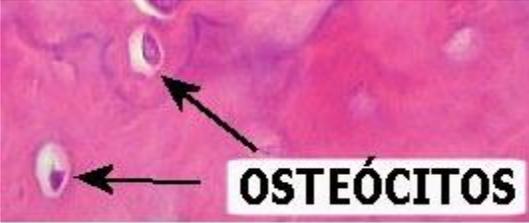
En la composición del hueso alveolar existen diversas células que lo conforman, el origen de estas es la línea mieloide de la medula ósea, llegan como monocitos al ligamento periodontal a través de vasos sanguíneos que penetran dentro de este. <sup>(27)</sup> (Tabla 4)

<b>COMPOSICIÓN DEL HUESO</b>		<b>ALVEOLAR</b>
<b>PARTE ORGANICA DEL HUESO 95 %</b>		Colágena tipo I y II
<b>COMPONENTE NO FIBRILAR 5%</b>	<b>NO</b>	Proteínas no colagenasas y moléculas regulatorias.
<b>POLIPEPTIDOS ACTIVOS</b>		Sialoproteina ósea, Osteopontina, proteoglicanos osteocalcina, proteínas morfogenéticas óseas, decorina, biclicano , fosfoproteínas .

Tabla 4. Componentes del hueso <sup>(28)</sup>



Conformado por osteonas, precursores de los osteoblastos, osteoblastos, células de revestimiento y osteoclastos.<sup>(27)</sup> (Tabla 5)

<p>Osteoblastos (Fig.57)</p>  <p>Figura 57. Osteoclastos <a href="https://www.lascalulas.com/formadoras-de-hueso/">https://www.lascalulas.com/formadoras-de-hueso/</a></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Participan en la formación ósea.</li><li>- Se localizan en el endostio del hueso alveolar.</li><li>- Producen y secretan matriz osteoide: constituida por fibras de colágena y una sustancia principal que contiene proteoglucanos y glicoproteínas.</li><li>- Sintetizan factores de crecimiento y citocinas.</li><li>- Presentan receptores de la paratohormona, hormonas sexuales, glucocorticoides, prostanglandinas y citocinas.</li></ul>
<p>Osteocitos. (Fig.58)</p>  <p>Figura 58. Osteocitos <a href="https://www.lascalulas.com/formadoras-de-">https://www.lascalulas.com/formadoras-de-</a></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Los osteoblastos que quedan en las lagunas se convierten osteocitos.</li><li>- Mantienen niveles uniformes de minerales dentro del hueso.</li></ul>
<p>Osteoclastos (fig.59)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Resorción ósea.</li></ul>

 <p>Figura 59. Osteoclastos <a href="https://www.lascalulas.com/formadoras-de-">https://www.lascalulas.com/formadoras-de-</a></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Localizados en ligamento periodontal y superficie del endostio.</li><li>- Capacidad específica de degradar los componentes orgánicos e inorgánicos del hueso.</li><li>- Liberan una sustancia capaz de formar un medio ácido en el cual las sales minerales del tejido óseo comienzan a disolverse.</li></ul>
--	---

Tabla 5. Células óseas <sup>(39)</sup>

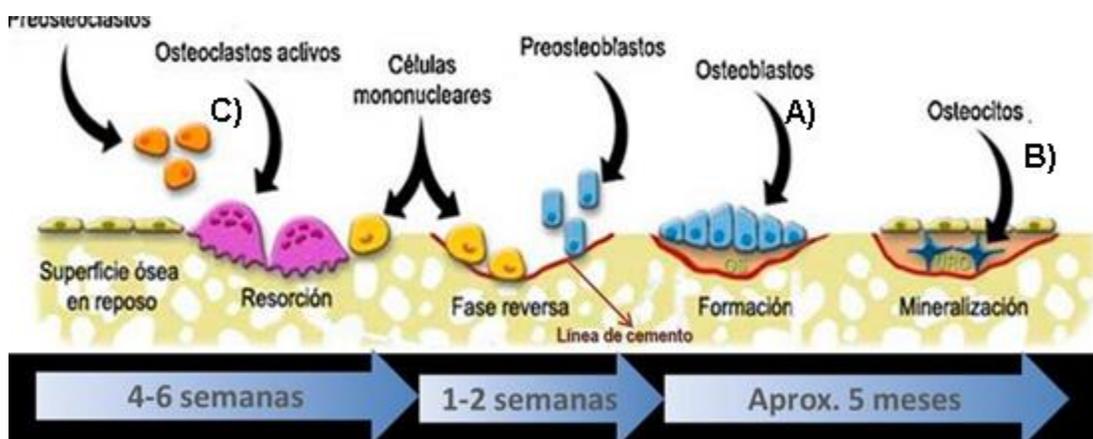


Figura 60. Células óseas <sup>(27)</sup>



## 3.2 Extracción dental

Las extracciones dentales se realizan al tener un mal pronóstico de una o varias piezas dentales, ya sea por enfermedad periodontal, fracaso en el tratamiento de conductos, fracturas o lesiones cariosas a nivel radicular.

Al extraer un órgano dental o varios existen diversos procesos fisiológicos que ocurren en el reborde edéntulo., además cabe mencionar que “la preservación y formación de la apófisis alveolar dependen de la presencia de los dientes”.<sup>(31)</sup>

### 3.2.1 Definición

La extracción dental es un acto quirúrgico en donde se elimina un órgano dentario de su alveolo. <sup>(32)</sup>



Figura 61. Extracción dental

<https://www.youtube.com/watch?v=uAz8xHImEJQ>



### 3.1 Indicaciones

Las indicaciones para realizar una extracción dental son las siguientes: <sup>(33)</sup>

1. Caries que han destruido total o parcialmente la corona dentaria con afectación pulpar.
2. Destrucción del tejido dentario radicular.
3. Enfermedades periodontales avanzadas.
4. Motivos protésicos.

Por motivos relacionados con la prótesis, o de una rehabilitación oral

5. Motivos estéticos, por ejemplo: dientes súper numerarios y ectópicos. que producen alteraciones estéticas y funcionales importantes deben ser extraídos siempre que no se tenga un tratamiento conservador.
6. Motivos ortodónticos.
  - En algunas ocasiones se eliminan dientes permanentes con el fin de ganar espacio en la arcada.
7. Anomalías de la erupción.
  - Dientes super numerarios:
  - Los dientes incluidos en los maxilares deben ser extraídos cuando producen accidentes (inflamatorios, nerviosos, quísticos, tumorales) o para prevenir esto.
8. Dientes temporales persistentes o sobre retenidos.
  - Los dientes temporales pueden ser extraídos cuando la edad del paciente, de acuerdo con la cronología de la erupción dentaria indican su extracción.
9. Motivos socioeconómicos:



- En pacientes que presentan alteraciones de diversos tipos, por motivos socioeconómicos podrá indicarse la exodoncia con la finalidad de eliminar el foco de infección.

#### 10. Tratamientos pre-radioterapia:

- Los pacientes que serán irradiados en la zona cérvico- facial precisan una preparación adecuada para prevenir infecciones, comprende la extracción de piezas dentarias en muy mal estado.

#### 11. Traumatología dentomaxilar:

- Luxación, subluxación, avulsión, en ocasiones se pueden tratar con métodos conservadores, pero cuando está comprometido el callo óseo y se produzca una inadecuada cicatrización la indicación será la extracción.

#### 12. Dientes afectados por tumores o quistes:

- Los dientes suelen ser extraídos al mismo tiempo que el tumor, siempre y cuando no tengan soporte óseo o una excesiva reabsorción radicular.

### 3.4 Cicatrización ósea.

Después de las extracciones dentales ocurre una reducción fisiológica de las apófisis alveolares, hasta llegar a la atrofia alveolar. <sup>(30)</sup>

Existen diversos procesos fisiológicos que ocurren al realizar una extracción dental:

La cicatrización del alveolo sigue un patrón de remodelado óseo. <sup>(31)</sup> <sup>(28)</sup>  
(Fig.62-64) (Tabla 6)



Al estar el alveolo vacío se llena primero de sangre y se forma un coágulo, las células de la inflamación migran y comienzan a fagocitar tejido necrótico. Durante los primeros 3 días.<sup>34</sup> (Fig.62)

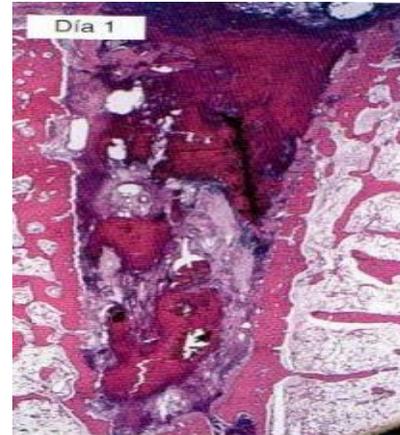


Figura 62. (31)

Limpieza de la herida, se forma el tejido de granulación al haber células mesenquimatosas y brotes de vasos neoformados. Día 3. (Fig.63)

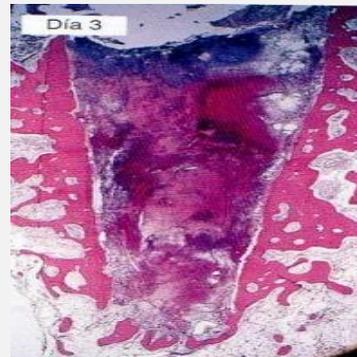


Figura 63. (31)

El tejido de granulación es reemplazado por tejido conjuntivo provisional, posteriormente se deposita el hueso inmaduro. Día 7. (Fig.64)

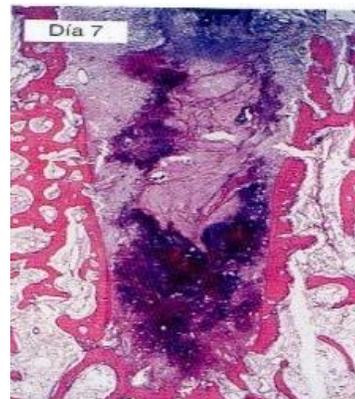




Figura 64. (31)

**El hueso alveolar se reabsorbe gradualmente y el alveolo se rellena de hueso inmaduro reticular Día 14. (Fig.65)<sup>(8)</sup>**

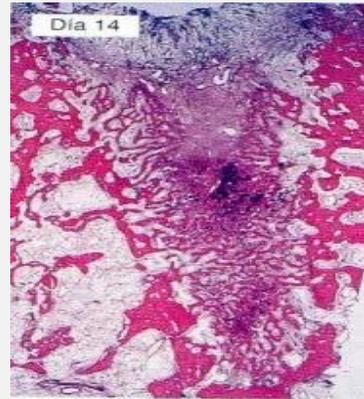


Figura 65. (31)

**El hueso alveolar propiamente dicho se reabsorbe en forma gradual y el alveolo se rellena de hueso inmaduro reticular y formación de hueso mineralizado, que constituye un 88% del alveolo, a los 30 días. (Fig.66)<sup>(8)</sup>**

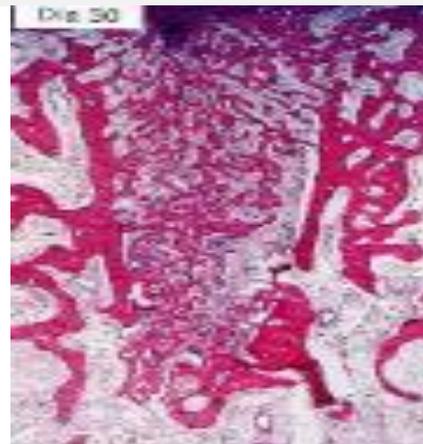


Figura 66. (31)

El hueso reticular se remodela en forma gradual hasta convertirse en hueso laminar y medula ósea. A partir del día 60. <sup>(8)</sup> (Fig.67-69)

Día 90. <sup>(8)</sup>

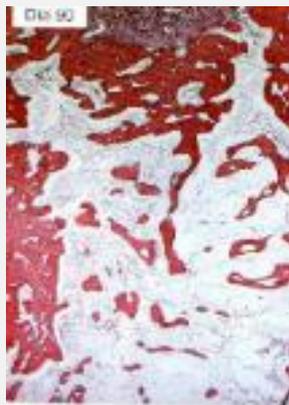


Figura 67



Figura 68. <sup>(31)</sup>

Día 120.

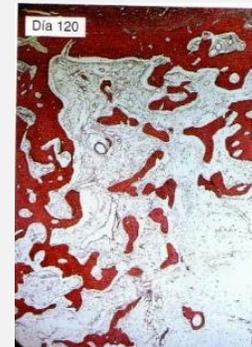


Figura 69. <sup>(31)</sup>

A los 180 días existe un 15% de hueso mineralizado y un 85% de medula ósea. <sup>(31)</sup>

Tabla 5. Patrón de remodelado óseo. <sup>(31)</sup>



A este proceso se le conoce como la fase inicial del proceso de cicatrización, al estar concluida, lo que prosigue es que el hueso reticular se remodela en forma gradual y se convierte en hueso laminar y medula ósea. <sup>(31)</sup>

El remodelado es la principal vía de cambios óseos en cuanto a su forma, resistencia a las fuerzas, reparación de heridas y homeostasis.

El remodelado óseo ocurre por medio de reabsorción y formación, lo cual está regulado por influencias locales y sistémicas, las influencias locales incluyen los requisitos funcionales en el diente y cambios relacionados con la edad en las células óseas, mientras que las influencias sistémicas son hormonales, se abordará este punto más adelante.

El remodelado óseo afecta la densidad, altura y contorno del hueso, principalmente se manifiesta en las siguientes áreas.

1. Adyacente al ligamento periodontal
2. A lo largo de la superficie endóstica de los espacios medulares.

Los procesos de modelo y remodelado óseo ocurren después de la extracción dental, como resultado existe una resorción del reborde alveolar; se debe tener en cuenta que la pérdida de tejido que se produce entre un individuo y otro es variable, incluso entre un sitio y otro.

#### 3.4.1 Factores que afectan la cicatrización ósea

Existen factores que pueden alterar el proceso de remodelado óseo y generar cambios dimensionales adicionales son: alteraciones sistémicas, el consumo del tabaco, el número y la proximidad de los dientes a extraer, la condición del alveolo previo a la extracción, el biotipo periodontal, la localización del diente



en la arcada y el tipo de prótesis o restauración utilizada después de la extracción. <sup>(34)</sup>

### 3.4.2 Sistémicos

**Osteoporosis:** Es una afección que se caracteriza por la macroarquitectura y microarquitectura del hueso, los factores etiológicos pueden ser la ingesta de glucocorticoides, relacionada con la edad, la postmenopáusia, esta última está relacionada con la secreción hormonal gonadal. <sup>(31)</sup>

**Osteopetrosis:** Es un grupo de enfermedades en las cuales existe un aumento pronunciado de la densidad mineral ósea debido a un recambio óseo anormal, siendo lo opuesto a la osteoporosis, en la mayoría de los casos la capacidad de los osteoclastos esta alterada para crear un medio ácido en las lagunas para reabsorber el hueso, pero el resultado final es un aumento de la formación de hueso. <sup>(31)</sup>

**Osteomalacia:** La deficiencia de vitamina D o la incapacidad de absorberla, las características son huesos que contienen una matriz de colágena y una estructura osteoide normales, pero una mineralización inadecuada por lo consiguiente los huesos se debilitan. <sup>(31)</sup>

**Osteonecrosis:** Al existir isquemia en un hueso por tiempo prolongado por la interrupción de la irrigación se produce muerte celular; la etiología es múltiple, radiación, consumo de bifosfonatos, uso de esteroides, hipertensión, artritis y lupus. <sup>(31)</sup>

**Osteomielitis:** Es una infección del hueso y las enfermedades que afectan el riesgo de esta son: diabetes mellitus, y vasculopatía periférica. <sup>(31)</sup>

**Osteogénesis imperfecta:** Grupo de trastornos en donde esta alterada la formación de colágena, que conduce a la disminución de la calidad ósea. Las



---

fracturas, la fragilidad ósea, y la osteopenia son rasgos característicos de la enfermedad. <sup>(31)</sup>

Hiperparatiroidismo: Es la producción excesiva de hormona paratiroidea que promueve a la resorción de calcio y fosforo del hueso para elevar el calcio sérico a valores normales. <sup>(31)</sup>

Hiperparatiroidismo secundario: La causa principal es debido a que las glándulas paratiroideas se estimulan constantemente debido al fallo renal crónico y las concentraciones disminuidas de calcitriol provocan una hiperplasia glandular por la interrupción de mecanismos de alimentación negativo sobre la paratiroides, la hiperfosfatemia de la insuficiencia renal crónica puede ser otra causa. <sup>(35)</sup>

Hiperparatiroidismo terciario: Es la consecuencia de una prolongada persistencia del hiperparatiroidismo secundario, puede ocasionar una elevada secreción autónoma de paratirina. <sup>(35)</sup>

Hipercalcemia tumoral maligna: Concentraciones elevadas de calcio y concentraciones disminuidas o normales de paratirina. <sup>(35)</sup>

Hipercalcemia hipocalciuria benigna familiar: Síndrome secundario a una mutación en los receptores sensibles al calcio, las concentraciones aumentadas de calcio plasmático y disminuido de calcio urinario, el PH se mantiene en valores normales. <sup>(35)</sup>

Enfermedad de Paget: Consiste en un cuadro en donde el metabolismo óseo es superior al normal, en donde la formación de hueso excede a la resorción. <sup>(31)</sup>



### 3.4.3 Tabaco

Los fumadores presentan una respuesta inflamatoria retardada o disminuida, existe un menor sangrado al sondaje y rubor menor en la encía, otro factor es que el tabaco puede intervenir en cambiar la defensa del organismo, se demostró en 1977 por Kenney y colaboradores que los neutrófilos de los fumadores presentan una menor capacidad de fagocitosis y una menor viabilidad. <sup>(36)</sup>

Al observar la respuesta al tratamiento con colgajo de acceso, y con regeneración tisular guiada, se observa una incapacidad de cicatrización y regeneración guiada, en cuanto a la ganancia de inserción se ha observado una menor ganancia, después de la cirugía periodontal el tabaco provoca desequilibrio entre las proteasas y sus inhibidores, perjudicando la cicatrización. <sup>(36)</sup>

### 3.4.3 Número y proximidad de los dientes a extraer

Mientras más piezas se extraigan, se debe tener en claro que la pérdida ósea será mayor, también otro factor será la ubicación de las extracciones, en la parte posterior existe una menor pérdida ósea que en la anterior.

### 3.5 Preservación del reborde alveolar

La preservación de reborde alveolar es una técnica quirúrgica la cual consiste en colocar un injerto óseo, en la cavidad que queda después de la extracción dental, para evitar el colapso del reborde alveolar post extracción y así poder conservar las dimensiones y contornos alveolares. (Fig.65)



Figura 70. Comparación del alveolo con injerto y sin éste. <sup>(30)</sup>



El injerto que se utilizó como relleno actuara como una matriz que va a estimular la diferenciación celular osteogénica y la vasculogénesis para que este injerto sea reemplazado por tejido óseo normal. <sup>(30)</sup>

### 3.5.1 Definición

La preservación de reborde alveolar “es cualquier procedimiento que se lleva a cabo al momento de la extracción dentaria o consiguiente a ella, utilizado para limitar la reabsorción del reborde alveolar y maximizar la formación de tejido óseo dentro del alvéolo”. <sup>(37)</sup>

### 3.5.2 Indicaciones

Está indicada en pacientes con las siguientes características:

- Extracción dental traumática, incluyendo resección ósea o la fractura de la tabla vestibular o pared alveolar.
- Presencia de prominencia radicular, dehiscencias y fenestraciones. <sup>(34)</sup>
- Apicectomías previas.
- Fractura radicular con pérdida de hueso adyacente.
- Enfermedad periodontal o absceso con pérdida de la tabla ósea vertical. <sup>(38)</sup>
- Pacientes adolescentes.
- Pacientes que no pueden colocarse los implantes en ese momento.
- Cuando la estabilidad primaria del implante no puede conseguirse.
- Cuando no se recomienda la colocación de implantes inmediatos.
- Contorneado de la cresta para tratamientos protésico convencional.



- Reducción de la necesidad de realizar una técnica de elevación de seno para la colocación de implantes en el sector posterior. <sup>(34)</sup>

### 3.5.3 Contraindicaciones

Diversos autores consideran que no existen contraindicaciones propiamente, aunque se debe considerar las enfermedades sistémicas que afecten a la cicatrización y remodelado óseo, aunque un factor determinante para no realizar la preservación de alveolo es que el alveolo este totalmente colapsado porque ya no tendrá espacio para el injerto óseo.

### 3.4 Protocolo de la preservación de reborde alveolar.

#### Materiales.

- Anestesia
- Aguja
- Jeringa para irrigar de 20
- Solución fisiológica
- Injerto, autoinjerto, xenoinjerto, aloplástico.
- Instrumentos
- 1X4
- Jeringa tipo carpule
- Cánula
- Manguera de succión
- Pinzas
- Retractores: Minnessota
- Legra
- Eyector
- Hueso
- Tapón de colágena
- Gasas
- Elevadores
- Forceps
- Cucharilla Lucas

## Protocolo

1. Se anestesia al paciente y posteriormente se inicia el acto quirúrgico de una extracción atraumática.<sup>(2)</sup> (Fig.71)



Figura 71. Pieza a extraer. <sup>(30)</sup>

- 4 Se diseña una incisión con bisturí 15 c, hasta alcanzar la cresta ósea, realizando una fibrotomía supracrestal, posteriormente se coloca la hoja de bisturí supracrestal entre 2 y 3 mm para la desinserción de las fibras periodontales, con la finalidad de preservación las paredes del alveolo. <sup>(2)</sup> (Fig.72)



Figura 72. Alveolo post-extracción. <sup>(30)</sup>



3. Con un elevador delgado se procede a luxar el diente, haciendo movimientos cortantes en sentido mesiodistal y vestíbulo palatino <sup>(2)</sup>
4. En casos que no se pueda realizar una extracción atraumática y sea inminente la fractura de la tabla vestibular, se realizara odontosección de manera mesial a distal para evitar el trauma sobre la tabla vestibular. <sup>(2)</sup>
5. Finalmente se realiza la extracción propiamente dicha con algún fórceps según sea el caso del órgano dental a extraer. <sup>(2)</sup>
6. Se debrida el alveolo, con una cureta de lucas se elimina el tejido granulomatoso y los restos del ligamento periodontal. <sup>(2)</sup> (Fig.73)



Figura 73. Elevación del colgajo. <sup>(30)</sup>

7. Se procede a lavar el alveolo con suero fisiológico. <sup>(2)</sup>
8. El material a injertar se debe hidratar 15 a 20 minutos previamente antes de utilizarlo, puede ser con suero fisiológico o con sangre del paciente, se coloca el material en el alveolo.

Los materiales para injertar pueden ser, aloinjertos, xenoinjertos, aloplásticos y autoinjertos, se hablarán de ellos en el siguiente capítulo. <sup>(2)</sup> (Fig.74)



Figura 74. Colocación del injerto óseo. <sup>(30)</sup>

9. La membrana seleccionada será posicionada sobre el injerto empacado hasta la altura de la cresta ósea, los márgenes de la membrana deben ser recortados para permitir la correcta adaptación ósea, se posiciona la membrana en el espacio obtenido por la elevación de un colgajo de espesor total en vestibular y palatino. <sup>(2)</sup> (Fig.75)



Figura 75. Colocación de la membrana. <sup>(30)</sup>

10. Algunos autores mencionan que la utilización de apósitos de colágena ubicados sobre el material de injerto, se inmoviliza con puntos de sutura en "X". <sup>(31)</sup>



11. Se posiciona el tejido blando utilizando puntos de sutura que establezcan la membrana con suturas de colchonero horizontal <sup>(2)</sup> <sup>(39)</sup> (Fig.76)

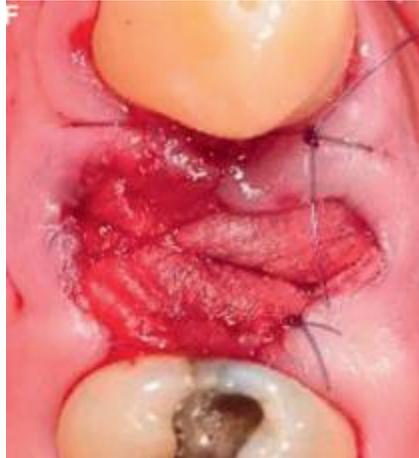


Figura 76. Sutura de colchonero horizontal. <sup>(30)</sup>

12. Se debe irrigar con suero fisiológico para eliminar restos de tejido. <sup>(31)</sup>

13. Se debe medicar al paciente con analgésicos antiinflamatorios y antibióticos. <sup>(2)</sup>

14. Se revisan las suturas a la semana número 2 postquirúrgica y se retiran. <sup>(2)</sup>

#### 3.5.4 Consecuencias de no realizar preservación de reborde alveolar.

Por regla general: la resorción de la pared ósea vestibular es más pronunciada que la reparación de la pared lingual/palatina, por lo consecuente el centro del reborde se desplazará en dirección lingual/palatina, en algunos casos se pierde la totalidad de la apófisis alveolar quedando solamente hueso basal como reborde. Las paredes externas (corticales) de las paredes de hueso la porción remanente de la apófisis alveolar (hueso basal y restos de la apófisis

alveolar) se componen de hueso laminar. Las tablas corticales del reborde suelen contener el hueso esponjoso que se aloja trabéculas de hueso laminar y medula. <sup>(14)</sup> (Fig.77)

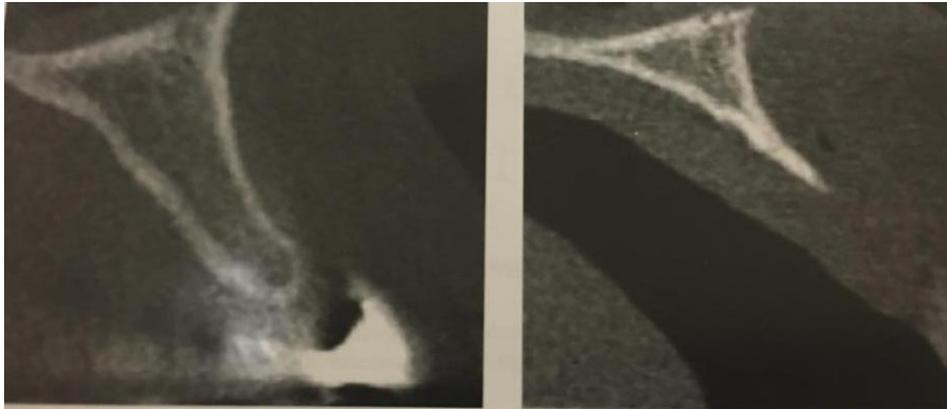


Figura 77. Tomografías de haz cónico que ilustran sitios edentulos de incisivos en el maxilar con cantidad de tejido duro remanente (hueso cortical y hueso esponjoso) , y diminutos remanentes de tejido del reborde (solo hueso cortical) <sup>(31)</sup>

El resultado final conlleva una reducción en el volumen del reborde alveolar es de 5.0 a 7.00 mm en sentido vestíbulo – palatino / lingual después de 12 meses de cicatrización; la pérdida apicocoronar es hasta 1.5 a 2.0 mm en promedio, y del 40 a 50% del espesor del reborde remanente en un periodo de 6 a 12 meses, con 2/3 de reducción ocurren en los primeros 3 meses, pero sobre todo en los primeros 30 días. <sup>(40)</sup> (Fig.78)

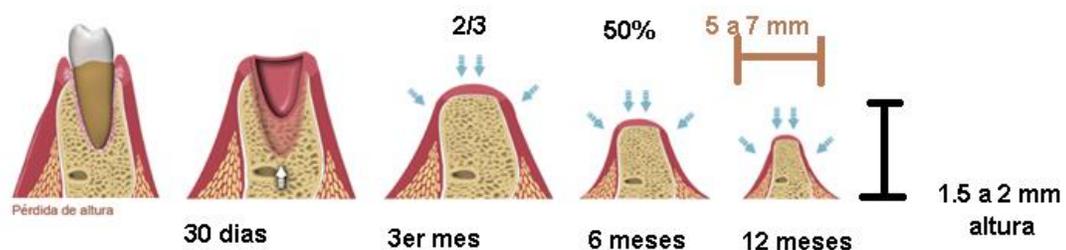


Figura 78. Patrón de reabsorción ósea.



---

Después de la extracción dental no existe tejido blando recubriendo la entrada del alveolo residual, este va a cicatrizar por segunda intención. En las semanas posteriores, se produce un incremento del volumen de tejidos blandos gracias a la proliferación celular, sellando la entrada del alveolo. <sup>(32)</sup>

Un reborde alveolar parcialmente edéntulo puede conservar en parte la morfología del reborde alveolar.

La pérdida dental conlleva a una limitada disponibilidad ósea para la restauración futura, incluso problemas estéticos, como la pérdida de la eminencia de las raíces, de las papilas, de la encía queratinizada, falta de sensación de que el pónico de una prótesis parcial fija emerge de la cresta y la aparición de triángulos negros pónico – pilar. <sup>(39)</sup>

Los defectos del reborde conllevan como ya se ha mencionado, problemas de estética que son inaceptables, cuando las pérdidas afectan al sector anterior. Es importante conocer el pronóstico de las deformidades antes de empezar el tratamiento para conocer las limitaciones que existen y seleccionar la técnica idónea para obtener el mejor resultado posible, el pronóstico es peor cuando se trata de defectos en altura (dimensión apico coronaria) o combinados (anchura y altura). <sup>(41)</sup>

La calidad del hueso depende por lo regular de la posición de la arcada, la mayor densidad ósea se encuentra a nivel anterior de la mandíbula, posteriormente la zona anterior. <sup>(26)</sup>

La densidad ósea de los maxilares también disminuye tras la pérdida dental. Esta pérdida se relaciona con el tiempo en que la región ha permanecido edéntula y sin someterse a carga, la densidad inicial del hueso, la flexión y torsión de la mandíbula y la existencia de para función, antes y después de la pérdida dental. <sup>(26)</sup>



Frost propuso un modelo de cuatro patrones histológicos del hueso compacto en relación con la adaptación mecánica a la deformación: La zona de sobrecarga patológica, la zona de sobrecarga leve, ventana de adaptación y ventana de desuso agudo, estos cuatro patrones histológicos también pueden describir la respuesta del hueso trabecular en los maxilares. (Fig.74)

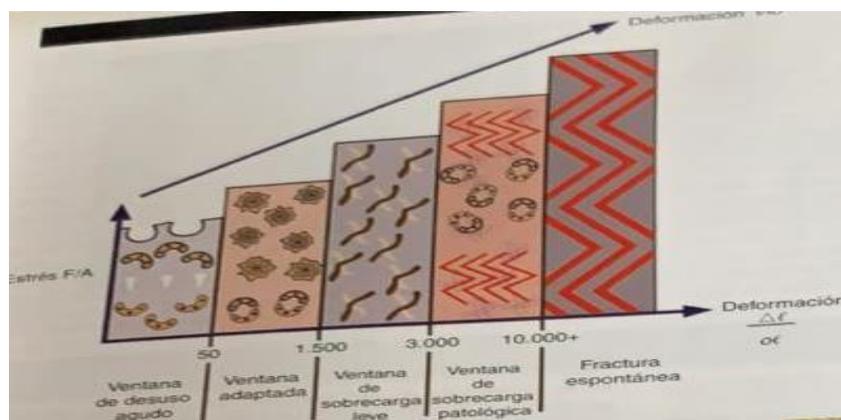


Figura 79. Modelo de Frost.

1. El hueso en la ventana de desuso agudo pierde densidad mineral y atrófica por desuso, acontece cuando el modelado, del hueso nuevo esta inhibido y el remodelado estimulado por una perdida gradual neta de hueso. <sup>(26)</sup>
2. Ventana de adaptación: representa un equilibrio de modelado y remodelado, manteniéndose las condiciones óseas a este nivel, el hueso en este ambiente permanece en una homeostasis contante, considerándose la ventana homeostática como saludable. <sup>(26)</sup>
3. Zona de sobre carga leve: causa una mayor tasa de microfractura por fatiga y aumenta el recambio celular óseo. <sup>(26)</sup>



## 3.6 Calidad ósea

### 3.6.1 Lekholm

Lekholm y Zarb en (1995) clasificaron la “calidad” del hueso del sitio edéntulo.

Las clases 1 y 2 se caracterizaban por la localización en la que las paredes del sitio las tablas corticales son gruesas y el volumen de la medula ósea es pequeña, en los sitios pertenecientes a las clases 3 y 4 están bordeados por paredes relativamente delgada de hueso cortical y hay una gran cantidad de hueso esponjoso que incluye trabéculas de hueso laminar y medula ósea. <sup>(31)</sup>

(Fig.80)

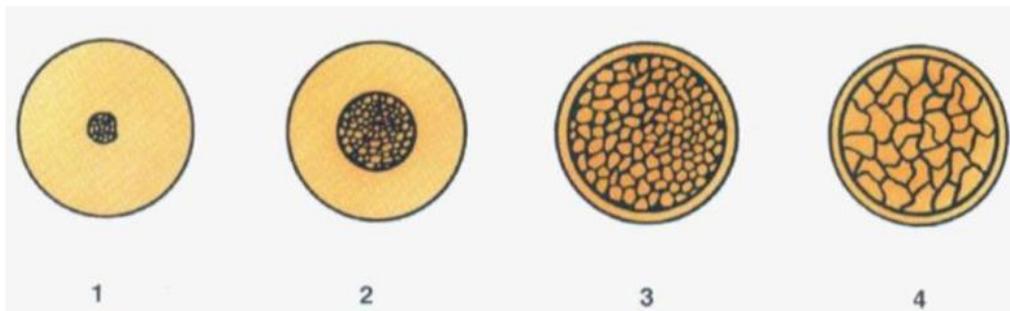


Figura 80. La calidad de hueso de los maxilares según Lekholm y Zarb (reproducida de Quintessence) <sup>(31)</sup>

Fundamentos científicos de un plan de tratamiento basado en la densidad ósea.

#### 1. Resistencia del hueso y densidad.

Esta relacionada directamente con la resistencia de este antes de la microfractura, es por ellos que Misch y cols hablan de las propiedades mecánicas del hueso trabecular de la mandíbula y realizan la clasificación de densidades ya mencionada. <sup>(26)</sup>



## 2. Modulo de elasticidad y densidad.

Hace referencia a la cantidad de deformacion relativa, como resultado de una cantidad concreta del estrés, esta relacionado con la apariencia de densidad osea, en cuanto a un material el modulo de estabilidad es el valor relacionado con la rigidez de un material. <sup>(26)</sup>

La diferencia entre materiales, por ejemplo: el titanio en una protesis tendra una deformidad relativa menor, comparada con el hueso. <sup>(26)</sup>

## 3. Densidad ósea y porcentaje de contacto hueso – implante.

Aporta inmovilizacion del implante , igual permite la distribución y transmisión del estrés desde la protesis a la interfase hueso- implante. <sup>(26)</sup>

Misch observo en 1990 que la densidad ósea influye directamente en la cantidad de hueso en contacto con la superficie del implante en todas las fases de la colocación del implante. <sup>(26)</sup>

Cabe mencionar que entre menos contacto tenga el implante con el hueso, mayor será el estrés generado de este.

### 3.6.2 Seibert

Existe una clasificación de los defectos del reborde alveolar, la cual es realizada por Seibert en 1983, clasifica el reborde alveolar en 3 clases, tomando en cuenta el componente horizontal y vertical del defecto: <sup>(31)</sup> (Tabla7)

#### Clase I



Perdida de la dimensión vestibulo lingual, conservando la altura (Dimensión apico coronal) normal de la cresta. (Fig.81)

Figura 81.



### Clase II

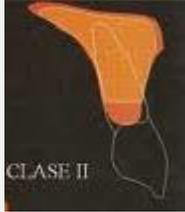


Figura 82

Perdida de la dimensión apico coronaria, conservando una anchura (dimensión vestibulo lingual) normal de la cresta. (Fig.82)

### Clase III

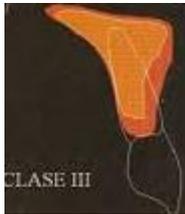


Figura 83

Perdida tanto de la dimensión vestibulo lingual como apico coronaria, Perdida de la altura y anchura normal de la cresta. (Fig.83)

Tabla 7. Clasificación de Seibert. <sup>(31)</sup>

### 3.6.4 Allen y colls

#### Clasificación de 1985

Tipo A Perdida de tejido apico- coronal <sup>(31)</sup>

Tipo B Perdida de tejido buco – Lingual <sup>(31)</sup>

Tipo C. Combinación de ambas <sup>(31)</sup>

- LEVE	<b>MENOR A 3 MM</b>
- MODERADO	De 3 a 6 mm
- SEVERO	Mayor de 6mm

Figura 84. Allen y Colls, clasificación



### 3.6.5 Lekholm y Zarb 1985.

(Fig.79)

<b>A</b>	<b>Reborde alveolar virtualmente intacto</b>
<b>B</b>	Reabsorción de reborde alveolar menor
<b>C</b>	Reabsorción avanzada de reborde alveolar a la base del arco dentario
<b>D</b>	Reabsorción inicial del arco dentario
<b>E</b>	Reabsorción extrema de la base del arco dentario

Figura 85. Lekholm y Zarb clasificación de 1985. (16)

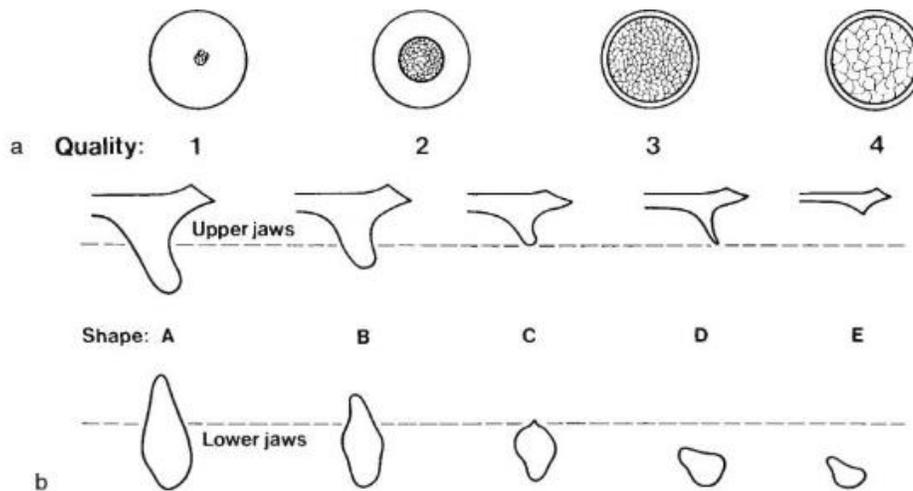


Figura 86. Lekholm y Zarb clasificación de 1985.

### 3.6.7 Mish y Judy 1987.

(26)

- A. Abundante hueso.
- B. Hueso apenas suficiente.
- C. Hueso comprometido.



C- h altura comprometida C- W ancho comprometido

D Hueso deficiente.

3.6.8 Wang y Cols 2002.

CLASE I: Horizontal: Pequeña ( $\leq 3$  mm), Mediana (4 a 6 mm) Grande ( $\geq 7$  mm)<sup>(43)</sup>

CLASE II: Vertical: Pequeña ( $\leq 3$  mm), Mediana (4 a 6 mm) Grande ( $\geq 7$  mm)<sup>(43)</sup>

CLASE III: Combinada: Pequeña ( $\leq 3$  mm), Mediana (4 a 6 mm) grande ( $\geq 7$  mm)<sup>(43)</sup>

A continuación se muestra una tabla con la comparación de los diversos modelos de los defectos óseos. (Fig.81)

<i>Lekholm /Zarb</i>		<i>Norton / Gamble</i>	<i>Misch</i>
HUESO TIPO I		> 850 HU mandíbula anterior	> 1250 HU MADERA ROBLE O ARCE
HUESO TIPO II		500-850 HU mandíbula posterior/maxilar anterior	850-1250 HU PINO BLANCO O ABETO
HUESO TIPO III		500-850 HU mandíbula posterior/maxilar anterior	350-850 HU MADERA DE BALSA
HUESO TIPO IV		0-500 HU maxilar posterior	150-300 HU POLIESTIRENO O CORCHO BLANCO
HUESO TIPO V	***	< 0 HU tuberosidad	< 150 HU

Figura 87. Comparación de los tipos de densidad y calidad ósea. <sup>(43)</sup>



## Capítulo 4. Clasificación de biomateriales dentales para la preservación de reborde alveolar.

La utilización de biomateriales dentales permite mantener a mayor medida las dimensiones horizontales y verticales del reborde alveolar. <sup>2</sup>

Estos materiales deben tener ciertas características como: biocompatibilidad, debe existir un andamiaje óptimo para que ocurra neoformación ósea. <sup>2</sup>

Un injerto óseo es definido como: Cualquier tejido u órgano utilizado para ser implantados o trasplantado. (Fig.82)

Los injertos óseos se han clasificado según su origen en: autoinjertos, aloinjertos, xenoinjertos y aloplásticos. <sup>(27)</sup>



Figura 88. Injerto óseo en alveolo.



---

Las funciones ideales de los materiales de injerto óseo son: osteogénesis, osteoconducción y la osteoinducción <sup>(2)</sup> a pesar de las diversas aportaciones que se han hecho para crear un biomaterial ideal no existe.

La osteogénesis alude al proceso que se obtiene cuando el osteoblasto viable y precursores celulares son trasplantados con el material de injerto. <sup>(2)</sup>

La osteoconducción ocurre a partir de un material no vital que sirve de andamiaje para la penetración de osteoblastos precursores dentro del defecto. <sup>(2)</sup>

La osteoinducción consiste en forma hueso nuevo por diferenciación de células locales de tejido conectivo en células formadoras de hueso bajo la influencia de agentes conductores. <sup>(2)</sup>

Las consideraciones para seleccionar un injerto óseo son: <sup>(27)</sup>

1. Aceptabilidad biológica.
2. Predictibilidad.
3. Viabilidad clínica.
4. Riesgos operatorios mínimos.
5. Secuelas postoperatorias mínimas.
6. Aceptación del paciente. <sup>(29)</sup>

Indicaciones para la colocación de injertos óseos: <sup>(27)</sup>

- Defectos profundos intraóseos
- Defectos de todas las paredes o combinación de defectos intraóseos.
- Defectos de furcación clase II molares inferiores.

Contraindicaciones para la colocación del injerto óseo.

- Defectos óseos con poco, nulo o limitado potencial de éxito.



## 4.1 Autoinjertos

Es el único material que tiene el proceso de osteogénesis, osteoconducción y osteoinducción, por lo que se le considera el “estándar de oro” de los injertos óseos. <sup>(29) (44)</sup>

Proviene del mismo individuo tratado, además tiene como ventaja el evitar transmisiones de enfermedades y el rechazo inmunológico.

Al ser colocado el injerto del hueso sufre una necrosis parcial, posteriormente va reabsorbiéndose, a la vez que actúa de soporte para la neoformación de hueso, su rápida manipulación y fijación en el lecho permitirá la supervivencia celular y la revitalización del injerto en su nueva localización. <sup>(29) (45)</sup>

Fueron los primeros en ser utilizados como materiales de injerto óseo en cirugía periodontal, la localización del sitio donante puede ser intra o extraoral, por ejemplo: sínfisis, rama mandibular y tuberosidad del maxilar, también aportan al sitio quirúrgico colágeno tipo I, componente principal del tejido óseo. <sup>(2)</sup> (Tabla 8)

*Injerto óseo Se obtiene costal grandes bloques cortico-esponjosos de hasta 10 cm, la maleabilidad lo hace adaptable a las formas del*



Figura 89. Toma de injerto óseo costal. <sup>(46)</sup>



esqueleto, sus desventajas son las posibles complicaciones operatorias.<sup>(21)</sup>  
(Fig.89)

*Injerto óseo de la cresta iliaca.*

Diversos autores refieren que tiene mejores resultados e integración, se utilizan para aumentar contornos, estabilidad hendiduras, obturar grietas alveolares, así como reconstruir defectos óseos. Como desventaja están las complicaciones posquirúrgicas, como dolor, dificultad para caminar.<sup>(46)</sup>  
(Fig.90)



Figura 90. Toma de injerto de cresta iliaca.<sup>(46)</sup>



*Injerto óseo de  
la calota  
craneal*

La extracción de hueso parietal u occipital de espesor toral o parcial, han constituido un injerto de excelente calidad debido a que los injertos de origen membranoso demuestran tener un índice de reabsorción muy por debajo de su homologo, manteniendo el volumen inicial del injerto. (46)  
(Fig.91)



Figura 91. Toma de injerto de calota craneal. (46)



*Injerto óseo de diáfisis tibial*

Extracción del injerto bajo anestesia regional, obteniendo bloques cortico-esponjoso con acceso al canal medular. (46)



Figura 92. Toma de injerto osteoradial. (46)

(Fig.92)

*Injertos óseo mandibular*

Ideal para la reconstrucción de defectos óseos de pequeño tamaño. Se pueden obtener láminas de hueso cortical y esponjoso de hasta 2,5 cm., no deja cicatriz externa, conserva estructuras vitales de la zona, no altera la función muscular ni articular. (46)



Figura 93. Extracción del injerto. (46)

(Fig.93)

Tabla 8. Injertos óseos



A pesar de ser el material de excelencia también presenta varias desventajas, una rápida revascularización y reabsorción del material, haciendo difícil los aumentos de cresta o las elevaciones del seno maxilar, teniendo que colocar el implante casi inmediatamente para prevenir una resorción. (45)

#### 4.2 Aloinjertos o alogénicos.

Es un tipo de injerto que se transfiere a partir de un miembro de la misma especie, pero no relacionado genéticamente con el receptor, por ejemplo: un cadáver. (2)

Tiene la capacidad de ser osteoinductivo y osteoconductor, existen 3 tipos de estos: congelados, desecados y desmineralizados. (44) (Tabla 9)

<b>DFDBA</b>	<b>Hueso</b>
<b><i>Demineralized</i></b>	<b>desmineralizado</b>
<b><i>freeze -dried</i></b>	<b>disecado y</b>
<b><i>bone allograft</i></b>	<b>congelado, posee</b>
<b><i>Aloinjerto seco</i></b>	<b>propiedades</b>
<b><i>congelado</i></b>	<b>oste conductoras</b>
<b><i>desmineralizado.</i></b>	<b>como</b>
	<b>osteoinductoras</b>
	<b>por sus</b>
	<b>transferencias de</b>
	<b>proteínas</b>
	<b>morfogenéticas</b>
	<b>óseas BMP. Fig.</b>
	<b>(2)(8)</b>



Figura 94. DFDBA  
<https://aristondental.com/oragraft-cortical-particulate-de-mineralized-dfdba-ground-cortical/>



Los desmineralizados estimulan las proteínas morfogenéticas óseas BMPS para así estimular la diferenciación de células pluripotenciales indiferenciadas hacia osteoblastos. <sup>(44)</sup>

Una de las desventajas de este material es la transmisión potencial de enfermedad y respuesta antigénica. <sup>(47)</sup> <sup>(28)</sup> a pesar de que las donaciones no son aceptadas si los individuos pertenecen a un grupo de alto riesgo, por ejemplo, el donador es positivo para VIH, la autopsia del donador rebela alguna enfermedad oculta, el donador resulta positivo en las pruebas de contaminación bacteriana. <sup>(27)</sup>

#### 4.3 Xenoinjertos o heterólogos.

Materiales de injerto óseo que provienen de especies diferentes a la del individuo receptor, pueden ser de: origen bovino, porcino o coral natural. <sup>(2)</sup>

Estos materiales son desproteinizados con el objeto de eliminar el componente orgánico por completo y evitar la reacción inmunitaria, este procedimiento preserva la arquitectura ósea original y la composición mineral inorgánica, lo cual asegura las propiedades osteoconductoras del biomaterial. (Tabla 10)<sup>(8)</sup>

Este material soporta el crecimiento vascular, la migración y diferenciación celular y posteriormente la formación de hueso siempre y cuando este en un medio osteogénico propicio, con el tiempo los espacios interparticulares se rellenan con hueso nuevo. <sup>(45)</sup>



**Bio Oss<sup>®</sup>**

**Hueso inorgánico Osteoconductor  
desproteínizado mineral (45)  
cancelar. (31)  
(Fig.89)**

<i>Carbonato de calcio</i> (31)	Se convierte en	Arquitectura porosa
	hidroxiapatita. (31)	interconectada
		similar. (31)

Tabla 10. Xenoinjertos

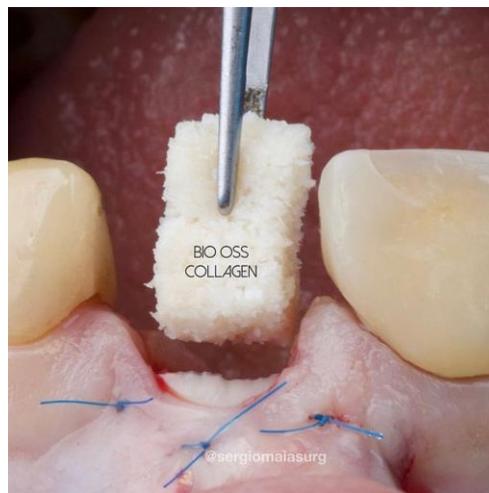


Figura.95 Bio Oss

<https://gramho.com/media/2126530958219558728>

#### 4.4 Aloplástico o sintéticos.

Son materiales de injerto óseo sintético e inorgánicos, funcionan como material de relleno y no de regeneración para la futura colocación de implantes,



proveen un andamiaje para la osteoconducción de las células formadoras de hueso. <sup>(44)</sup>

Tienen diferentes combinaciones de fosfatos de calcio elaborados en diversas condiciones de sinterización, esto confiere diferentes tasas de reabsorción y diversas propiedades físicas. <sup>(2) (31)</sup> (Tabla 11)

los sustitutos aloplásticos han demostrado tener la capacidad de atracción para las células gigantes multinucleadas en distintas etapas de remodelación del injerto, se piensa que estas células son las responsables del proceso de degradación de sustitutos óseos. <sup>(45)</sup>

Hidroxiapatita. (Fig.96)	Material de fosfato de calcio con variaciones en densidad, estructura y química superficial	Indicada en la preservación a largo plazo debido a su baja tasa de reabsorción, no es material de elección al colocar implantes.
-----------------------------	---	--

<b>Fosfato b - tricálcico</b>	Material de reabsorción lenta, químicamente similar al hueso, con estructura cristalina, contenido carbónico y porosidad similar	Se reabsorbe siguiendo el proceso de disolución físico – química y por fragmentación, se considera que para la colocación de implantes el tiempo de espera es de 12 meses.
<b>Cristales bioactivos Bioglass.</b>	Materiales obtenidos a partir de la combinación	Material capaz de promover el hueso vital



de hidroxiapatita + en alveolos post-  
fosfato B – tricálcico. extracción, es  
osteoconductor, el  
efecto es positivo en la  
cicatrización después  
de 6 a 8 semanas, la  
reabsorción depende  
del tamaño de las  
partículas y está  
condicionada por la  
actividad celular y  
disolución de los fluidos  
del hospedero.

(2)

Tabla 11. Aloinjertos

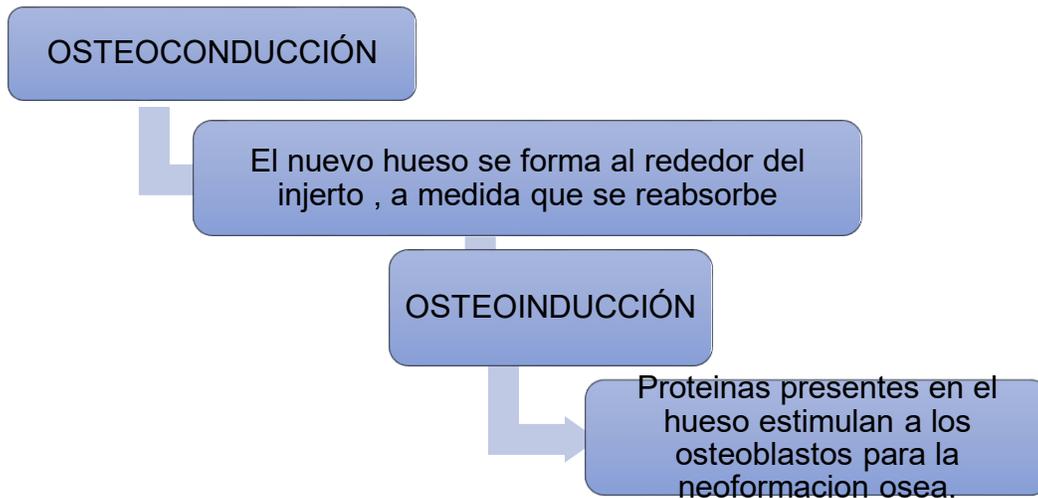


Figura 96. Hidroxiapatita

<https://www.1dental.shop/injertos-oseos/1187-genphos-ha-tcp-hidroxiapatita-70-trifosfato-de-calcio-30-vol-05cc.html>



A continuación, se muestra cómo actúan los injertos.



#### 4.5 Membranas

Para evitar la proliferación del tejido blando y mantener la posición del injerto óseo en su sitio, es necesario colocar una membrana que ayude con esto, en las primeras fases de la cicatrización, existe una competencia entre tejido óseo y tejido blando para ver cuál de esta rellena el alveolo. <sup>(44)</sup>

Las membranas son eficaces para proteger el material de injerto del medio ambiente oral actuando como una barrera. <sup>(44)</sup> (Fig.97)



Figura 97. Membrana de e.PTFE



Schwartz y colaboradores consideran que las propiedades de los aloinjertos están relacionadas con variables como: estabilidad de la membrana reabsorbible durante el periodo de cicatrización, edad, el estado fisiológico y farmacológico del donante.

En el caso de las membranas al igual que los materiales a utilizar para la preservación de reborde alveolar se deben cumplir ciertas características, como:

1. Biocompatibilidad. <sup>(31)</sup>
2. Oclusión celular. <sup>(31)</sup>
3. Integración con el tejido hospedador. <sup>(31)</sup>
4. Capacidad de hacer espacio. <sup>(31)</sup>

Existen dos tipos de membranas: se clasifican según su absorción en las absorbibles y las no absorbibles.

#### 4.5.1 Absorbibles

Las membranas reabsorbibles son naturales o de polímeros sintéticos, lo cual representa que el material a utilizar debe ser de mínima biodegradación y no debe afectar los efectos de la regeneración ósea. <sup>(31) (44)</sup>

Los tipos de membranas que existen y se han estudiado son:

1. Membranas bioreabsorbibles son naturales
  - Xenogenas de colageno tipo I y III.
  - Polímeros sintéticos.
    - Poliuretanos.
    - Poliglactina 910.



- 
- Ácido poliláctico.
  - Ácido poliglucólico.
  - Polioctoéster.
  - Polietilglicol.

Las membranas naturales están hechas de distintos tipos de colágeno de origen animal, bovino o porcino y las sintéticas se encuentran hechas de poliésteres alifáticos, polilácticos y copolímeros de ácido glicólico. <sup>(31)</sup> (FIG.98)



Figura 98. Membrana Polilácticos

<https://biotrinon.com/shop/membrana-ac-polilactico-epi-guide/>

Al colocarse en un medio acuoso los polímeros biodegradables sufren la degradación enzimática por hidrólisis, el mecanismo de degradación dependerá de diversos factores como lo son: <sup>(47)</sup>

- a. Composición de la membrana.
- b. PH.
- c. Temperatura.
- d. Grado de cristalización polimérica.



- e. Unión cruzada de las membranas colágenas.
- f. Volumen de la membrana.

#### 4.5.2 No absorbibles

El politetrafluoroetileno expandido e.PTFE es el material más usado para membranas no absorbibles para las aplicaciones de regeneración clínica periodontal y ósea. <sup>(31)</sup>

Las variaciones que existen son titanio reforzado de ePTFE, politetrafluoroetileno de alta densidad (dPTFE) o malla de titanio.

Las membranas que son hechas de dPTFE han sido diseñadas para ser utilizadas en los procedimientos de preservación alveolar , no requieren un cierre primario. <sup>(47)</sup> (Fig.93)



Figura 99. Membrana de e.PTFE

<https://institutocarranza.com/regeneracion-de-hueso-para-implantes/>

Estas membranas son flexibles, con una estructura porosa externa lo cual permite la integración tisular y una capa inclusiva interna el cual suministra el mecanismo de la barrera, contiene un polímero químico estable e inerte el cual



resiste a la degradación microbiológica y enzimática, además de no generar reacciones inmunitarias para mejorar la capacidad de hacer espacio se coloca una estructura de titanio entre las dos capas de e.PTFE, esto añade rigidez y refuerza la estructura de la membrana. <sup>(31)</sup>

La principal desventaja de utilizar membranas no reabsorbibles es que se somete al paciente a un segundo acto quirúrgico para retirarla, además de las posibles complicaciones postoperatorias que presentaban la membrana presentaba una exposición temprana. <sup>(31)</sup>

Existen ventajas y desventajas al usar membranas reabsorbibles como no reabsorbibles.

#### *Desventajas*

*Pueden provocar Dehiscencias de tejidos blandos. <sup>(44)</sup>*

*Exposiciones de membrana. <sup>(44)</sup>*

*Desplazamientos de la membrana. <sup>(44)</sup>*

*Colapso de la membrana. <sup>(44)</sup>*

*Se pueden comportar como cuerpos extraños y generar infecciones o retrasos en la cicatrización. <sup>(44)</sup>*

Existen otros materiales de relleno que se utilizan en la preservación de reborde alveolar., las esponjas de colágeno o de ácido polilactico. (Fig.94)

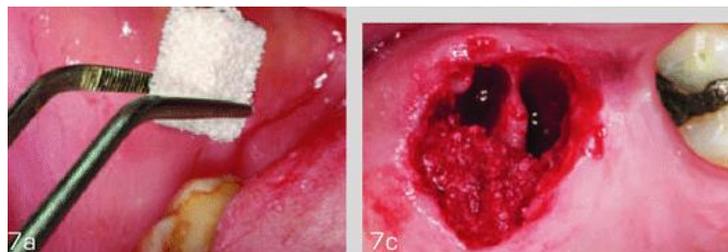


Figura 100 .Esponja de colágena



---

Su función es muy similar a la de las membranas debido a que van a actuar como un andamiaje para el transporte de diferentes factores, como la proteína morfogenética recombinante humana-2 o genética recombinante humana-2 (rhBMP-2),<sup>38,39</sup> el factor de crecimiento, diferenciación recombinante humano-540 o para el péptido sintético de unión celular P-15 (synthetic cell-binding peptide P-15).<sup>(44)</sup>

Ayudan a la hemostasia, a mantener el coágulo y atraen a las células necesarias para proceder a la cicatrización, otra ventaja es que con las esponjas se protege el injerto óseo durante la primera fase de cicatrización.<sup>(44)</sup>

Selección del material.

El material se seleccionará según las indicaciones clínicas que se requieran.

En el caso de planear una rehabilitación del espacio edéntulo con un implante de osteointegración, el material de injerto debe ser reabsorbido gradualmente para permitir la sustitución de hueso nativo nuevo, debe tener micro y macroporosidades y permitir la compartimentalización de defectos grandes.<sup>(2)</sup>

La selección de la membrana dependerá de la magnitud de la regeneración ósea necesaria.<sup>(31)</sup>



---

## Capítulo 5. Comparación imagenológica de diferentes biomateriales utilizados en la preservación de reborde alveolar.

### 5.1 Autólogo

La literatura reporta que el injerto autólogo es el llamado “estándar de oro” por presentar las tres propiedades: osteoinducción, osteoconducción y osteogénesis, pero a pesar de esto también reporta que existe una alta tasa de reabsorción ósea dentro de los sitios extraorales donantes.

En el caso de la cresta iliaca la reabsorción vertical es de 12 a 60 %, en la calota es de 0 a 15 % y en cuanto a la reabsorción horizontal de los injertos en bloque autólogos se ha reportado que es entre 10-50%.<sup>(44)</sup>

Según el origen del injerto se sugiere que es la tasa de reabsorción, por ejemplo, los de origen membranoso (calota o mandíbula), no se reabsorben tanto como los de origen endocondral (injertos de la cresta iliaca).<sup>(45)</sup>

Los injertos óseos esponjosos se reabsorben más rápido que los injertos corticales, esto depende de la estructura y microarquitectura del injerto.<sup>(45)</sup>

Diversos autores como; Nissan, Marilena, Gross, Mardinger y Chaushu (2011) Nkenke y Stelzle, (2009) mencionan que existe una cantidad limitada de medula ósea y la calidad es impredecible.<sup>(48)</sup>

Es por ello que se recomienda el uso de injertos autólogos combinados con xenoinjertos o aloplásticos.<sup>(44)</sup>



## 5.2 Aloinjertos

En el 2007 Keith y Salama reportan que el aloinjerto mineralizado preserva las sales de calcio y de fosfato, por lo consecuente presenta una tasa de reabsorción más lenta respecto al injerto desmineralizado, además de preservar la porosidad, el patrón de trabéculado y la matriz natural de colágeno del hueso humano. <sup>(2)</sup>

La literatura reporta que el injerto alogénico es un material viable para la preservación de reborde alveolar y en situaciones en las que no se puede colocar un implante inmediatamente .

Este material mantiene las dimensiones del reborde alveolar, el material ofrece una menor morbilidad para el paciente porque no se requiere de un sitio donante, además está comprobado que en la actualidad es uno de los materiales con mejores resultados.<sup>(49)</sup>

Se reporto un caso en donde una paciente acude a la consulta privada por dolor en la pieza 35, en donde se observaba una fractura radicular. Se observó a través de una tomografía de haz cónico la usencia de la tabla vestibular, el plan de tratamiento a seguir es la preservación de reborde alveolar y la colocación diferida del implante óseo, se colocó un aloinjerto de hueso liofilizado dentro del alveolo. <sup>(49)</sup>

6 meses después, se realizó una nueva tomografía y se determinó el volumen óseo disponible, para la colocación de un implante, en el presente estudio

Se tomo una tomografía previa para analizar la colocación de los implantes, se observa una ausencia de 6 mm de la tabla vestibular. (Fig. 101) <sup>(49)</sup>



Figura 101. CBTC se observa perdida de la tabla vestibular. (49)

6 meses después se realiza una nueva tomografía para verificar el relleno óseo. (Fig.102)

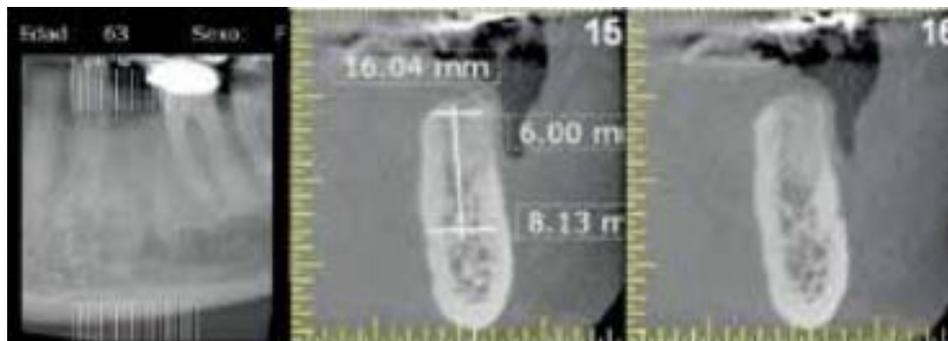


Figura 102. CBTC se observa el relleno de hueso liofilizado. (49)

Este estudio demostró que la preservación de reborde alveolar con colocación de hueso liofilizado, OstiumTM, fue favorable para la preservación del reborde ante la falta parcial de la tabla ósea vestibular, y permitió la colocación del implante de manera diferida en su ubicación tridimensional correcta. (49)

Se reporta en la literatura un comparativo de un aloinjerto con la colocación de membranas de matriz de colágeno y matriz extracelular, este estudio comprueba que ambas matrices de xenoinjerto combinadas con FDBA fueron efectivas para mantener los tejidos blandos y minimizando la resorción ósea después de la preservación de reborde, la literatura menciona que el combinar



---

injertos óseos con membranas absorbibles logran los mejores resultados teniendo resultados óptimos para la colocación de implantes entre 4 a 6 meses. <sup>(50)</sup>

Tanto CM como ECM han demostrado clínica eficaz para crear suficiente ancho y grosor incluso si se dejan expuestas. <sup>(50)</sup>

Los cambios verticales de tejidos duros entre los dos grupos fueron, pérdida ósea horizontal en la parte coronal de la cresta (1.6 a 2.0 mm, 19.1% a 24.4%) y vertical, la pérdida ósea en el aspecto vestibular (0.7 a 1.0 mm). <sup>(50)</sup>

### 5.3 Xenoinjertos

En la revisión de literatura se reporta que uno de los materiales más utilizados para la preservación de reborde alveolar son los xenoinjertos debido a su fácil manipulación, fácil obtención y por sus mejores resultados además de sus propiedades osteoinductivas y osteoconductoras. <sup>(51)</sup>

Los xenoinjertos son los materiales de elección para la colocación de implantes o colocación de prótesis fijas, tienen una tasa de reabsorción lenta, promoción de la revascularización y estabilización del coágulo, y también la integración óptima con el hueso del paciente. <sup>(51)</sup>

Ackermann 2011, ha observado que luego de 4 meses de realizada la técnica de preservación de reborde alveolar con Bio-Oss®, el recambio óseo es de un 25-38% en defectos intraóseos de 3 paredes. Por otra parte, en defectos de 1 ó 2 paredes, se recomienda esperar 6 meses antes de la colocación de implantes. Son osteoconductoras. <sup>(44)</sup>

Konerur y Cols, realizan un estudio comparativo de hidroxiapatita bovina derivada de forma natural (Cerabone™) combinada con una matriz de fibrina rica en plaquetas y de un alveolo sin preservar. <sup>(51)</sup>



La revisión sistemática de Lang demostró la reducción horizontal promedio en el ancho de la cresta 3.8 mm y la reducción vertical media en la altura de la cresta 1.24 mm en los primeros 6 meses, es por ello que para el estudio se selecciona un periodo de curación de 6 meses.

Se incluye una muestra de 25 pacientes los cuales requieren extracciones de al menos dos dientes, se sometieron al procedimiento quirúrgico de preservación de reborde alveolar con Cerabone™ con un tapón de colágena, Los resultados mostraron que, desde el inicio hasta los 6 meses, la pérdida media de ancho en el sitio de control fue de 2.75 mm, mientras que la pérdida media de ancho en el sitio de prueba fue de 1.47 mm. Por lo tanto, la pérdida media de ancho en el sitio de control fue 1.28 mm mayor que en el sitio de prueba.<sup>(51)</sup> (Tabla 12)

#### Comparación del ancho de la cresta alveolar al inicio y después de 6 meses

Sitios	Hora	Media	Diferencia significativa	PAG
Sitio de prueba	Base	8.27 ± 1.96	1,47	0,0006 *
	6 meses	6.80 ± 1.61		
Sitio de control	Base	8.86 ± 1.82	2,75	0,0001 *
	6 meses	6.11 ± 1.27		

*P* ≤ 0.05 - Estadísticamente significativo. *P* - Significativo

Tabla 12. Comparación del ancho de la cresta alveolar.<sup>(51)</sup>

En el nivel de hueso crestal desde el inicio hasta los 6 meses, el sitio de prueba mostró una pérdida promedio de 0.1 mm, mientras que el sitio de control mostró una pérdida promedio de 0.6 mm. Por lo tanto, hay un aumento de la pérdida de hueso crestal de 0,5 mm en el sitio de control que en el sitio de prueba. Estos resultados no fueron estadísticamente significativos.<sup>(51)</sup>



El relleno de hueso mostró un relleno óseo de 2,31 mm más en el sitio de prueba que en el sitio de control. Los resultados fueron estadísticamente significativos. <sup>(51)</sup>

Porcentaje de relleno óseo es de 8.7% más en el sitio de prueba que en el sitio de control. Se encontró que estos resultados son estadísticamente significativos. <sup>(51)</sup>

Se encontró que la pérdida media de ancho fue de 2.75 mm ( $2.75 \pm 1.49$ ) en el sitio de control en comparación con 1.47 mm ( $1.47 \pm 1.44$ ) en el sitio de prueba. El sitio de prueba mostró un relleno óseo de 2,31 mm (8,7%) en comparación con el sitio de control. <sup>(51)</sup>

La comparación de mediciones radiográficas entre los grupos de prueba y control, Los resultados mostraron un relleno óseo de 2,31 mm más en el sitio de prueba que en el sitio de control. (Tabla 13)

Comparación de mediciones radiográficas entre los grupos de prueba y control.

Mediciones	Prueba	Controlar	Diferencia significativa	PAG
Nivel de hueso crestal	$0,09 \pm 0,51$	$0,60 \pm 0,68$	0,51	0,027
Profundidad del zócalo	$10,61 \pm 2,89$	$8,95 \pm 2,55$	1,65	0,046
Relleno de hueso	$8,67 \pm 2,96$	$6,36 \pm 2,52$	2,30	0,007 *
Porcentaje de relleno óseo	$97,29 \pm 2,67$	$88,5 \pm 10,69$	8,76	0,000 *

$P \leq 0.05$  - Estadísticamente significativo. *P* - Significativo

Tabla 13. Comparación de mediciones radiográficas. <sup>(51)</sup>

Se comprobó que la utilización de un xenoinjerto si funciona para la preservación de reborde alveolar, debido a que la resorción ósea no fue la



misma que en un alveolo sin preservar, además que el xenoinjerto tiene una tasa de reabsorción muy lenta a comparación de otros materiales.

Festa y colaboradores encontraron, con el uso de xenoinjertos, resultados estadísticamente significativos en relación con el ancho del reborde en sentido horizontal ( $p < 0,5$ ), a los seis meses de la exodoncia, al comparar los pacientes del grupo estudio XI+MR (xenoinjerto + membrana reabsorbible) con el grupo control CN (cicatrización natural). Encontraron que existe una diferencia de aproximadamente de 2 mm entre los dos tratamientos. En cuanto al plano vertical, mostraron una reducción significativa en el grupo de CN en el punto medio-vestibular de  $-3,1 \pm 1,3$  mm y en el punto medio palatino-lingual de  $-2,4 \pm 1,6$  mm, donde fue más marcada la reabsorción vertical en la tabla vestibular. Entre tanto, los sitios del grupo de estudio no mostraron cambios. En relación con las medidas, observaron que la combinación de XI+MR parece reducir la reabsorción de la cresta alveolar. Sin embargo, en todos los sitios se observó una reducción en espesor vestíbulo palatino o lingual, lo cual confirma que la cicatrización de la exodoncia siempre se va a caracterizar por reabsorción ósea, especialmente en el plano horizontal del reborde alveolar residual. <sup>(52)</sup>

En algunos estudios, como el de Lasella y cols, Barone y cols, los materiales que mejor se comportaron a la hora de la preservación en altura y ancho alveolar fueron el aloinjerto y el xenoinjerto. <sup>(52)</sup>

El estudio imagenológico es imprescindible para la evaluación de los injertos óseos, en este caso la literatura reporta que Nevins, evalúa el uso de Bio-Oss como relleno óseo en el caso de los dientes anteriores superiores, debido a que estos tienen unas raíces más prominentes y la pared vestibular es más susceptible a los cambios. <sup>(53)</sup>



9 pacientes fueron seleccionados para la extracción de 36 dientes , 19 recibieron el injerto óseo y 17 no recibieron ningún injerto, se dividió a la boca en cuadrantes para que la comparación fuera más efectiva, la mitad de los cuadrantes de los sitios a extraer fue colocado Injerto y a la otra mitad no se le colocó nada y fue el sitio control. <sup>(53)</sup>

se realizan tomografías para la evaluación del injerto y para evaluar la colocación del implante. (Fig.103) <sup>(53)</sup>

las tomografías se hicieron inmediatamente después de la extracción posteriormente a 30 días y por último a 90 días, los alveolos tratados con Bio-Oss demostraron una pérdida de menos de 20 % de la placa bucal . <sup>(53)</sup>

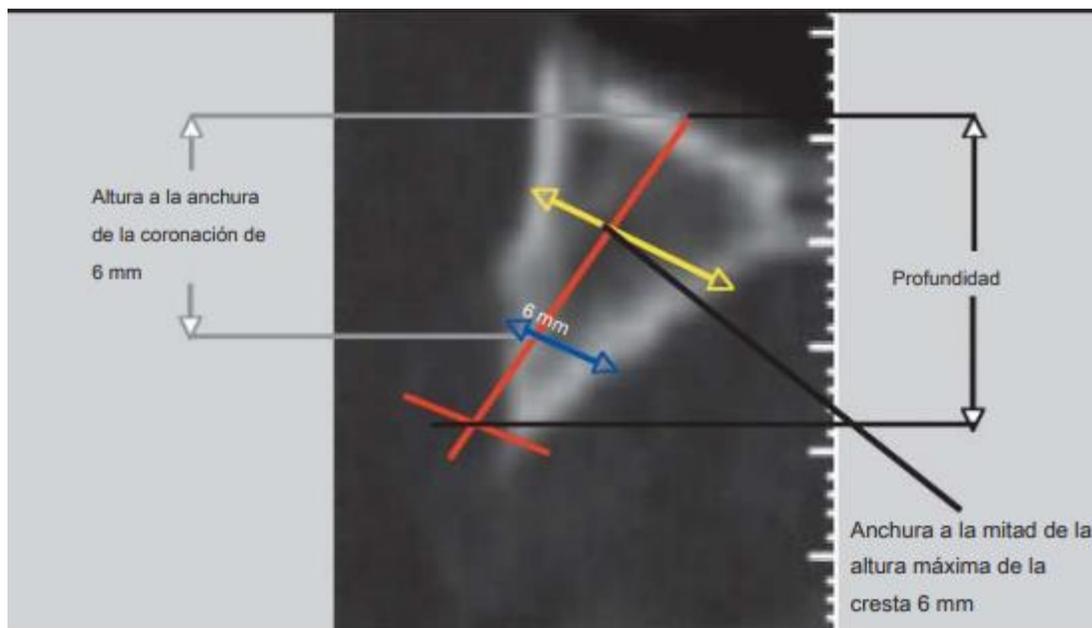


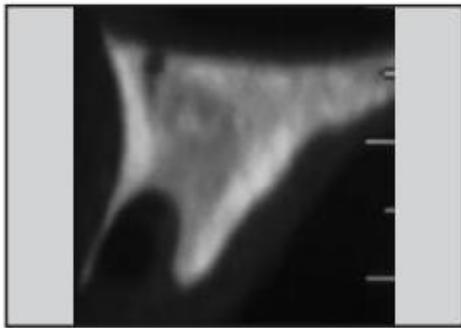
Figura 103. Mediciones para la colocación del implante. <sup>(53)</sup>

En 16 de los sitios de prueba (84%) tratados con Bio-Oss, la altura de la cresta se mantuvo después de la extracción del diente o mostró una pérdida

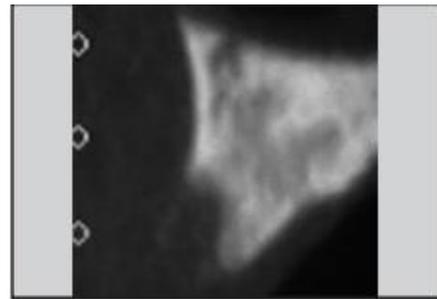


de menos del 20%. En contraste, sólo 5 de los 17 alveolos de control se mantuvo estable (29%), mientras que 12 (71%) mostraron una pérdida de más de 20% en la altura. (Fig104 a-i).<sup>(53)</sup>

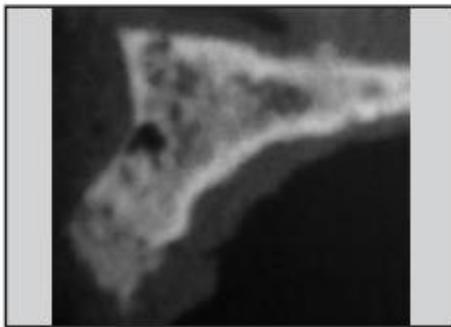
**Fig a. Un alvéolo de extracción con la pared bucal intacta.**



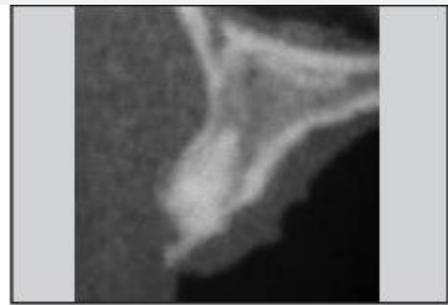
**Fig b. La pared bucal ha sido reabsorbida y la altura de la cresta a cresta anchura 6 mm se reduce claramente después de 42 días.**



**Fig C. Un alveolo de extracción está lleno de Bio-Oss al inicio del estudio.**

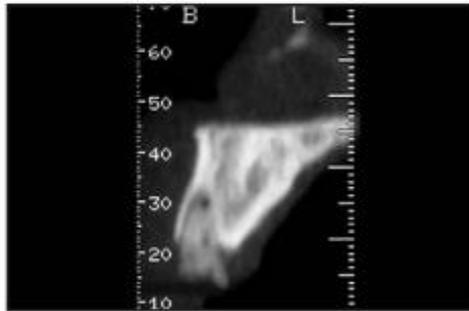


**Fig d. La pared del hueso bucal y la anchura de la cresta ha sido casi completamente mantenida después de 180 días.**

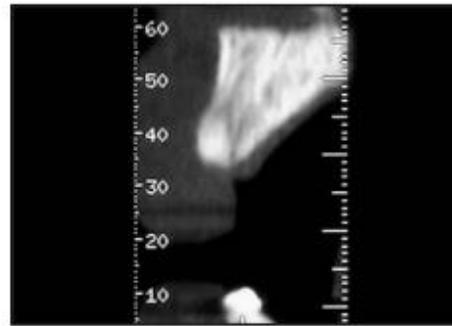


**Fig e. Un alveolo de extracción está lleno de Bio-Oss al inicio del estudio.**

**Fig f. La pared del hueso bucal y la anchura de la cresta han sido casi completamente**

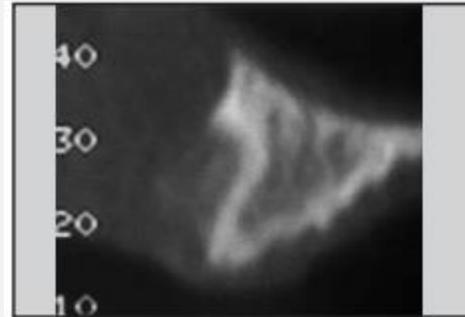
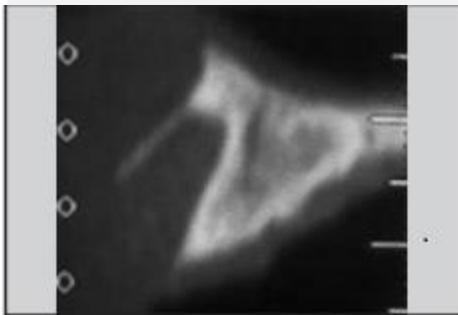


mantenida a 180 días.



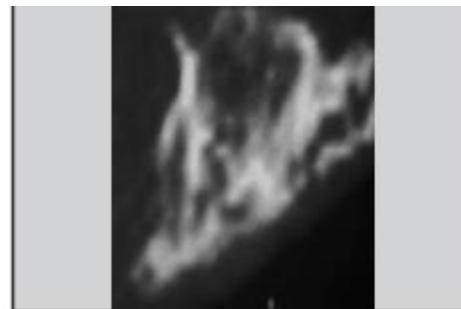
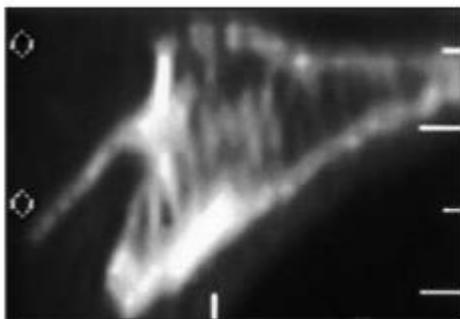
**Fig g. Toma de extracción en línea de base con la pared vestibular intacta.**

Fig h. La pared bucal ha sido reabsorbido y la altura de la cresta a cresta anchura 6 mm se reduce claramente después de 37 días

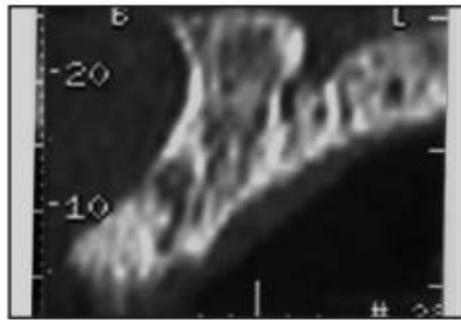


**Fig i. Alvéolo de extracción en la línea base con la pared vestibular intacta**

Fig j. La pared bucal se ha reabsorbido, y la altura de la cresta a cresta anchura 6 mm se reduce después de 61 días.

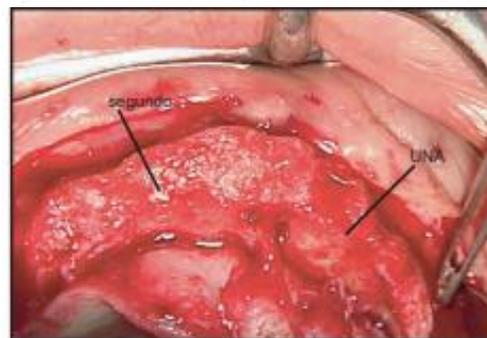
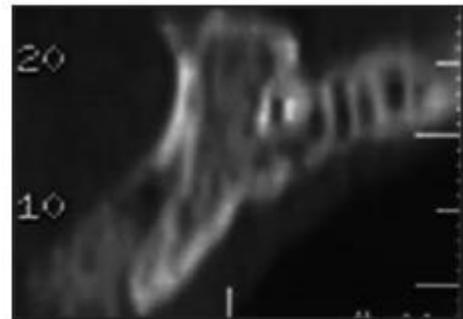


**Fig K. Un alvéolo de extracción lleno de Bio-Oss al inicio del estudio**



La observación clínica de los sitios mostrados en 3i a 3l en el momento de la colocación del implante. A = sitio de prueba (tratados con Bio-Oss); B = sitio de control (sin tratamiento).

**Fig g. La pared del hueso vestibular y la anchura de la cresta han sido casi completamente mantenida a 150 días**



Las imágenes sagitales de la CBTC obtenidas el día de la extracción y en el momento posterior fueron comparadas para determinar el cambio en forma del reborde alveolar y como esto afecta el futuro tratamiento con implantes.

Existe una diferencia de .02 del inicio del estudio cuando se realizaron las extracciones dentales hasta el segundo procedimiento que fue para la colocación de implantes. (Tabla 14) <sup>(53)</sup>



Parámetro	Bio-Oss (Media ± SD) (N = 19)	Controlar (Media ± SD) (N = 17)
	altura de la cresta al inicio del estudio	15.11 ± 4.47
altura de la cresta en el reingreso	12,68 ± 4,83	10.53 ± 4.35
Diferencia	- 2,42 ± 2,58 *	- 5,24 ± 3,72

Tabla 14. Anchura de la cresta al inicio de la cirugía. <sup>(53)</sup>

#### 5.4 Aloplásticos

Se ha demostrado que los injertos aloplásticos, son materiales de relleno y no de regeneración para la colocación de implantes, proveen un andamiaje de osteoconducción de células formadoras de hueso. <sup>(44)</sup>

Los materiales aloplásticos más utilizados son la hidroxiapatita y el fosfato tricálcico. <sup>(44)</sup>

La literatura ha demostrado a través de los años la eficacia del fosfato tricálcico.

En 1997 Kurashina evaluó tres compuestos en una presentación de pasta, los compuestos eran fosfato tricálcico, fosfato dicálcico dibásico y monóxido tricálcico fosfatado. Encontraron a nivel radiográfico e histológico una buena implantación del cemento sin migración, formación activa de hueso alrededor del cemento.

Yao et al en el 2005 evaluaron la compatibilidad de los tejidos y el potencial para acelerar la reconstrucción de compuestos óseos por el fosfato tricálcico



---

comparado con un composite gelatinoso implantados en defectos craneales de conejos, encontrando un reemplazo progresivo del fosfato tricálcico por nuevo hueso <sup>(54)</sup>

Estos resultados fueron confirmados con los obtenidos por Chang-Lim et al en el 2010, <sup>(55)</sup> quienes compararon el fosfato tricálcico de vidrio con un fosfato tricálcico bifásico respecto a su capacidad de regeneración ósea y concluyeron que ambos tipos de fosfatos tricálcico tienen un efecto osteoconductor, y un buen potencial para mejorar la capacidad de formación ósea. El fosfato tricálcico también ha sido utilizado para el aumento de reborde en perros beagles a nivel del maxilar. Los resultados histológicos obtenidos en el estudio de Sato y Colsen en 2009, mostraron la formación de hueso nuevo en los sitios injertados con fosfato tricálcico a los 6 meses. <sup>(56)</sup>

Diversos autores han demostrado que el injerto aloplástico es un material capaz de promover la formación de hueso vital en alveolos post extracción, con un efecto positivo en la cicatrización después de un periodo de 6 a 8 meses.

Otra variante del material que ha sido reportado Los más comercializados son los cristales bioactivos, entre ellos el beta fosfato tricálcico ( $\beta$ -TCP) y la hidroxiapatita (HA), ambos permiten la formación de nuevo tejido óseo permitiendo estabilizar el coágulo de sangre y dar soporte a la osteogénesis durante las primeras fases de la regeneración. La mezcla de estos cristales bioactivos ha demostrado tener una bioactividad y osteoconductividad satisfactoria.

Artzi y cols, demostraron que el ritmo de reabsorción es completamente diferente entre el hueso bovino y el  $\beta$ -TCP. Este último se fue reabsorbiéndose hasta su completa desaparición a los 4 años, mientras que, en el hueso bovino,



---

la fracción de partícula permaneció prácticamente invariable durante el tiempo de evaluación. <sup>(45)</sup>

Es así como en el 2001, Forum y cols demuestran que Bioglass es un material capaz de promover la formación de hueso vital en alveolos post extracción, con un efecto positivo en la cicatrización después de un periodo de 6 a 8 meses. <sup>(45)</sup>

Bronstein 2016 realiza un estudio recientemente en alveolos preservados mediante fosfato tricálcico beta, con y sin membrana, la muestra fue de 18 dientes con indicación de extracción y con condiciones favorables para la preservación del alveolo post extracción al emplearse solo o en conjunto con membranas no reabsorbibles. <sup>(58)</sup>

En 10 alveolos se utilizó como relleno fosfato tricálcico con membrana reabsorbible y en 8 solamente fosfato tricálcico beta ,previo a la cirugía se evaluó el ancho y alto de cada alveolo, mediante una tomografía computarizada de haz cónico , la evaluación fue repetida 6 meses después de que la cirugía fuera realizada. <sup>(58)</sup>

Las mediciones realizadas mediante tomografía computarizada en forma previa a la cirugía y a los 6 meses después fueron:

1) ancho del alvéolo: se midió desde la cresta ósea más apical (vestibular o palatina, según correspondiera), en su punto más coronal, proyectando una horizontal hacia la otra cresta ósea buscando el menor ancho posible. Se tomó como referencia el borde más externo de la cortical de la cresta ósea vestibular o lingual/palatino al medir el ancho del alvéolo. <sup>(58)</sup>

2) altura Determinación del largo y ancho del alvéolo.

alvéolo: una vez obtenido el ancho del alvéolo se trazó una línea perpendicular desde el punto medio de este, siguiendo el eje mayor del alvéolo hasta el borde más coronal de la cortical de las fosas nasales o seno maxilar (Fig.105 )

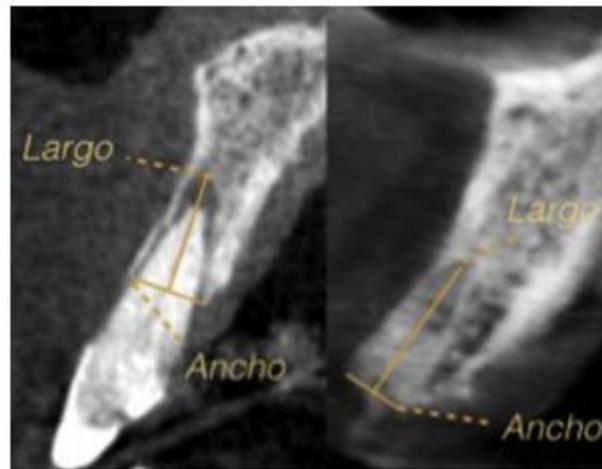


Figura 105. CBTC <sup>(58)</sup>

Los resultados arrojaron que independiente o no del uso de membrana, mantuvo la altura del alveolo transcurrido 6 meses desde su colocación, el ancho del alveolo se mantuvo solo en el grupo sin membrana.

Existió una pérdida de ancho significativa a los 6 meses en el grupo con membrana. Se evalúa la altura no existieron diferencias significativas en las mediciones realizadas al inicio y a los 6 meses en ambos grupos. <sup>(58)</sup> (Tabla 15)

Tabla 1 Mediciones iniciales y finales de los alvéolos en estudio y su distribución según el uso o no de membrana							
Pieza	Alvéolo	Medición inicial		medición a los 6 meses		Uso de membrana	
		Ancho**	Altura ***	Ancho	Altura	No	Sí
2,7	1	12,47 mm	3,42 mm	8,16 mm	3,82 mm		X
1,4	2	7,89 mm	8,10 mm	5,60 mm	8,59 mm		X
1,3	3	7,24 mm	8,28 mm	6,23 mm	7,68 mm		X
1,2	4	4,87 mm	14,20 mm	4,10 mm	11,22 mm		X
1,2	5	4,88 mm	14,55 mm	4,05 mm	13,48 mm		X
1,1	6	5,17 mm	15,34 mm	4,08 mm	13,02 mm		X
2,1	7	5,83 mm	12,96 mm	4,97 mm	12,37 mm	X	
2,2	8	5,56 mm	15,09 mm	5,56 mm	16,13 mm	X	
1,1	9	7,07 mm	16,54 mm	6,89 mm	16,71 mm		X
2,1	10	6,51 mm	17,77 mm	6,36 mm	16,53 mm		X
2,4	11	8,38 mm	16,94 mm	8,35 mm	15,34 mm	X	
1,3	12	9,43 mm	7,70 mm	8,49 mm	7,77 mm	X	
2,2	13	7,42 mm	14,21 mm	5,28 mm	10,18 mm		X
2,3	14	8,33 mm	6,73 mm	6,51 mm	9,93 mm		X
1,3	15	6,22 mm	17,04 mm	7,825 mm	17,14 mm	X	
1,2	16	5,25 mm	19,98 mm	5,20 mm	19,42 mm	X	
1,1	17	6,27 mm	21,19 mm	6,14 mm	19,09 mm	X	
2,1	18	6,44 mm	20,91 mm	5,10 mm	18,04 mm	X	



Henao 2016 realiza un estudio en donde determina los cambios en altura y densidad ósea el material experimental a utilizar fue  $\beta$ -Fosfato tricalcico y quitosano, en el grupo control se empleó un producto comercial compuesto por una mezcla bifásica de hidroxiapatita (HA) y fosfato tricalcico (TCP), se distribuyeron aleatoriamente 47 alveolos , se realizaron tomografías a los 15 días y 3 meses postquirúrgicos determinando niveles óseos (altura y anchura en la zona injertada); también se determinó la densidad ósea utilizando unidades Hounsfield. <sup>(59)</sup>

El método fue el siguiente.

Determinación de la densidad: Utilizando la herramienta presente en el software de archivos Dicom NNT Se determinaron los cambios en la densidad al comparar tomografías iniciales realizadas en el postquirúrgico inmediato (15 días) con tomografías tomadas después de 90 días, con base a la correlación de unidades Hounsfield (Hu).

- Determinación de la calidad ósea: Se midió en forma indirecta con base al promedio en unidades Hounsfield de la densidad ósea de la zona injertada, de acuerdo con la clasificación de Lekholm y Zarb. En la medición se incluyeron las corticales (Vestibular y Lingual/ Palatina). Las mediciones fueron realizadas por un mismo operador.

- Determinación de altura de niveles óseos: Utilizando la herramienta para medida presente en dicho software se midió la altura en la zona injertada del proceso alveolar a los 15 y 90 días tomando 1 punto central (parte media del proceso alveolar desde la cresta al sitio anatómico más cercano).

Tomando como referencias sitios anatómicos como zonas crestales, piso de



fosas nasales, piso de senos maxilares, espina nasal anterior, cortical superior del canal mandibular, etc., obteniendo

- Determinación de anchura de niveles óseos: Se midió la anchura en la zona injertada del proceso alveolar a los 15 y 90 días tomando 3 puntos (Crestal medio y la parte más apical del proceso alveolar), obteniendo medidas de anchura constante, perdida o ganancia a nivel de anchura ósea y grosor de reborde. (Fig.106-109)

Los grupos fueron distribuidos por 1 el experimental y el 2 se le determino que sería el grupo control. (Tabla 16)

Variables	Grupo 1		Grupo 2		p
	Promedio	DE	Promedio	DE	
Densidad Ósea	988.02	373.5	1018.14	360.65	0.6919
Altura Ósea (mm)	13.87	2.77	12.22	4.67	0.1839
Grosor Cresta (mm)*	5.65	1.72	7.5	2.47	0.0104
Grosor Medio (mm)	6.98	2.19	8.43	2.55	0.0680
Grosor Base (mm)	8.92	2.50	9.42	2.43	0.5443

DE: Desviación estandar  
\*p<0.05, significancia estadística t-student  
Prueba de U-MannWithney

Tabla 16. Mediciones de las variables radiográficas. <sup>(59)</sup>

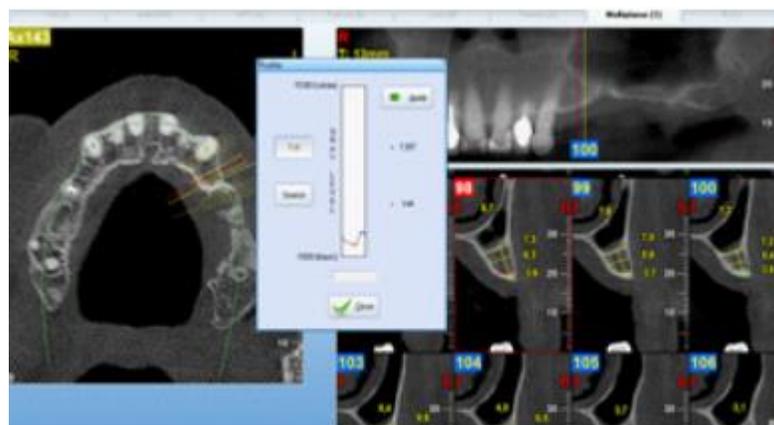


Figura 106. Tomografía Inicial (biocompuesto cerámico con quitosano BC+Q) <sup>(59)</sup>

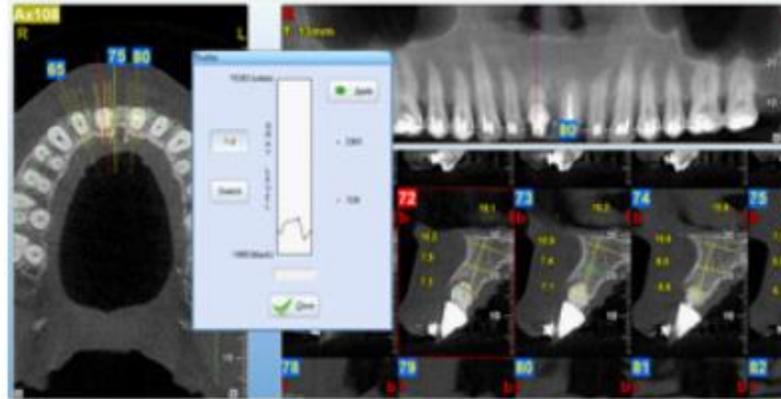


Figura 107. Tomografía inicial (Injerto de hidroxiapatita y fosfato tricálcico GenPhos HA TCP - genius-Baumer). <sup>(59)</sup>

Los resultados mostraron que el material experimental conservó adecuadamente los niveles óseos superando el material comercial en conservación de anchura del reborde, en cuanto a la densidad y altura ósea, no se presentaron diferencias significativas. (Tabla 17)

Variables	Grupo 1		Grupo 2		p
	Promedio	DE	Promedio	DE	
Densidad Ósea	1052.35	390.45	1020.5	334.61	0.7997
Altura Ósea (mm)	13.88	2.95	11.92	4.59	0.1293
Grosor Cresta (mm)*	5.7	1.54	7.3	2.83	0.0363
Grosor Medio (mm)	7.1	2.18	8.74	2.69	0.0520
Grosor Base (mm)	9.32	2.77	9.82	1.94	0.5596

DE: Desviación estandar  
 \*p<0.05, significancia estadística t-student  
 Prueba de U-MannWithney

Tabla 17. Mediciones de las variables radiográficas. <sup>(59)</sup>

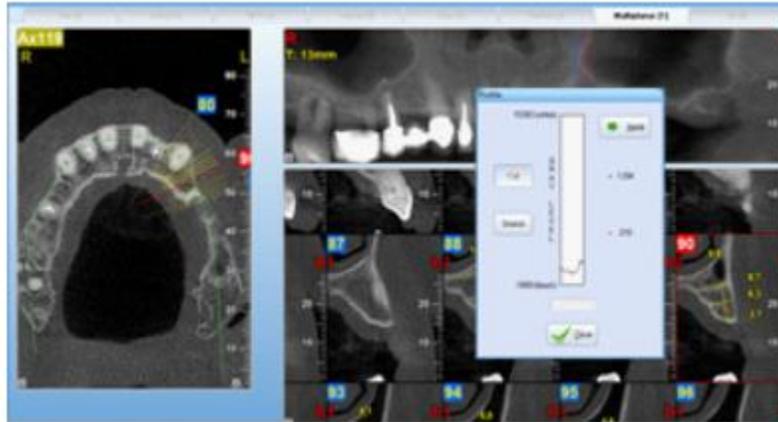


Figura 108. Tomografía final (biocompuesto cerámico con quitosano BC+Q). (59)

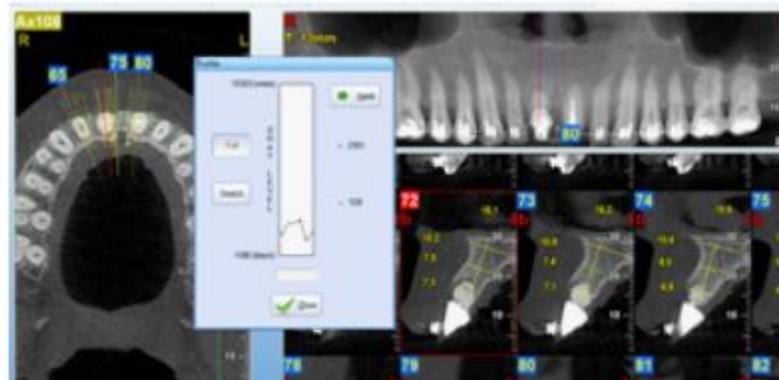


Figura 109. Tomografía final (Injerto de hidroxiapatita y fosfato tricálcico GenPhos HA TCP - genius-Baumer). (59)



Comparativa de diversos biomateriales. (Tabla 18).

Material	Comparación
Aloplastico $\beta$ -Fosfato tricalcico y quitosano	<b>Aumento de 0.10</b>
<b>Fosfato tricálcico con membrana</b> Sin membrana	<b>Aumento .12</b> <b>Perdida de .5 mm</b>
Aloinjerto FDBA con matriz de colágena	<b>Aumento sin especificar.</b>
Xenoinjerto Bio – Oss Cerabone	<b>aumento</b> <b>.02</b> <b>1.47</b>

Tabla 18. Comparación

La literatura ha reportado que la intervención más efectiva para mantener el reborde alveolar es la combinación de membranas de barrera y materiales sustitos óseos , al utilizar una membrana en comparación con un biomaterial solo el aumento óseo es significativamente más favorable.

Como complicación más común la exposición de membrana es el caso más reportado en la literatura con una tasa media de 22.7%

## 5.5 Toma de decisiones para preservar el reborde alveolar

La toma de decisiones para preservar un alveolo no debe ser arbitrario, se debe realizar con base a una tomografía para prever el escenario quirúrgico.

Cuando se realizan extracciones y se pretende colocar un implante es conveniente tener un estudio imagenológico tridimensional para realizar una toma de decisiones adecuadas. Por ejemplo, Frost en 2019, presenta en su artículo “El proceso de toma de decisiones para la preservación de crestas, después de la extracción dental”, un caso donde existe un defecto óseo en la zona bucal que se pudo detectar antes del procedimiento quirúrgico con el uso de la tomografía axial computarizada. <sup>(60)</sup> (Fig 110).

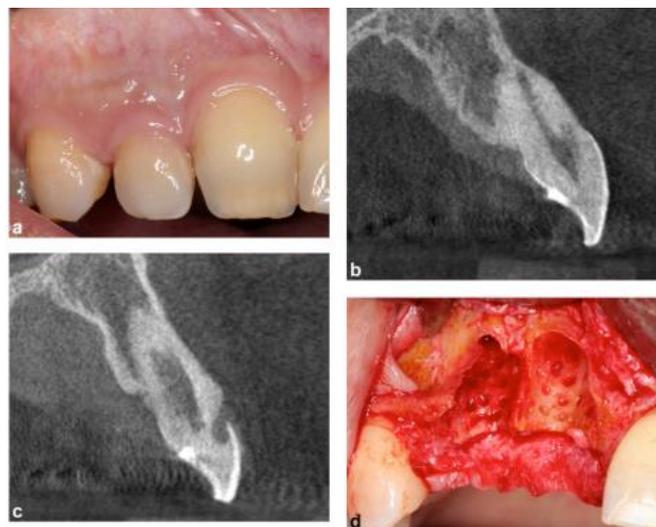
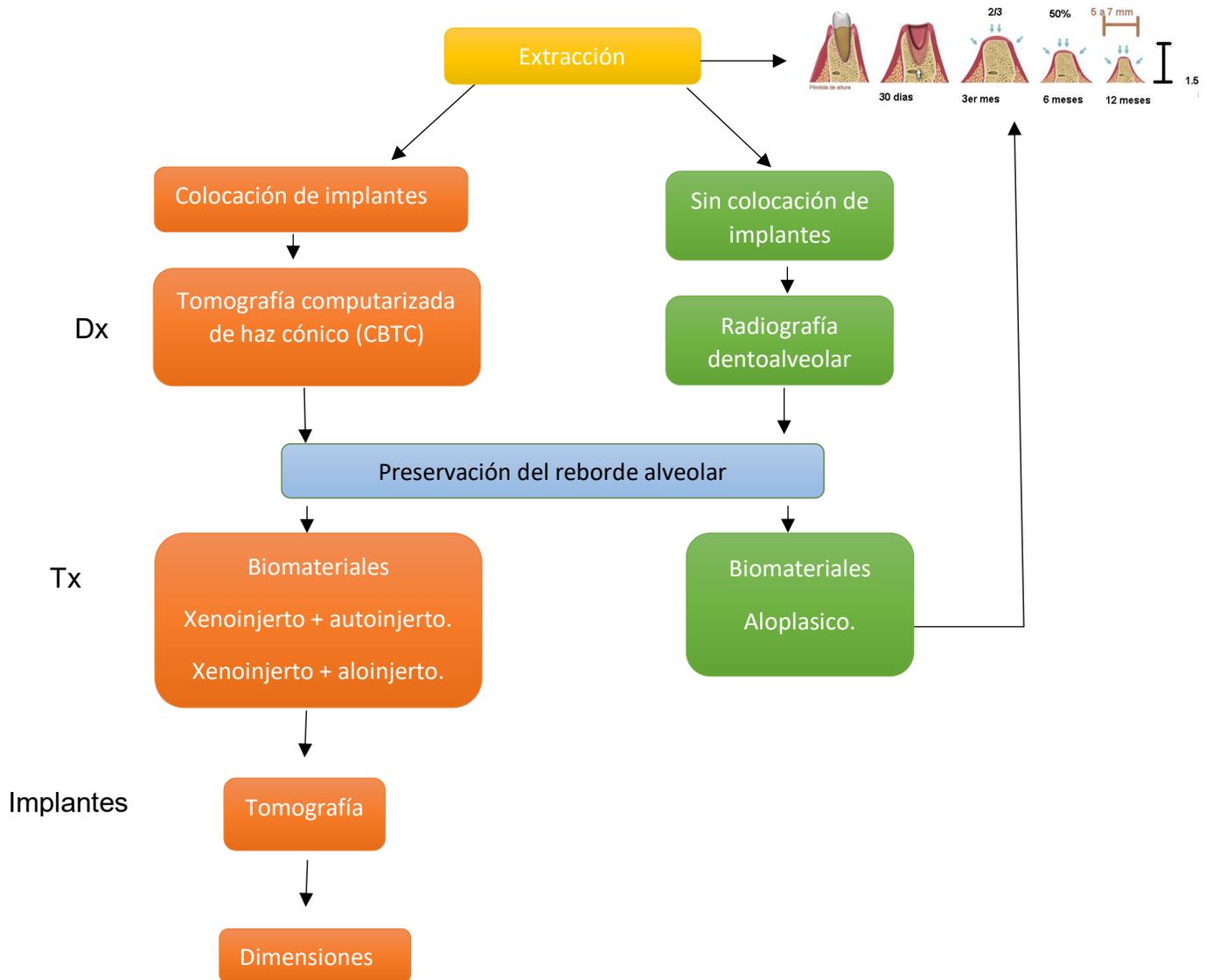


Figura 110. Vista clínica e imagenológica del alveolo a tratar. <sup>(61)</sup>

Es importante realizar una tomografía axial computarizada, para tener un procedimiento quirúrgico certero y eficiente.

Con base en la literatura presentada en los capítulos previos y este artículo se propone una tabla para la toma de decisiones cuando se requiera hacer un procedimiento de extracción dental.





---

Para la toma de decisión previo a la extracción dental se debe considerar el tratamiento que se realizará el paciente, por ejemplo, en el caso de pensar en colocar un implante se necesita un injerto óseo que mantenga el reborde alveolar y el colapso sea mínimo, pero por otro lado en el caso de usar prótesis fijas o removibles, solamente se utiliza un injerto que mantenga el volumen, ya que no se requiere de la arquitectura y las propiedades de un autoinjerto. <sup>(60)</sup>

Para realizar una toma racional de decisiones basados en la evidencia científica se sugiere el siguiente protocolo de tratamiento. Este tratamiento va del más favorables al menos favorable.

Clase IA, es cuando se coloca inmediatamente el implante en el momento de la extracción dental. esto es una situación ideal.

Clase IB o II A, es cuando son óptimas, sin embargo, existen condiciones con contorno gingival y la colocación del implante puede necesitar ser complementada con injerto de tejido blando y / o duro.

Clase II A o II B, es cuando la presencia de cualquier recesión o de un defecto óseo grande, el cual comprometería un implante inmediato <sup>(61)</sup>

En el 2019 se realizó un consenso en donde existen recomendaciones para tratar de manera adecuada un alveolo post extracción, incluso nos brindan recomendaciones ante el cómo actuar en diversas situaciones clínicas, por ejemplo: <sup>(60)</sup>

- La presencia de una infección local aguda, puede que sea impredecible el resultado de la colocación de los implantes
- La ausencia de estabilidad primaria tras la colocación del implante.
- La presencia de un fenotipo periodontal delgado, se requieren altas exigencias estéticas, representa un escenario justificable para la indicación de un implante inmediato.



- 
- El paciente que presenta condiciones locales y sistémicas no controladas altera la cicatrización ósea.



---

## Conclusiones

La imagenología permite complementar un diagnóstico, gracias a las imágenes bidimensionales y volumétricas.

A pesar de la evolución tecnológica, la tomografía computarizada es una herramienta que en odontología aún no se maneja con facilidad debido a las deficiencias que se tiene para la interpretación y para la utilización del software.

Al extraer un órgano dental es de suma importancia analizar el cómo se va a rehabilitar el paciente, ya sea que se decida colocar implantes o prótesis fija y removible, lo primordial para estos tratamientos es la conservación del alveolo, debido a que al extraer un órgano dental existe un colapso óseo teniendo como resultado una disminución del alveolo, imposibilitando una correcta rehabilitación protésica.

Existen diversos biomateriales que tienen la finalidad de evitar el colapso del reborde alveolar, estos se pueden clasificar en aloinjertos, xenoinjertos, autoinjertos y aloplásticos.

Los xenoinjertos, son el material por elegir para colocar implantes debido a que no existe una contracción tan severa, como si se compara con el autoinjerto.

Los autoinjertos son el estándar de oro al colocarse con otro material, porque solo la tasa de reabsorción ósea es muy alta.

Los aloplásticos solo se utilizarán con el fin de mantener el relleno óseo y la dimensión del alveolo, tomando en cuenta que con este material no se puede colocar implantes por que la calidad del hueso no es la óptima.



---

Por último, se considera que la investigación futura de este tema debe mejorar la calidad de la investigación científica ya una de las dificultades que se presentó durante este trabajo fue la incongruencia de los títulos de los artículos revisados y el desarrollo de estos.

Además, se observa repetidamente que los resultados se presentan en una radiografía bidimensional que no permiten evaluar correctamente el volumen del proceso alveolar perdido o mantenido con la colocación de biomateriales.

Esto arroja la necesidad de estudios estandarizados para la evaluación tridimensional de los biomateriales ya que facilitaría la comparación de los resultados.



---

## Índice de abreviaturas

1. DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine
2. TC: Tomografía Computarizada
3. CBTC: Cone Beam
4. FOV: Tamaño de campo de visión
5. PET: Tomografía por emisión de positrones
6. Spect : Tomografía por emisión
7. ATM : Articulación temporomandibular
8. MPR :Multi planar reformat
9. DBT : Data base Manager
10. Dlb : Dynamic Lightbox



---

## Referencias

1. langucci J.M; Howerton J.L; radiografía dental, 4ta edición, Radiografía dental, principios y técnicas, 4ta edición, México, Amolca, (Pp)312-323.
2. Vargas, L; Serrano, C.A ; Estrada ,J.H; Preservación de alvéolos postexodoncia mediante el uso de diferentes materiales de injerto, revisión de la literatura.Rev.Univ Odontol. , 2012, Ene-Jun,hallado en : <http://www.javeriana.edu.co/universitasodontologica>
3. Finlayson, A.F ;Cone-beam computer tomography system. Rev. Ustasalud,2008 , Noviembre , hallado en: [http://revistas.ustabuca.edu.co/index.php/USTASALUD\\_ODONTOLOGIA/article/viewfile/1190/982](http://revistas.ustabuca.edu.co/index.php/USTASALUD_ODONTOLOGIA/article/viewfile/1190/982)
4. Tiznado, G.E ;Como nace la tomografía, Rev.Tame .2014 ,Oct, hallado en:[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/1979/hounsfield-facts.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1979/hounsfield-facts.html)
5. Atwood DA ;Some clinical factors related to rate of resorption of residual ridges, 2001, Agosto, J Prosthet Dent. Hallado en: [https://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(01\)37842-3/abstract](https://www.thejpd.org/article/S0022-3913(01)37842-3/abstract)
6. Adrians P. Preservation of bony sites. Proceeding og 3<sup>rd</sup> European federation of Periofontology Implant dentistry. Chicago Quintessence 1999.
7. Pérez; Merino; Definición de imagenología.Definicion de Hallado en:<https://definicion.de/imagenologia/>
8. Pérez; Merino; Definición de tomografía. Definicion. Hallado en:<https://definicion.de/tomografia/>
9. Sin datos; Tomografía computarizada.National Institute of biomecal imagig and bioengineering.hallado en:<https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/tomograf%C3%ada-computarizada-tc>
10. Sin datos; Componentes de un tomógrafo. Imagen diagnostica y enfermería, Hallado en: <http://www.needgoo.com/componentes-de-un-tomografo/>.
11. Gonzales, H ;Técnico superior en imagen para el diagnostico y medicina nuclear, Tecnicas de tomografía computarizada y



- 
- ecografía ,Sin datos , Edit Aran, hallado en: <http://www.aranformacion.es/soluciones/index.asp?ID=21>
12. Puerta , A ;García,V; Protocolos de tomografía computerizada del Servicio de Radiología del Hospital General Universitario Reina Sofía de Murcia, 2015, Sin dato Hallado en:[http://www.murciasalud.es/publicaciones.php?Op=mostrar\\_publicacion&id=2324&idsec=88](http://www.murciasalud.es/publicaciones.php?Op=mostrar_publicacion&id=2324&idsec=88)
  13. Delgado ,M; Morillo ,M; Sánchez, Manual de radiología clínica, 2da edición, Madrid, edit. Harcourt , (Pp)77-96.
  14. Arana, E ;Computerized tomography: introduction to dental techniques. Rev RCOE, 2006, Mayo-Junio , hallado en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?Script=sci\\_arttext&pid=S1138-123X2006000300003](http://scielo.isciii.es/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1138-123X2006000300003)
  15. Mimics Medical 21.0 – Instrucciones de uso del Software | L-10820-02, [mimics@materialise.be](mailto:mimics@materialise.be) | [materialise.com](http://materialise.com) file:///C:/Users/BLANCA/Desktop/Rdio%20cap%201/IFU%20Mimics%20Medical%2021.0%20Spanish.pdf
  16. Quispe R.D. Medios de contraste protección y seguridad radiológica, hallado en: [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682013001000009&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682013001000009&script=sci_arttext&tlng=es)
  17. Rodriguez P. Características fisicoquímicas y clínicas de los medios de contraste iodados.Junio 2018, hallado en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/anaradmex/arm-2008/arm082h.pdf>
  18. Ramirez, L;Medios de contraste para auxiliar el diagnostico en el tratamiento de conductos.2018.Tesina
  19. Sin Datos ;Sin datos ; Ciber med,<https://www.ondemand3d.com/pages/ondemand3d/Packages/application>
  20. OnDemand3D™` Application Manual de Operación Build 1.0.9.1451 Version 1.0,2011, Cybermed Inc.
  21. Skyblue <https://blueskybio.com/pages/free-treatment-planning-software>
  22. Nackaerts , O; Maes, F; Yan ,H ; Couto ,P; Pauwels, R ; Jacobs ,R ; Analysis of intensity variability in multislice and cone beam computed tomography. Clin Oral Implants. 2011, Agosto , hallado en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0501.2010.02076.x>



23. Planas, J; Morote , J; La densitometría ósea: un nuevo método diagnóstico para el urólogo,2006,Diciembre, hallado en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?Script=sci\\_arttext&pid=S0004-06142006001000010](http://scielo.isciii.es/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0004-06142006001000010)
24. Misch, CE; Implantología contemporánea, 3era edición, Madrid. España, Elseiver Mosby; 2008, (Pp)1102
25. Misch , CE ; Judy , KW ; Classification of partially edentulous arches for implant dentistry. J Oral Implantol 1987, hallado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12212680>
26. Vargas , A , ;Yañez , R ;Monteagudo , C ;Periodontología e implantología ,Mexico, editorial medica panamericana 2016; (Pp) 440.
27. Newman , M; Takei H; Perry R ;Carranza ,F ;Periodontología clínica, 10 edicion , edit.Mc Graw Hill 2010 ; (Pp)1222.
28. Kao R; Periodontal regeneration and reconstructive surgery ,en Mealey R, Periodontics medicine , Surgery and implants , Sann Louis Missouri , Elsevier , (Pp).1550-1111
29. Henao ,S ; Morales , M; Valencia ,C ; Arce, S; Jaramillo ,A ; Cruz ,C; Martinez C; Determination of changes in height and bone density after process preservation with synthetic bone substitute, Rev. Estomatol, 2016, Noviembre, hallado en: <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/01/878065/2-henao-cambios-altura-y-densidad.pdf>
30. Araujo, M;Lindhe J ; Periodontologia clinica e implantologia odontologica , 6ta edicion , editorial medica panamericana 2016; tomo 1 (Pp) 65-82..
31. Ramirez, A ; Pérez, B; SánchezThe most frequent causes of dental extraction among registered users of a Mexican Institute of Social Security Family Health, Center. Rev. ADM.2010,Enero, hallado en: <https://www.mediagraphic.com/pdfs/adm/od-2010/od101e.pdf>
32. Gay , C ; Berini, L ; Tratado de cirugía bucal , 1 era Edición , Madrid ,edit,Ergon ;2004 (Pp) 700.
33. Cardaropoli, G; Araújo, M; Lindhe, J; Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites, J Clin Periodontol ,2003 , Septiembre , hallado en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1034/j.1600-051X.2003.00366.x?sid=nlm%3Apubmed>
34. Navarro, M; Ramos A ; Metabolismo óseo. Vitamina D y PTH, Rev.Endocrinología y nutrición , elsevier. 2006, hallado en:



- 
- <https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-linkresolver-metabolismo-oseo-vitamina-d-y-S1575092206710907>
35. Lordelo, M; El tabaco y su influencia en el periodonto. Avances en Periodoncia, 2005, Abril, hallado en:[http://scielo.isciii.es/scielo.php?Script=sci\\_arttext&pid=S1699-65852005000100003&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1699-65852005000100003&lng=es).
  36. Darby, I.; Chen, S ; De Poi, R; Ridge preservation: what is it and when should it be considered. Australian Dental Journal , 2008, Marzo, hallado en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1834-7819.2007.00008.x>
  37. Molina, J ; Glitter, E ; Milá R, Alemany, A; griffint.J; preservación de reborde alveolar. Por qué y cuándo, Periodoncia y osteointegración, 2007 , Oct- Dic, hallado en: [http://www.sepa.es/images/stories/SEPA/REVISTA\\_PO/articulos.pdf/17-4\\_04.pdf](http://www.sepa.es/images/stories/SEPA/REVISTA_PO/articulos/pdf/17-4_04.pdf)
  38. Schropp , L ; Wenzel, A ; Kostopoulus , L ; Karring, T ; Bone healind and soft tissue contour changes rallowing since – tooth extraccion , a clinical and radiographic 12- month prospective study . Int J Periodontics restorative dent, 2003, Agosto, hallado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12956475>
  39. Allegrini , Jr ; Koenig , Jr. B ; Rivellino , M; Yoshimoto , M; Gedrange ,T; Fanghaenel ,J; Lipski, M; Alveolar ridge sockets preservation with bone grafting – review. Ann Acad Med Estetin, 2008; hallado en: [https://www.pum.edu.pl/data/assets/pdf\\_file/0008/13220/54-01-10.pdf](https://www.pum.edu.pl/data/assets/pdf_file/0008/13220/54-01-10.pdf)
  40. García M, Yassin S, Bascones; Ridge preservation and ridge augmentation procedures: A literatura review. Rev.scielo Av Periodon Implantol. Publicación periódica línea , 2016, Agosto, hallado en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?Script=sci\\_arttext&pid=S1699-65852016000200003](http://scielo.isciii.es/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1699-65852016000200003)
  41. Lekholm, U ; Zarb , G ; Osseointegration in Clinical Dentistry.sin datos , 1985, hallado en: [http://www.quintpub.com/display\\_detail.php3?Psku=b1293#.XZ\\_ca\\_uzkjiu](http://www.quintpub.com/display_detail.php3?Psku=b1293#.XZ_ca_uzkjiu)
  42. Wang HL ; Al-Shammari K; HVC ridge deficiency classification : athera pe utically or i e n t e d classification, J Periodontics



- Restorative Dent, 2002, hallado en:[https://www.unboundmedicine.com/medline/citation/12212680/HVC\\_ridge\\_deficiency\\_classification:\\_a\\_therapeutically\\_oriented\\_classification](https://www.unboundmedicine.com/medline/citation/12212680/HVC_ridge_deficiency_classification:_a_therapeutically_oriented_classification)
43. Ford, V ;Hanly , G ; Valenzuela, J; Herrera, M;Muñoz ,S; ¿Preservación del reborde alveolar? Toma de decisión ante la colocación de implantes dentales. Rev. CES Odont, 2012, Junio , hallado en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ceso/v25n2/v25n2a04.pdf>
  44. . Martínez , O ; Barone, A ;Covani ,U ; Fernández , A, ;Jiménez , A ; Monsalve , L ; Velasco , E ;Injertos óseos y biomateriales en implantología oral, Rev. Avances en odontoesmatologia , 2018, hallado en:<http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v34n3/0213-1285-odonto-34-3-111.pdf>
  45. . Soto, S ; Taxis , G ; Injertos óseos. Una alternativa efectiva y actual para la reconstrucción del complejo cráneo-facial. Fest Zaragoza , 2004 , junio, hallado en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75072005000100005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072005000100005)
  46. Rebolledo, V; Nueva técnica de preservación de alveolo dentario. estudio piloto, tesis presentada en la facultad de medicina clínica alemana ,2014. Santiago. (pp) 55.
  47. Kloss , R; Offermanns, V ; Brandstätte, A ; 2018 , Septiembre , Rev. Clinical oral implants research Comparison of allogeneic and autogenous bone grafts for augmentation of alveolar ridge defects— A 12-month retrospective radiographic evaluation hallado en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/clr.13380>
  48. Porta , M;Aguilar, E ; Alveolar ridge preservation technique with uncovered freeze-dried bone allograft. A case report , Julio , 2018 hallado en:
  49. Parashis ; Charles ;Stark ; Ganguly ; B. Hanley; Steffensen ; Prospective Clinical and Radiographic Study of Alveolar Ridge Preservation Combining Freeze-Dried Bone Allograft With Two



- 
- Xenogeneic Collagen Matrices, Abril, 2016, Hallado en: Parashis\_et\_al-2016-Journal\_of\_Periodontology.pdf
50. Kollati, P; Koneru S; Dwarakanath, Ch; Gottumukkala; Effectiveness of naturally derived bovine hydroxyapatite (Cerabone™) combined with platelet-rich fibrin matrix in socket preservation: A randomized controlled clinical trial, J Indian Soc Periodontol, Marzo, 2019 Hallado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6434722/>
51. Salgado J, Zea DM, González JM, Velosa J. Efectividad de las técnicas de preservación alveolar sobre alvéolos postexodoncia comparados con alvéolos sin preservar: revisión sistemática de la literatura. Univ Odontol. 2014 Ene-Jun; 33(70): 203-216. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.UO33-70.etpa>
52. Nevins; Camelo; Paoli; Friendland; A study of the fate of the buccal wall of extraction sockets of teeth with prominent roots, Noviembre, 2016. Hallado en: [http://www.dentalxp.com/articles/prd\\_26\\_1\\_Nevins\\_3.pdf](http://www.dentalxp.com/articles/prd_26_1_Nevins_3.pdf).
53. Yao CH, Liu BS, Hsu SH, Chen YS. Alveolar bone response to a tricalcium phosphate-gelatin crosslinked gelatin composite. Biomaterials. 2005; Hallado en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15603801>
54. Lim HC, Sohn JY, Park JC, Um YJ, Jung UW, Kim CS, Lee YK, Choi SH. Osteoconductive effects of calcium phosphate glass cement grafts in rabbit alveolar defects, hallado en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4552310/>
55. Festa V; Addabbo F; Laino L; Femiano F; Rullo R; Porcine-Derived Xenograft Combined with a Soft Cortical Membrane versus Extraction Alone for Implant Site Development: A Clinical Study in Humans. 2011 Nov. Hallado en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6164666/>



- 
56. Sato I, Akizuki ;T. Histological evaluation of alveolar ridge augmentation using injectable calcium phosphate bone cement in dogs. J Oral Rehabil. 2009; 36(10):762- 9.
  57. Bronsteina M, Nappe , Villavicencia, Toroa H Guinez H, Preservación de alvéolos mediante fosfato tricálcico beta, con y sin membrana , Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral. 2016, Mayo, Hallado en (<http://creativecommons.org/licenses/by-ncnd/4.0/>).
  58. Henao;Morales ;Valencia ; Arce ;Jaramillo ; Cruz; Martinez; Determination of changes in height and bone density after process preservation with synthetic bone substitute, 2016. Hallado en [http://revistas.univalle.edu.co/index.php/revista\\_estomatologia/%20article%20/view%20/5791](http://revistas.univalle.edu.co/index.php/revista_estomatologia/%20article%20/view%20/5791)
  59. Frost ,The Decision-Making Process for Ridge Preservation Procedures After Tooth Extraction , hallado en The%20Decision-Making%20Process%20for%20Ridge%20Preservation.pdf
  60. Tonetti MS, Jung RE, Avila-Ortiz G, et al. Management of the extraction socket and timing of implant placement: Consensus report and clinical recommendations of group 3 of the XV European Workshop in Periodontology. J Clin Periodontol. 2019; Hallado en <https://doi.org/10.1111/jcpe.13131>
  61. Yafi ; Alcawaf; What is the optimim for alveolar rodge preservation?, Octubre 2019 ,Agosto.Hallado en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6434722/>
  62. Brian L. Mealey, Department of Periodontics, University of Texas Health Science Center at San Antonio