



Rehabilitación implantosoportada con planificación digital y guía quirúrgica: integración clínica-laboratorial. Reporte de caso

Implant-supported rehabilitation with digital planning and surgical guidance: clinical-laboratory integration. Case report

Cristian Danilo Urgiles Urgiles   ^{1*}, Denisse Alexander Ludizaca ²,
Cristina Estefanía Urgiles Esquivel ³,

¹ Universidad Católica de Cuenca. curgilesu@ucacue.edu.ec. Azogues, Ecuador

² Universidad Católica de Cuenca. daludizacal37@est.ucacue.edu.ec. Cuenca, Ecuador

³ Universidad Católica de Cuenca. cristina.urgiles@ucacue.edu.ec. Azogues, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.26871/killkana_salud.v10i1.1751

Resumen

Introducción: La implantología contemporánea ha incorporado de manera progresiva flujos de trabajo digitales que integran tomografía volumétrica, escaneo intraoral y diseño asistido por computadora, permitiendo una planificación protésicamente guiada y una colocación más precisa de implantes dentales. La cirugía guiada mediante guías quirúrgicas impresas en 3D se ha posicionado como una alternativa predecible que favorece la seguridad quirúrgica y la integración clínico-laboratorial. **Caso clínico:** Se presenta el caso de un paciente parcialmente edéntulo que requirió rehabilitación implantosoportada en la región posterior del maxilar superior. Se realizó planificación digital mediante la superposición de archivos DICOM y STL, el diseño virtual del implante y la elaboración de una guía quirúrgica estática personalizada. La colocación del implante se efectuó

siguiendo el protocolo guiado, logrando una adecuada estabilidad primaria y una correcta posición tridimensional. Posteriormente, se desarrolló la fase protésica provisional mediante un flujo CAD/CAM, obteniendo una restauración con adecuado ajuste, función y estética. **Conclusiones:** La integración del flujo digital clínico-laboratorial en la planificación y ejecución de cirugía guiada para implantes dentales constituye una estrategia confiable y predecible, que optimiza la precisión quirúrgica, reduce la morbilidad y contribuye a resultados protésicos satisfactorios.

Palabras clave: implantes dentales, cirugía asistida por computador, CAD/CAM, prótesis dental de soporte implantado.

Abstract

Introduction: Contemporary implantology has progressively incorporated digital workflows that integrate volumetric tomography, intraoral scanning, and computer-aided design, enabling prosthetically driven planning and more precise placement of dental implants. Guided surgery using 3D-printed surgical guides has emerged as a predictable alternative that enhances surgical safety and promotes clinical-laboratory integration. **Clinical case:** A case of a partially edentulous patient requiring implant-supported rehabilitation in the posterior region of the maxilla is presented. Digital planning was performed through the superimposition of DICOM and STL files, virtual implant design, and fabrication of a customized static surgical guide. Implant placement was carried out following a guided protocol, achieving adequate primary stability and correct three-dimensional positioning. Subsequently, the provisional prosthetic phase was completed using a CAD/CAM workflow, resulting in a restoration with appropriate fit, function, and esthetics. **Conclusions:** The integration of a digital clinical-laboratory workflow in the planning and execution of guided implant surgery represents a reliable and predictable strategy that optimizes surgical accuracy, reduces morbidity, and contributes to satisfactory prosthetic outcomes.

Keywords: dental Implants, computer-assisted surgery, CAD/CAM, implant-supported dental prosthesis.

Introducción

La implantología contemporánea y la rehabilitación oral han evolucionado significativamente con la incorporación de flujos de trabajo digitales que integran la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), el escaneo intraoral y el diseño asistido por computadora. Este enfoque permite una planificación protésicamente guiada que optimiza la posición tridimensional del implante en relación con la futura restauración, favoreciendo resultados funcionales y estéticos más predecibles^{1,2}.

La cirugía guiada asistida por computadora surge como una respuesta a la necesidad de trasladar con mayor precisión la planificación virtual al acto quirúrgico. Diversos estudios han demostrado que el uso de guías quirúrgicas personalizadas permite mejorar la exactitud del posicionamiento implantario y reducir la variabilidad operatoria asociada a técnicas convencionales²⁻⁴. Este enfoque se basa en la integración de datos volumétricos y de superficie mediante la superposición de archivos DICOM y STL, lo que permite evaluar simultáneamente la anatomía ósea y el diseño restaurador planificado^{1,5}.

Sin embargo, la precisión de los sistemas de cirugía guiada no debe interpretarse como absoluta. Revisiones sistemáticas han demostrado que, incluso en flujos digitales estandarizados, pueden presentarse desviaciones entre la planificación virtual y la posición final del implante. Schneider et al. reportaron desviaciones promedio cercanas a 1 mm en la región cervical y aproximadamente 1.4 mm en el ápice, con discrepancias angulares de hasta 4°². De manera similar, Tahmaseb et al. señalaron que la precisión clínica depende del encadenamiento de múltiples factores, incluyendo la adquisición de datos, el registro digital, el diseño de la guía y la ejecución quirúrgica¹.

En este contexto, la planificación digital interdisciplinaria adquiere una importancia fundamental. La correcta integración entre clínico y laboratorio permite optimizar la posición protésica del implante, mejorar la estabilidad primaria y facilitar la fase restauradora mediante tecnologías CAD/CAM⁵⁻⁷. Asimismo, la evolución de la odontología digital ha permitido desarrollar protocolos restauradores completamente digitales, los cuales han demostrado mejorar la reproducibilidad del resultado protésico y reducir el número de citas clínicas necesarias^{5,8}.

Por otra parte, el crecimiento sostenido del mercado global de implantes dentales y de tecnologías digitales en odontología ha impulsado la adopción de flujos de trabajo digitales en la práctica clínica. Sin embargo, diversos autores advierten que la adopción tecnológica debe estar respaldada por evidencia científica sólida que delimite claramente sus indicaciones, beneficios y limitaciones clínicas^{6,9}.

Por lo tanto, la presentación de reportes de caso clínico bien documentados resulta relevante para comprender el comportamiento de estos sistemas en escenarios clínicos reales. El presente trabajo describe la rehabilitación implantosoportada de un paciente parcialmente edéntulo mediante planificación digital y cirugía guiada, enfatizando la integración clínico-laboratorial y los puntos críticos del flujo digital.

Caso clínico

Presentación clínica inicial

Paciente de sexo masculino, de 28 años de edad, con tratamiento ortodóntico finalizado, quien acudió a la consulta odontológica por presentar inconformidad funcional y estética. Dentro de los antecedentes médicos no refiere ninguno y no está bajo tratamiento farmacológico sin antecedentes de alergias medicamentosas. El paciente fue clasificado como ASA I.

En relación con los antecedentes odontológicos, el paciente refirió pérdida dentaria correspondiente al órgano dental 15, hace aproximadamente 15 años asociada a caries. No se reportaron tratamientos implantológicos previos en la zona de interés. Con tratamiento ortodóntico culminado.

El motivo principal de consulta fue la necesidad de recuperar la función masticatoria y la estética en el área edéntula, manifestando además el deseo de una solución fija y predecible.

Evaluación clínica inicial

Examen extraoral

La evaluación estética extraoral reveló un biotipo facial leptoprosopo, caracterizado por un predominio de la dimensión vertical y una ligera asimetría clínica detectada en el análisis de los quintos y tercios faciales. El estudio del perfil, bajo los parámetros de Ricketts y Fradeani, mostró un perfil convexo, consistente con la morfología dolicofacial del paciente.

Desde el punto de vista funcional, la dinámica mandibular se encontró en equilibrio, con una apertura bucal de 40 mm dentro de los rangos de normalidad (40-55 mm) y una cinemática articular libre de limitación funcional, ruidos (clics o crepitaciones) o sintomatología dolorosa durante los movimientos de excursión y protrusión, lo que confirma la integridad del complejo cóndilo-disco.

Examen intraoral

Al examen intraoral se observó mucosa oral normocoloreada, sin lesiones aparentes. La encía presentó características compatibles con salud gingival en los sectores dentados, con presencia de encía queratinizada adecuada alrededor de las piezas remanentes.

El reborde alveolar en la zona edéntula presentó morfología moderadamente reabsorbida, con mucosa de recubrimiento firme, lo que permitió una evaluación clínica inicial favorable para la colocación de implante.

A la inspección clínica intraoral, se identificó un biotipo periodontal predominantemente grueso, el cual exhibe, en los sectores anterosuperior y anteroinferior el punteado en cáscara de naranja fisiológico, signo de una arquitectura colágena firme y queratinizada que denota salud gingival inicial. Sin embargo, este escenario coexiste con áreas de alteración homeostática, manifestadas por una textura blanda y resiliente, acompañada de un eritema localizado y un grado de inflamación gingival activa con estasis vascular.

El análisis de la arquitectura gingival reveló un llenado papilar íntegro en ambas arcadas; no obstante, se evidenció una discrepancia en la posición de los márgenes gingivales, los cuales no guardan coincidencia simétrica con los cenits ideales ni con la morfología coronaria, la cual tiende a un predominio cuadrado.

En cuanto al componente dental, se confirmó la ausencia clínica del órgano dental 1.5, cuya brecha edéntula representa el sitio receptor para una futura rehabilitación implantosoportada. Finalmente, se identificó un compromiso restaurador extenso en los grupos de premolares y molares de ambos maxilares, caracterizado por restauraciones definitivas.

Evaluación periodontal

La evaluación diagnóstica del periodonto reveló un biotipo gingival grueso y plano, caracterizado por una arquitectura fibrosa con el punteado en cáscara de naranja conservado en los sectores anteriores, lo cual contrastaba con áreas de eritema localizado y estasis vascular en zonas críticas.

Tras un sondaje exhaustivo, se detectaron siete bolsas periodontales con profundidades clínicas de 5 a 6 mm, localizadas específicamente en el sector de molares superiores e inferiores, acompañadas de sangrado al sondaje (SS) y pérdida de inserción interproximal de hasta 4 mm.

Estos hallazgos permitieron tipificar el cuadro como Periodontitis Estadio II, Grado B, Localizada, siguiendo los criterios de la Nueva Clasificación de 2017 (AAP/EFP). El cuadro clínico se fundamenta en la identificación de una pérdida de inserción clínica (NIC) interproximal de 4 mm, así como en profundidades de sondaje de hasta 6 mm con sangrado al sondaje, indicativas de actividad inflamatoria.

A pesar de la presencia de bolsas de 6 mm, el caso se clasifica como Estadio II debido a que la pérdida ósea se restringe al tercio coronal, sin pérdida dentaria de origen periodontal ni presencia de factores de complejidad mayor como compromiso de furca o movilidad avanzada. La extensión se define como localizada al afectar a menos del 30% de las localizaciones dentarias y el Grado B se justifica por una tasa de progresión moderada, donde la destrucción tisular es proporcional a la presencia de factores etiológicos locales, manteniendo un perfil de riesgo sistémico estable.

Como pilar fundamental de la terapéutica, se integró una fase de instrucción detallada en higiene oral y control de biofilm, capacitando al paciente en técnicas de cepillado atraumá-

tico y el uso de coadyuvantes interproximales específicos para contrarrestar la progresión de la enfermedad y asegurar el mantenimiento de los resultados.

Simultáneamente, se implementó el protocolo de Desinfección de Boca Completa (Full Mouth Disinfection), orientado a la eliminación mecánica del cálculo subgingival y a la disrupción del biofilm en un tiempo reducido para mitigar el riesgo de reinfección cruzada.

Tras un periodo de maduración tisular de cuatro semanas, la reevaluación clínica confirmó la resolución del edema y la reducción de las profundidades de sondaje a valores fisiológicos ≤ 3 mm por ende con formación de un epitelio de unión largo estable.

La obtención del alta periodontal, respaldada por el compromiso del paciente con las normas de higiene indicadas, fue el requisito biológico mandatorio para garantizar la homeostasis tisular, permitiendo proceder al acto quirúrgico de colocación del implante en la zona 1.5 bajo condiciones de máxima previsibilidad y control microbiológico.

Evaluación Tomográfica

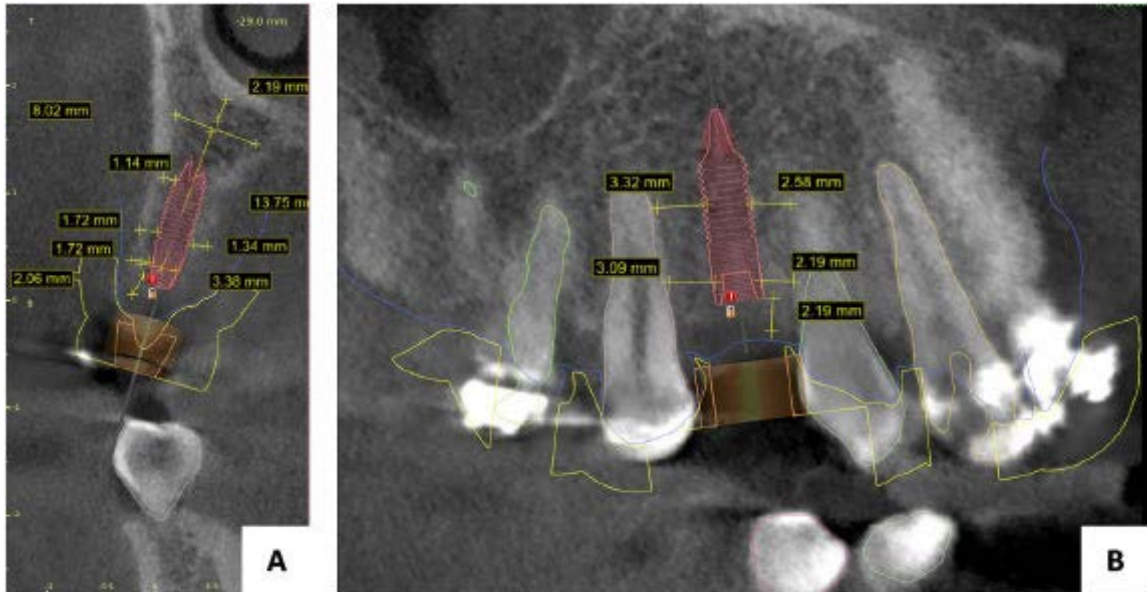
Mediante la evaluación por tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) del lecho edéntulo en la zona de la unidad 1.5, se realizó un análisis volumétrico y estructural exhaustivo del reborde residual. Según la clasificación de Seibert, el reborde se categoriza como Clase I, evidenciando una pérdida de tejido en sentido vestibulo-palatino con una preservación adecuada de la altura apicocoronal.

Complementariamente, en cuanto a la calidad microarquitectónica del tejido óseo, los cortes tomográficos revelaron una estructura compatible con la Clase 3 de Lekholm y Zarb. Se observa una capa delgada de hueso cortical que circunda un núcleo de hueso trabecular de densidad moderada, hallazgo característico del sector posterior del maxilar superior.

Esta configuración ósea dicta un protocolo de fresado subdimensionado para optimizar el contacto hueso-implante (BIC) y garantizar una estabilidad primaria adecuada para los procesos de osteointegración, considerando que la baja densidad trabecular requiere una gestión cuidadosa del torque de inserción.

El análisis de los cortes sagitales, coronales y axiales evidenció una altura ósea disponible de aproximadamente 17 mm y un ancho óseo de 8mm en sentido apical y 5mm en sentido coronal, sin compromiso de estructuras anatómicas adyacentes relevantes, lo que permitió considerar la colocación de un implante en posición protésicamente favorable. En base a estas medidas se proyectó la planificación quirúrgica del implante.

Figura 1. Evaluación tomográfica mediante CBCT del sitio edéntulo en la zona 1.5



A. Corte Transversal con mediciones de altura ósea. **B.** Vista tangencial del sitio edéntulo con planificación implantológica y medición del ancho óseo

Evaluación oclusal y protésica

En la evaluación del complejo estomatognático, se identificaron arcadas de configuración ovalada tanto en el maxilar superior como inferior, morfología que favorece una distribución equilibrada del perímetro de arco y una correcta alineación de las unidades dentales.

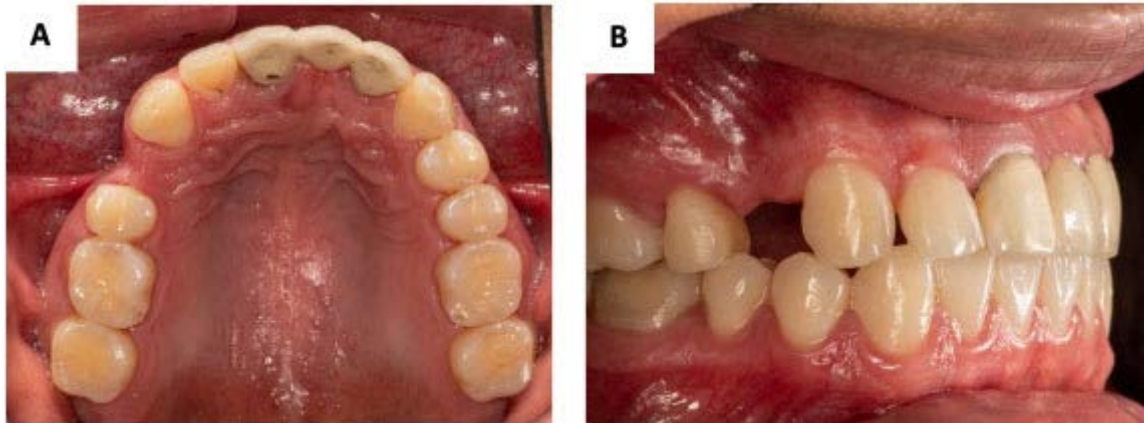
El sistema oclusal exhibe una estabilidad sagital óptima, caracterizada por una relación Molar Clase I de Angle y una Relación Canina Clase I bilateral, lo que garantiza una guía anterior funcional y un soporte posterior.

La dimensión vertical se determinó estable, sin evidencia de colapso oclusal complejo. Además, la ausencia de bruxofacetos o hipertrofias musculares confirma la inexistencia de signos clínicos de parafunción, sugiriendo un sistema neuromuscular en equilibrio.

Específicamente en el sitio de la rehabilitación, el análisis del área edéntula correspondiente al órgano dental 1.5 reveló un espacio protésico mesiodistal de 7 mm, dimensión considerada ideal para la restauración de un premolar. Esta magnitud permite una adecuada gestión biomecánica precisa para el diseño del perfil de emergencia, asegurando la creación de troneras biológicas que favorezcan la salud papilar y una distribución de cargas axiales favorable hacia el implante.

Se obtuvieron fotografías clínicas extraorales e intraorales iniciales, incluyendo vistas frontal, lateral, oclusal y del área edéntula, como documentación de referencia para la planificación y evaluación del caso.

Figura 2. Registro fotográfico clínico inicial



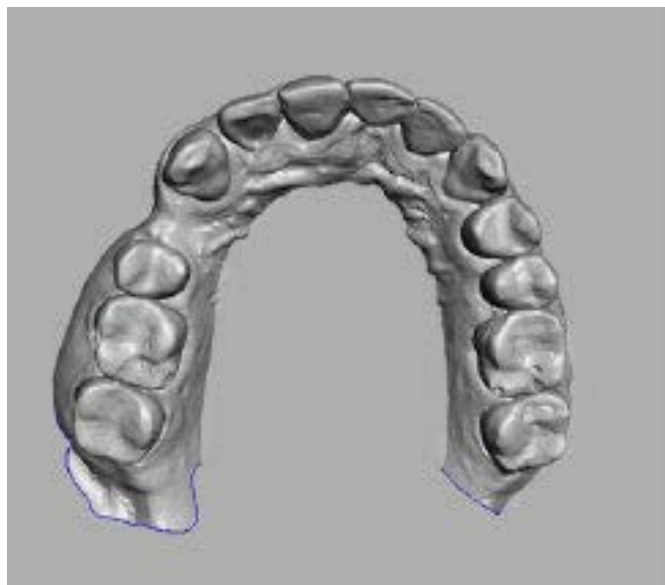
A. Fotografía oclusal. B. Fotografía lateral que evidencia la relación oclusal y la ausencia dentaria en el sector posterior.

Escaneo intraoral

Se realizó un escaneo intraoral de la arcada superior utilizando el sistema CEREC AC (Dentsply Sirona). Los datos volumétricos de la superficie dentogingival se exportaron en formato STL (Standard Tessellation Language).

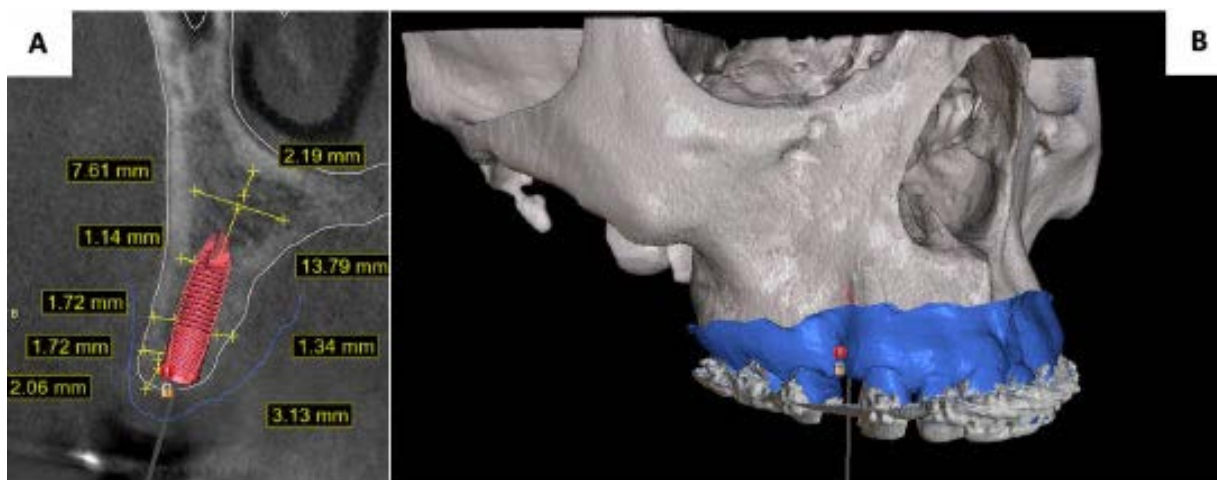
Posteriormente, estos archivos fueron importados a un software de planificación quirúrgica, donde se llevó a cabo la superposición (matching) con el archivo DICOM obtenido de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Este proceso de fusión de datos permitió una alineación precisa entre la anatomía ósea y los tejidos blandos, sirviendo como base para el diseño tridimensional de la guía quirúrgica personalizada.

Figura 3. Modelo digital obtenido mediante escaneo intraoral en formato STL



Reconstrucción tridimensional de la arcada superior en formato de malla de triángulos STL

Figura 4. Superposición digital de archivos STL y DICOM para planificación implantológica



A. Corte transversal con incorporación del STL. **B.** Reconstrucción 3D representando el mach entre los archivos STL (Escaneo intraoral) y DICOM (CBCT).

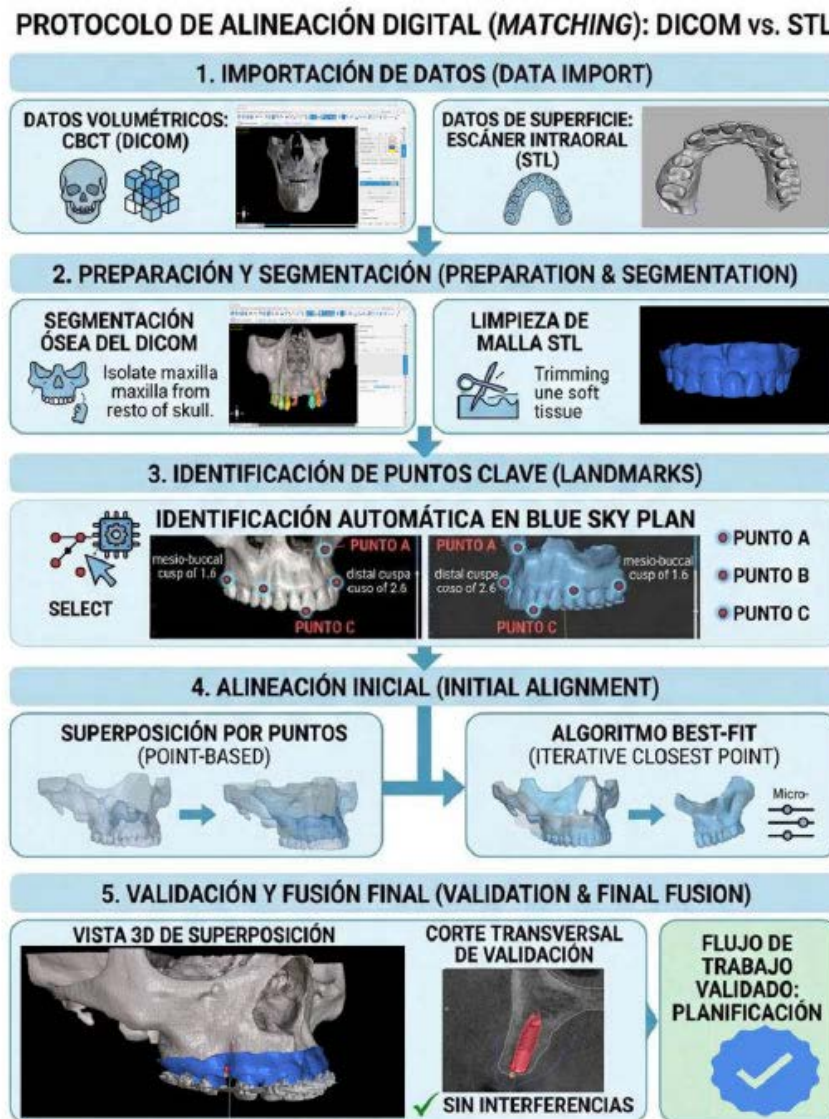
Planificación digital interdisciplinaria

Se estableció un flujo de trabajo digital interdisciplinario orientado a una planificación protésicamente guiada, integrando información clínica, radiográfica y de superficie. Los archivos DICOM obtenidos a partir de la tomografía computarizada de haz cónico fueron importados al software de planificación implantológica Blue Sky Plan y fusionados con los archivos STL provenientes del escaneo intraoral, permitiendo la superposición precisa de estructuras óseas y dentarias.

Con base en el encerado diagnóstico digital y en la futura posición restauradora, se determinó la ubicación tridimensional ideal del implante, considerando ejes de carga, emergencia protésica, disponibilidad ósea y distancia de seguridad respecto a estructuras anatómicas adyacentes. Se seleccionó un implante TiCARE de 3.3 x 13mm, acorde a las características anatómicas del sitio receptor.

Posteriormente, se diseñó virtualmente una guía quirúrgica estática con soporte dentario. El diseño fue validado de manera conjunta entre el clínico y el laboratorio dental, verificando estabilidad, acceso quirúrgico y correcta orientación.

Figura 5. Flujo digital para alineación, validación y planificación implantológica

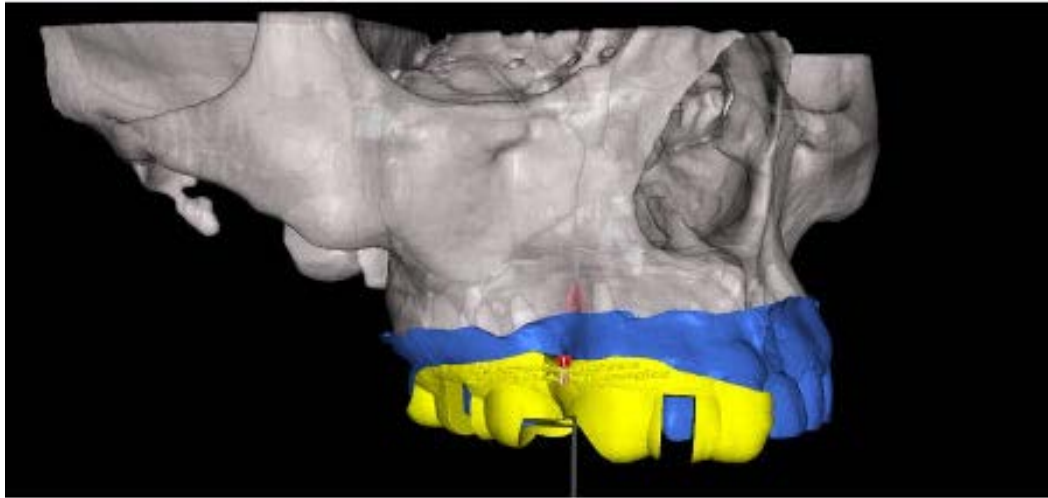


Representación esquemática del proceso de importación, segmentación, alineación y validación de los archivos DICOM (CBCT) y STL (escaneo intraoral) para la planificación quirúrgica digital.

Fabricación de la guía quirúrgica

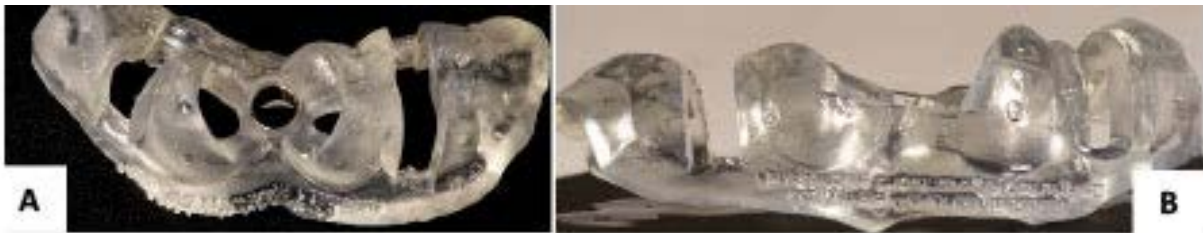
El diseño final de la guía quirúrgica fue exportado en formato STL y procesado mediante impresión 3D utilizando tecnología LCD, con resina biocompatible certificada para uso quirúrgico. Tras la impresión, la guía fue sometida a protocolos de lavado, fotopolimerización y acabado, siguiendo las recomendaciones del fabricante. De esta manera, se obtuvo una guía quirúrgica dentosoportada que permitió transferir la planificación virtual al procedimiento clínico (Figuras 6 y 7).

Figura 6. Diseño digital de la guía quirúrgica mediante planificación CAD/CAM



Reconstrucción tridimensional que muestra la planificación virtual del implante y el diseño de la guía quirúrgica.

Figura 7. Guía quirúrgica obtenida mediante flujo digital



A. Vista oclusal de la guía quirúrgica. **B.** Vista lateral de la guía quirúrgica

Se verificó el ajuste pasivo de la guía sobre el modelo impreso y posteriormente en boca del paciente, confirmando estabilidad, correcta adaptación y ausencia de interferencias oclusales.

Con el fin de garantizar un entorno quirúrgico y prevenir la contaminación del lecho óseo durante la fase de fresado, se procedió a la desinfección de alto nivel de la guía quirúrgica y su respectiva anilla metálica de acero inoxidable.

El protocolo se inició con un lavado mecánico mediante una solución enzimática para eliminar residuos del proceso de impresión 3D, seguido de una inmersión en alcohol isopropílico al 70% durante un periodo controlado de 45 minutos. Esta concentración fue seleccionada por su óptima capacidad de penetración en la pared celular bacteriana, asegurando la eliminación de la carga microbiana sin comprometer la estabilidad dimensional ni la integridad estructural de la resina.

Posteriormente, se puso especial énfasis en la desinfección de la interfase entre el cuerpo de la guía y el casquillo metálico para asegurar la ausencia de detritos. Finalmente, el dispositivo fue irrigado profusamente con suero fisiológico estéril para eliminar cualquier residuo de agente químico que pudiese comprometer la vitalidad del tejido óseo o mucoso, procediendo de inmediato a su posicionamiento intraoral para el acto quirúrgico.

Procedimiento quirúrgico

Preparación preoperatoria

Previo al abordaje quirúrgico para la rehabilitación de la unidad 1.5, se ejecutó un estricto protocolo de asepsia y antisepsia orientado a la reducción de la carga microbiológica y la prevención de complicaciones periimplantarias.

La preparación del paciente inició con un enjuague oral de digluconato de clorhexidina al 0.12% durante 60 segundos para la descontaminación de la cavidad bucal, seguido de la desinfección del área perioral con iodopovidona al 10% mediante movimientos centrífugos.

Tras la delimitación del campo operatorio con campos estériles fenestrados, se procedió a la inducción de la anestesia local infiltrativa mediante el uso de articaína al 4% con epinefrina 1:100,000, bloqueando los ramos alveolares superiores medios y palatinos mayores para asegurar un control hemostático y analgésico óptimo.

Colocación del implante con guía quirúrgica

El acto quirúrgico se inició mediante el abordaje de un colgajo mucoperióstico de espesor total, ejecutando una incisión supracrestal con descargas intrasulculares para preservar la integridad de las papilas y exponer la arquitectura del relieve óseo. Tras verificar el asentamiento pasivo y la estabilidad tridimensional de la guía quirúrgica, se procedió a la preparación del lecho receptor mediante una osteotomía secuencial biológicamente guiada.

Se empleó el sistema de fresado TiCARE, iniciando con una fresa lanza para la decorticación, seguida de fresas helicoidales de 2.0 y 2.8 mm hasta alcanzar una profundidad de 13 mm. Todo el fresado se realizó bajo una irrigación profusa con suero fisiológico refrigerado, manteniendo la homeostasis térmica del tejido óseo para prevenir la desnaturalización proteica y garantizar la viabilidad de los osteoblastos.

Posteriormente, se realizó la inserción del implante TiCARE Inhex Quattro de 3.3 x13 mm cuya macrogeometría y conexión cónica de alta precisión permitieron alcanzar una estabilidad primaria de 50 Ncm. Por otro lado, se realizó una regeneración ósea guiada en la zona con el empleo de sustituto óseo y membrana colágena.

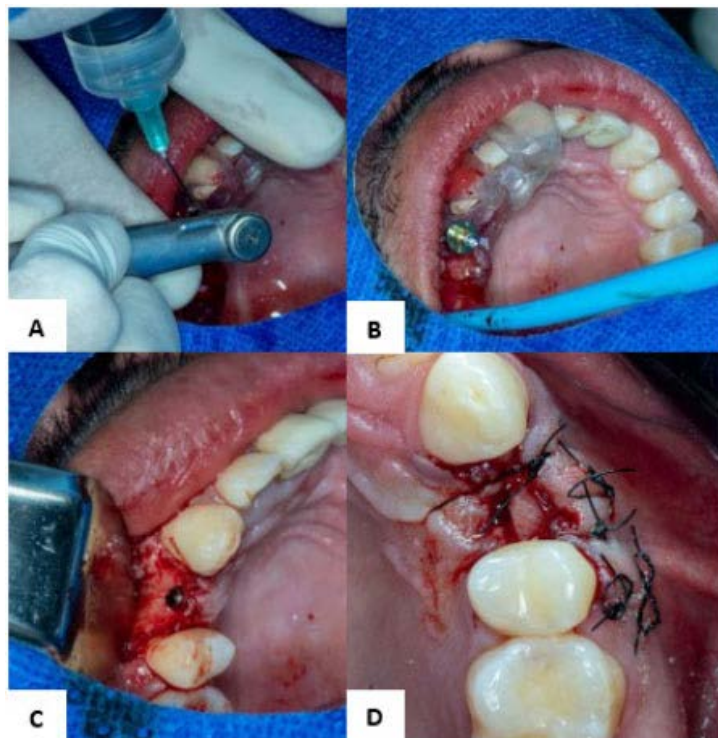
Dada la obtención de este torque de inserción superior al umbral crítico, se optó por un protocolo de carga inmediata no funcional, instalando un pilar provisional y una restauración con oclusión protegida, es decir, con ausencia de contactos en máxima intercuspidad y excursiones laterales.

Este abordaje no solo permitió la preservación de la arquitectura gingival y el modelado del perfil de emergencia desde la fase inicial, sino que garantizó el sellado biológico mediante el concepto de GapZero, favoreciendo una osteointegración predecible en un entorno periodontal previamente estabilizado.

Finalizada la inserción del implante y la estabilización del pilar provisional, se procedió a la optimización del complejo mucogingival mediante la ejecución de una técnica en rollo (Roll Flap). Este abordaje fue determinante para compensar la leve depresión ósea en la zona 1.5, garantizando un soporte de tejido blando robusto que favorezca un perfil de emergencia estético y biológicamente estable a largo plazo.

La sutura de los tejidos se realizó con un material monofilamento de Nylon 5-0, mediante puntos simples y de colchonero.

Figura 8. Secuencia clínica de la colocación del implante dental



A. Preparación del lecho quirúrgico con guía quirúrgica. **B.** Inserción del implante mediante guía quirúrgica. **C.** Implante colocado en posición. **D.** Técnica en rollo (Roll Flap) y sutura.

Manejo postoperatorio

Finalizado del acto quirúrgico, se instauró un régimen de farmacoterapia sistémica orientado a la modulación de la respuesta inflamatoria y la prevención de bacteriemias secundarias que pudiesen comprometer la interfase hueso-implante.

Se prescribió una terapia antibiótica profiláctica y de mantenimiento mediante el uso de Amoxicilina con Ácido Clavulánico (875/125 mg) cada 12 horas por un periodo de 7 días, complementada con un protocolo analgésico-antiinflamatorio basado en Ibuprofeno de 600 mg, administrado bajo un esquema posológico de rescate para el control del edema tisular y las prostaglandinas proinflamatorias.

A nivel local, se instruyó al paciente en la antisepsia del sitio quirúrgico mediante aplicaciones tópicas de gel de digluconato de clorhexidina al 0.12% y enjuagues controlados, evitando el trauma mecánico directo sobre la corona provisional durante las primeras 4 semanas. Se enfatizó la importancia de una dieta de consistencia blanda y fría para favorecer la vasoconstricción inicial, así como la restricción de hábitos y esfuerzos físicos intensos.

Control

El seguimiento clínico postoperatorio se realizó de manera programada a los 8 y 15 días, con el fin de monitorizar la evolución de la reparación tisular y la estabilidad del pilar provisional.

En el control de los 8 días, se constató una reepitelización primaria favorable y una adecuada evolución del volumen vestibular ganado mediante la técnica de roll flap.

Al cumplirse los 15 días del acto quirúrgico, y tras verificar la ausencia de signos de flogosis o exudados, se procedió al retiro atraumático de las suturas de nylon 5-0, observando una completa integración de los bordes quirúrgicos y un sellado biológico óptimo en la interfase pilar-tejido blando.

En el control clínico a los 2 meses, se evidenció una adecuada estabilidad de los tejidos periimplantarios, con mantenimiento del contorno gingival y correcta integración funcional y estética de la restauración provisional (Figura 9).

Figura 9. Control postoperatorio



A. Fotografía lateral de la restauración provisional. **B.** Fotografía oclusal de la restauración provisional a los 15 días post quirúrgico. **C.** Fotografía lateral control a los 2 meses.

Discusión

La implantología contemporánea se encuentra profundamente influenciada por la incorporación de tecnologías digitales que permiten integrar diagnóstico, planificación y rehabilitación en un flujo de trabajo continuo. La planificación protésicamente guiada representa actualmente uno de los pilares conceptuales de la implantología moderna, ya que permite determinar la posición ideal del implante en función del resultado restaurador previsto¹⁰⁻¹².

En este sentido, la cirugía guiada asistida por computadora ha demostrado mejorar la precisión del posicionamiento implantario en comparación con los métodos convencionales. Van Assche et al. demostraron que el uso de guías quirúrgicas basadas en planificación tridimensional permite lograr desviaciones menores a 2 mm en la mayoría de los casos clínicos⁴. De manera similar, estudios posteriores han confirmado que las guías dentosoportadas presentan mayores niveles de precisión que aquellas soportadas por mucosa o hueso¹³⁻¹⁵.

A pesar de estos avances tecnológicos, la literatura científica coincide en que las desviaciones entre el implante planificado y el implante colocado siguen siendo inevitables. Geng et al. reportaron que las desviaciones apicales pueden alcanzar valores cercanos a 1.5 mm,

mientras que las desviaciones angulares pueden variar entre 3° y 5° dependiendo del sistema utilizado¹⁶. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de mantener márgenes de seguridad adecuados durante la planificación implantológica.

En el caso clínico presentado, la planificación digital permitió determinar la posición tridimensional del implante considerando factores protésicos, anatómicos y biomecánicos. Este enfoque coincide con las recomendaciones del consenso de la International Team for Implantology (ITI), el cual destaca la importancia de integrar la planificación restauradora dentro del proceso quirúrgico para optimizar los resultados a largo plazo^{17,18}.

Otro aspecto relevante es la estabilidad primaria del implante, considerada un factor crítico para la osteointegración y para la aplicación de protocolos de carga inmediata. Estudios clínicos han demostrado que torques de inserción superiores a 35 Ncm se asocian con mayores tasas de éxito implantario cuando se emplean protocolos de carga temprana o inmediata^{8,19}. En el presente caso se alcanzó un torque de inserción de aproximadamente 50 Ncm, lo que permitió la instalación de una restauración provisional bajo un protocolo de carga inmediata no funcional.

La evolución de los sistemas CAD/CAM también ha permitido optimizar la fase protésica de las rehabilitaciones implantosoportadas. Joda y Brägger demostraron que los flujos completamente digitales pueden mejorar la precisión del ajuste restaurador y reducir significativamente el tiempo clínico en comparación con los métodos analógicos tradicionales⁵. Asimismo, Mangano et al. evidenciaron que los escáneres intraorales actuales presentan niveles de precisión suficientemente altos para ser utilizados en rehabilitaciones implantológicas complejas^{20,21}.

Finalmente, el éxito a largo plazo de los implantes dentales depende no solo de la precisión quirúrgica sino también del mantenimiento de la salud periimplantaria. Sanz y Chapple señalaron que el control periodontal y la adecuada higiene oral son factores determinantes para prevenir enfermedades periimplantarias y garantizar la estabilidad de los tejidos a largo plazo²².

En conjunto, estos hallazgos sugieren que la integración del flujo digital clínico-laboratorial representa una herramienta altamente predecible para la rehabilitación implantosoportada. En el caso clínico presentado, este enfoque permitió obtener una adecuada precisión en la colocación del implante y resultados protésicos satisfactorios. Sin embargo, su éxito depende de una adecuada planificación interdisciplinaria, del control riguroso de cada etapa del proceso y del juicio clínico del operador.

Conclusiones

El presente caso evidencia que la rehabilitación implantosoportada en la zona 1.5 pudo realizarse de manera predecible mediante un abordaje interdisciplinario que integró el control periodontal previo, la planificación digital tridimensional y la cirugía guiada. La obtención de una estabilidad primaria de 50 Ncm permitió la aplicación de un protocolo de carga inmediata no funcional, favoreciendo el acondicionamiento periimplantario y la preservación del volumen vestibular.

El aprendizaje fundamental derivado de este manejo subraya que la tecnología digital no es un fin en sí mismo, sino un medio para alcanzar una precisión que la técnica convencional no puede ofrecer, reafirmando que cuando el flujo de trabajo clínico-laboratorial se aplica con un criterio humanista, se logra no solo restaurar la función masticatoria, sino elevar significativamente la calidad de vida y la confianza del paciente mediante resultados estéticos predecibles y estables a largo plazo.

Conflicto de intereses

La presente investigación no presenta conflicto de intereses por parte de los autores.

Financiamiento

Autofinanciado

Aspectos bioéticos

Este caso clínico cuenta con la aprobación del paciente, asegurando la confidencialidad de su información personal.

Referencias bibliográficas

- 1 Tahmaseb A, Wismeijer D, Coucke W, Derksen W. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29(Suppl):25–42. doi:10.11607/jomi.2014suppl.g1.2
- 2 Schneider D, Marquardt P, Zwahlen M, Jung RE. A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry. *Clin Oral Implants Res*. 2009;20(Suppl 4):73–86. doi:10.1111/j.1600-0501.2009.01788.x
- 3 D'Haese J, Van De Velde T, Elaut L, De Bruyn H. A prospective study on the accuracy of mucosally supported stereolithographic surgical guides in fully edentulous maxillae. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012;14(2):293–303. doi:10.1111/j.1708-8208.2009.00255.x
- 4 Van Assche N, Van Steenberghe D, Guerrero ME, Hirsch E, Schutyser F, Quirynen M, Jacobs R. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study. *J Clin Periodontol*. 2007;34(9):816–821. doi:10.1111/j.1600-051X.2007.01127.x
- 5 Joda T, Brägger U. Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2015;26(12):1430–1435. doi:10.1111/clr.12476
- 6 Joda T, Zarone F, Ferrari M. The complete digital workflow in fixed prosthodontics: a systematic review. *BMC Oral Health*. 2017;17(1):124. doi:10.1186/s12903-017-0415-0
- 7 GÜth JF, Edelhoff D, Schweiger J, Keul C. A new method for the evaluation of the accuracy of full-arch digital impressions in vitro. *Clin Oral Investig*. 2016;20(7):1487–1494. doi:10.1007/s00784-015-1626-x
- 8 Gallucci GO, Hamilton A, Zhou W, Buser D, Chen S. Implant placement and loading protocols in partially edentulous patients: a systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2018;29(Suppl 16):106–134. doi:10.1111/clr.13276
- 9 Albrektsson T, Donos N. Implant survival and complications. The Third EAO consensus conference. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(Suppl 6):63–65. doi:10.1111/j.1600-0501.2012.02557.x

- 10 Buser D, Sennerby L, De Bruyn H. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontol* 2000. 2017;73(1):7-21. doi: 10.1111/prd.12185
- 11 Buser D, Martin W, Belser UC. Optimizing esthetics for implant restorations in the anterior maxilla. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19(Suppl):43-61. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15635945/>
- 12 Papaspyridakos P, Gallucci GO, Chen CJ, Hanssen S, Naert I, Vandenberghe B. Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. *Clin Oral Implants Res*. 2016;27(4):465-472. doi:10.1111/clr.12567.
- 13 Vercruyssen M, Laleman I, Jacobs R, Quirynen M. Computer-supported implant planning and guided surgery: a narrative review. *Clin Oral Implants Res*. 2015;26(Suppl 11):69-76. doi:10.1111/clr.12638
- 14 Arisan V, Karabuda CZ, Ozdemir T. Accuracy of two stereolithographic guide systems for computer-aided implant placement: a computed tomography-based comparative study. *J Periodontol*. 2010;81(1):43-51. doi:10.1902/jop.2009.090348
- 15 Di Giacomo GA, Cury PR, de Araújo NS, Sendyk WR, Sendyk CL. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results. *J Periodontol*. 2005;76(4):503-507. doi:10.1902/jop.2005.76.4.503
- 16 Geng W, Liu C, Su Y, Li J, Zhou Y. Accuracy of different types of computer-aided design/computer-aided manufacturing surgical guides for dental implant placement. *Int J Clin Exp Med*. 2015;8(6):8442-8449. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26309497/>
- 17 Buser D, Chen S, Weber HP, Belser UC. Early implant placement following single-tooth extraction in the esthetic zone: biologic rationale and surgical procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2008;28(5):441-451. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18990995/>
- 18 Chen S, Buser D. Esthetic outcomes following immediate and early implant placement in the anterior maxilla – a systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29(Suppl):186-215. doi:10.11607/jomi.2014suppl.g3.3
- 19 Esposito M, Grusovin MG, Willings M, Coulthard P, Worthington HV. The effectiveness of immediate, early and conventional loading of dental implants: a Cochrane systematic review of randomized controlled clinical trials. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007;22(6):893-904. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18271370/>
- 20 Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin O. Trueness and precision of four intraoral scanners in oral implantology: A Comparative in Vitro Study. *PLoS One*. 2016;11(9):e0163107. doi:10.1371/journal.pone.0163107
- 21 Mangano C, Luongo F, Migliario M, Mortellaro C, Mangano FG. Combining Intraoral Scans, Cone Beam Computed Tomography and Face Scans: The Virtual Patient. *J Craniofac Surg*. 2018;29(8):2241-2246. doi:10.1097/SCS.0000000000004485
- 22 Sanz M, Chapple IL. Clinical research on peri-implant diseases: consensus report of Working Group 4. *J Clin Periodontol*. 2012;39(Suppl 12):202-206. doi:10.1111/j.1600-051X.2011.01837.x

Recibido: 23 de enero 2026 | **Aceptado:** 11 de marzo 2026 | **Publicado:** 06 de abril 2026