UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA IMPRESIÓN PRELIMINAR: TÉCNICA CONVENCIONAL CON ALGINATO Y CUBETA STOCK VERSUS ESCANEO DIGITAL CON VIRTUO VIVO STRAUMANN

MARCELO ANDRÉS SALDAÑA GONZÁLEZ

Tesis presentada a la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae, para optar al título de Cirujano Dentista.

Profesor Guía: Bruno Verdugo Letelier.

Santiago,
Chile 2025

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría comenzar dando las gracias a mi familia, en mayor medida a mi padre que fue la persona que me acompañó durante estos largos años sin perder la fé en que algún día podría obtener mi título, el que me dió la fuerza y la inspiración para lograr todo aquello que me propuse, fue el primer paciente que confío completamente incluso cuando yo mismo dudaba y tenía miedo.

También quiero agradecer a mi madre y hermana que aunque no compartan interés por el área de la salud, siempre estuvieron presentes brindándome su apoyo incondicional durante esos largos días que el estrés y la sobrecarga académica me presionaba.

Quiero agradecer a mi grupo de amistades que me convencieron de no abandonar esta carrera cuando existía la incertidumbre generada por la pandemia que nos afectó a todos, también quiero agradecer a Natalie Sánchez quién pese a qué ya no compartamos un vínculo siempre fue un pilar fundamental que me motivó a ser la mejor versión de mi mismo sin detenerme y mirar atrás.

De manera especial quiero agradecer a mi tutor guía y docente, el Dr. Bruno Verdugo que me brindó su apoyo, conocimiento y consejo, los cuales fueron fundamentales para poder desarrollar este proyecto de tesis; al igual que los conocimientos, consejos y desafíos propuestos por el Dr. Julio Huerta quien me insistió una y otra vez hasta aprender a tomar una correcta y precisa impresión, el que me hacía repetir constantemente todo procedimiento clínico solo para que aprendiera y así pudiera destacar como un buen profesional y espero algún día en el futuro un buen rehabilitador.

Quiero agradecer a mi mismo por no haberme rendido pese a las dificultades que surgieron durante el camino y en estos largos años de carrera, finalmente quiero realizar una reflexión con una frase que siento personalmente que me marcó mucho este último año; esa frase metafórica corresponde a la tercera ley de Newton mencionada en la película Interstellar "la única manera de que los humanos descubran cómo llegar a alguna parte es dejando algo atrás”.

Índice

1. Resumen 4

2. Abstract 5

3. Introducción 6

4. Marco teórico 10

5. Hipótesis 22

6. Objetivos 22

7. Metodología 23

8. Resultados 30

9. Discusión 33

10. Conclusiones 35

11. Consideraciones éticas 36

12. Referencias bibliográficas 37

13. Anexos 42

I. RESUMEN

La obtención de modelos de estudio precisos corresponde a un aspecto fundamental en términos de planificación diagnóstica y rehabilitadora en odontología. Comúnmente, las impresiones preliminares se han realizado con materiales convencionales como lo es el alginato; sin embargo, el desarrollo de nuevas tecnologías en odontología ha permitido incorporar los escáneres intraorales como una alternativa confiable para para lograr reproducir la anatomía dentaria y de los tejidos circundantes. El objetivo de este estudio fue comparar la precisión dimensional entre modelos obtenidos de impresiones convencionales con alginato y modelos obtenidos mediante escaneo intraoral, utilizando un diseño observacional analítico de corte transversal con mediciones pareadas en un total de 14 pacientes. Se evaluaron tres variables lineales: la longitud mesiodistal de un diente seleccionado aleatoriamente, la altura del vano edéntulo y la extensión del mismo vano edéntulo. Las diferencias entre ambos métodos se analizaron mediante pruebas t pareadas y Wilcoxon según la distribución de los datos.

Los resultados obtenidos demostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones obtenidas mediante ambos métodos ($p > 0.05$ en todas las variables). Las discrepancias promedio que se obtuvieron fueron mínimas, oscilando en los rangos −0.031 mm y +0.059 mm, valores que clínicamente no son relevantes. En conclusión, las impresiones digitales mediante escáner intraoral Virtuo Vivo Straumann brindan una precisión dimensional comparable al de las impresiones convencionales con alginato, lo que lo convierte en una alternativa válida y confiable para su uso clínico.

Palabras claves: Impresion, precisión, vano edéntulo, modelo, alginato, escaneo intraoral

II. ABSTRACT

The fabrication of accurate study models is a fundamental component of diagnostic and rehabilitative planning in dentistry. Traditionally, preliminary impressions have been obtained using conventional materials such as alginate; however, advances in dental technology have introduced intraoral scanners as a reliable alternative for reproducing dental anatomy and surrounding tissues. The aim of this study was to compare the dimensional accuracy between models obtained from conventional alginate impressions and those generated through intraoral scanning, using an analytical cross-sectional observational design with paired measurements in a total of 14 patients. Three linear variables were evaluated: the mesiodistal width of a randomly selected tooth, the height of the edentulous span, and the mesiodistal length of the same edentulous area. Differences between both methods were analyzed using paired t-tests or Wilcoxon tests depending on data distribution.

The results indicated that there were no statistically significant differences between the measurements obtained with the two methods ($p > 0.05$ for all variables). The mean discrepancies were minimal, ranging between −0.031 mm and +0.059 mm, values that are clinically irrelevant. In conclusion, digital impressions obtained with the Virtuo Vivo Straumann intraoral scanner provide dimensional accuracy comparable to conventional alginate impressions, positioning it as a valid and reliable option for clinical use.

Keywords: impression, accuracy, edentulous span, model, alginate, intraoral scanning

III. INTRODUCCIÓN

En odontología las impresiones preliminares cobran suma importancia debido a que permiten obtener una copia en negativo muy exacta de la cavidad bucal(1). Esto permite obtener modelos de estudio los cuales facilitan al profesional generar un buen diagnóstico, planificar correctamente un tratamiento, evaluar cambios del paciente en el tiempo, y también diseñar aparatología protésica como lo son las cubetas para desdentados parciales(2). Una impresión precisa le va a garantizar al odontólogo una correcta adaptación marginal, correcta funcionalidad en la oclusión y la estabilidad de la prótesis en el transcurso del tiempo(3). Al contrario, si se llegasen a cometer errores mínimos al momento de la toma de impresión estos pueden generar fallas clínicas significativas, como lo es el no asentamiento de una prótesis, aumento de la pérdida de hueso alveolar, una incorrecta adaptación marginal, enfermedad periodontal, etc(2).

El procedimiento convencional de toma de impresión se realiza mediante impresiones de alginato utilizando cubetas stock, este es un método muy utilizado debido a su facilidad de manipulación y accesibilidad(1). Esta técnica ha sido ampliamente utilizada durante las últimas décadas y continúa vigente en la práctica clínica, especialmente en contextos académicos y de atención primaria(3). Esto se debe a que presenta características destacables, entre ellas, su fácil manipulación, rápido tiempo de fraguado y su bajo costo, lo que la convierte en una opción accesible tanto para clínicas como para instituciones educacionales(4). Además, las impresiones con alginato ofrecen una aceptable fidelidad en la reproducción de detalles anatómicos, lo cual las hace útiles para la confección de modelos de estudio o diagnósticos iniciales.

En los últimos años con el importante avance de las tecnologías y la incorporación de herramientas digitales en odontología rehabilitadora, han surgido nuevas y variadas alternativas para conseguir registros de la cavidad bucal con una mayor precisión, eficacia y rapidez. Una de las tecnologías que más ha logrado destacar y ganarse su lugar en los distintos contextos clínicos corresponde al escaneo intraoral, el cual corresponde a un procedimiento que permite al odontólogo capturar imágenes digitales de la superficie dentaria y mucosa mediante haces de luz estructurada o con tecnología láser, a través del cual se logra generar un

modelo tridimensional virtual de alta resolución(5). Aquellos modelos tridimensionales pueden ser almacenados, visualizados y enviados a laboratorios de una forma sencilla, rápida y segura para lograr la confección de aparatología y restauraciones indirectas mediante uso de tecnología CAD/CAM(5).

La reducción de errores acumulativos es una de las principales ventajas que brinda la tecnología de escaneo digital, esto gracias a que permite eliminar etapas intermedias como lo son la manipulación de materiales, el vaciado del yeso y también el transporte de los modelos de yeso a los laboratorios(6). Además de ventajas para el usuario, también brinda ventajas al paciente, esto ya que al ser un procedimiento más rápido, más cómodo y más limpio, elimina la desagradable sensación como lo es el posible reflejo nauseoso que pueden experimentar algunos pacientes con el uso de materiales de impresión tradicionales como lo son los alginatos. Esta comodidad está directamente relacionada con una mayor aceptación por parte del paciente, especialmente en aquellos pacientes que pueden presentar reflejo nauseoso exacerbado o que presenten limitaciones físicas(7).

Algunos estudios realizados han llegado a concluir que los escáneres intraorales actuales ofrecen un nivel de precisión comparable o incluso superior a los métodos convencionales en términos de prótesis fija y removibles(8). La fidelidad que alcance la impresión depende en gran medida de algunos factores importantes como son la resolución del sensor, la técnica de escaneo y también la experiencia del operador(9) . Sin embargo, en algunos casos de pacientes desdentados totales o con vanos edéntulos muy extensos, la precisión del escáner puede verse afectada por la ausencia de referencias anatómicas como lo son los dientes pilares, también pueden producirse errores de alineación al momento de realizar la reconstrucción de las imágenes(10).

La odontología digital en términos de flujo de trabajo ha traído consigo algunos grandes beneficios como lo son el traspaso y envío de información, modelos digitales los cuales pueden almacenarse de forma indefinida y sin riesgo de daños o deformación, comunicación mucho más rápida con los laboratorios y con especialistas(11). También es importante mencionar que los escaneos digitales permiten evaluar cambios morfológicos del paciente a través del tiempo que dure el tratamiento y a la vez documentar esta información con fines clínicos o

académicos. La integración de las tecnologías digitales en el ámbito de la educación y la formación profesional ha favorecido la comprensión tridimensional en términos de anatomía y procesos restauradores, además brinda una disminución de la curva de aprendizaje. Es debido a esto que el uso de escáneres intraorales y el uso de softwares de diseño ha permitido reemplazar parcialmente los modelos físicos de yeso por modelos tridimensionales digitales, favoreciendo una educación más interactiva, sostenible y más actualizada con las exigencias de las prácticas modernas(10).

No todo es positivo, resulta relevante mencionar que la implementación de tecnologías digitales presenta desafíos, como lo son los altos costos iniciales de los equipos, la capacitación necesaria para el personal y la compatibilidad de los diferentes y variados sistemas digitales, todos estos factores limitan su implementación, especialmente en entornos de educación pública o centros que tengan restricción de recursos(11). Pese a estas limitaciones se aprecia un crecimiento sostenido en la incorporación de tecnologías digitales como escáneres intraorales, esto impulsado por su gran potencial para mejorar la precisión diagnóstica, disminución de los tiempos clínicos y estandarización de los resultados.

Es importante analizar desde un punto de vista rehabilitador la precisión dimensional de los modelos generados, ya sean obtenidos mediante el uso de alginato o escaneo digital, debido a que esto determina la correcta adaptación marginal y durabilidad de las restauraciones. Si se llegase a presentar cualquier discrepancia en las medidas de los vanos edéntulos o discrepancias en las dimensiones de los dientes esto puede comprometer la función masticatoria del paciente, generar puntos de contacto inadecuados o incluso inducir mayor carga sobre los pilares protésicos(12). Es debido a esto que resulta fundamental disponer de evidencia objetiva que permita establecer si la comparación de las técnicas determina si una es superior, equivalente o inferior que la otra.

La transición hacia una odontología digital no significa el abandono completo e inmediato de los métodos convencionales, sino su coexistencia y complementación. En contextos donde la tecnología aún no está completamente implementada, la técnica convencional con alginato continúa siendo una herramienta válida y confiable para impresiones preliminares, diagnósticas y para

realizar la planificación protésica básica(2). Sin embargo, a medida que las tecnologías digitales se consolidan, el escaneo intraoral se proyecta como una alternativa de gran valor, capaz de integrar la precisión clínica con la innovación tecnológica. En este contexto nace la necesidad de comparar ambas técnicas de impresión, además de evaluar la reproducción general de los modelos. En tanto, resulta de gran relevancia estudiar aspectos específicos como lo son: la longitud mesiodistal de dientes remanentes(13), la extensión del vano edéntulo(14) y la altura del vano edéntulo(15). Lograr impresionar estas dimensiones con precisión resulta fundamental para garantizar la fidelidad del modelo en tratamientos de rehabilitación oral(16), es por este motivo que existen dudas sobre si el escaneo digital logra igualar o superar la precisión dimensional del método convencional.

Si bien el escaneo intraoral ha demostrado ventajas en términos de confort y eficiencia, aún existen dudas respecto a su precisión en la reproducción de vanos edéntulos, especialmente cuando se requiere una correcta planificación protésica. Es debido a esto que este estudio comparativo busca obtener datos objetivos que sirvan como evidencia clara y que permita realizar una correcta toma de decisiones previo a un tratamiento integral, además de optimizar recursos y mejorar la curva de aprendizaje a futuras generaciones de estudiantes de Odontología.

.

IV. MARCO TEÓRICO

Odontología rehabilitadora

La rehabilitación oral en odontología corresponde a una disciplina cuyo objetivo consiste en devolver de manera integral la función masticatoria, una correcta fonación, la estética y el confort al paciente mediante la rehabilitación de dientes o la reposición de estos debido a extracciones o pérdidas. Este enfoque el cual es integral busca recuperar el equilibrio funcional, la restauración de la anatomía y la estética de la cavidad bucal. El área rehabilitadora abarca una gran cantidad de tratamientos como lo son la confeccion de protesis removibles, protesis fijas, protesis sobre implantes, esto resulta de suma importancia en pacientes con pérdidas dentarias avanzadas, con gran reabsorción ósea, disfunciones temporomandibulares o que requieran de tratamientos estéticos mucho más complejos(17).

También es importante hacer mención que una rehabilitación independientemente de si es sencilla o más compleja tiene un impacto enorme en la calidad de vida del paciente. La rehabilitación de la cavidad bucal no solo tiene por objetivo mejorar la función masticatoria del paciente, también le brinda a este mayor seguridad al momento de hablar, debido a que tiene un factor o componente biopsicosocial que influye directamente en el autoestima y las relaciones que el paciente tiene con su entorno(18). Algunos estudios recientes realizados por la doctora Mercy Mora Rojas et al.(18) y el doctor Luis Chauca Bajaña et al.(18) son concluyentes que una rehabilitación oral exitosa puede generar mejoras en los indicadores de salud general y salud mental en los pacientes, por ello la odontología rehabilitadora puede ser considerada como una herramienta esencial en la atención de adultos mayores, pacientes que desean mejorar su apariencia estética y pacientes que presenten un deterioro oral muy avanzado.

Resulta importante hacer énfasis en realizar una correcta planificación interdisciplinaria previo a comenzar un tratamiento rehabilitador, esto debido a que el éxito de una rehabilitación oral no depende únicamente de la fase restauradora final, al contrario la odontología rehabilitadora está directamente relacionada con

otras especialidades como los son la periodoncia, la endodoncia, la ortodoncia y la implantología, el hecho de que estén relacionadas permite abordar con un enfoque integral y completo los diferentes factores que pueden influir en la salud oral del paciente(19). Este enfoque coordinado permite generar diagnósticos precisos, tratamientos personalizados para cada caso y permite realizar un seguimiento correcto de los resultados clínicos vistos a largo plazo. Es debido a esto que el uso de impresiones, registros fotográficos, uso de modelos de estudio, análisis funcionales y el uso de herramientas digitales cobran especial relevancia para lograr la planificación de un tratamiento correcto (20).

Como se menciona anteriormente, los modelos de yeso y digitales cobran mucha importancia debido a que permiten analizar y observar características esenciales del paciente como es el caso de la altura y la extensión del vano edéntulo, las inclinaciones que pueden presentar los dientes pilares, la disponibilidad del espacio protésico y también las asimetrías oclusales que pueden presentarse(10). La calidad que se obtiene con los modelos está directamente relacionada con la fidelidad de las impresiones preliminares, independientemente si son obtenidas con técnicas convencionales o digitales. Para evitar la generación de errores acumulativos es importante generar una correcta reproducción de las estructuras anatómicas. Esta serie de errores que se deben evitar pueden afectar de forma negativa la confección y el asentamiento final de la prótesis, esto deja en evidencia que en un tratamiento rehabilitador existe una muy estrecha relación entre las etapas diagnósticas y la calidad del tratamiento rehabilitador(21).

Impresiones preliminares

La toma de impresiones preliminares en el ámbito odontológico corresponde a una etapa sumamente importante en rehabilitación oral, debido a que le permite al profesional obtener modelos diagnósticos que le sirven para generar una base para una correcta evaluación clínica, una planificación de tratamiento ideal y también para la confección inicial de múltiple aparatología protésica(22). Con el uso de estos modelos se pueden analizar distintos parámetros anatómicos del paciente, detectar interferencias oclusales, evaluar el espacio protésico que se encuentra disponible y también se pueden anticipar posibles dificultades

clínicas(22), lo que facilita en mayor medida una intervención más eficaz y predecible, mejorando el pronóstico del paciente.

Los modelos preliminares obtenidos no solo tienen potencial diagnóstico, sino que además permiten la confección de elementos clínicos de apoyo como lo son las cubetas individuales, férulas de transferencia, prótesis de transición o provisorias, cuyo ajuste y precisión dependen completamente del nivel de fidelidad que presente el registro inicial(23). Debido a esto, una impresión preliminar debe ser capaz de capturar de forma confiable la morfología general de los maxilares, las estructuras mucosas y los vanos edéntulos,aunque no alcance el nivel de detalle propio de una impresión definitiva(2).

Se debe mencionar que existen variadas técnicas y materiales para la realización de una correcta toma de impresión preliminar, el principio fundamental es que esta etapa corresponde al primer paso clínico sobre el cual se desarrollará el resto del tratamiento rehabilitador(24), es por esto que cometer errores en esta fase puede desencadenar una cadena de errores en las etapas siguientes, afectando la adaptación de la prótesis, la oclusión del paciente o incluso el éxito al final del tratamiento(3).

Una impresión preliminar a diferencia de una definitiva tiene como objetivo generar una reproducción global o general del sistema estomatognático sin necesidad de reproducir todos los detalles con precisión. No obstante, debe presentar suficiente estabilidad dimensional para poder ser vaciada en yeso sin comprometer la integridad del modelo de estudio; para realizar su ejecución se deben contemplar algunas variables como lo son: el tipo de cubeta a utilizar, un adecuado posicionamiento de esta y una técnica correcta por parte del operador. Además, es importante mencionar que en un contexto de formación académica como lo son las clínicas de pregrado universitarias, la etapa de toma de impresión preliminar representa un punto esencial de aprendizaje con el fin de desarrollar competencias clínicas básicas(3,4). La familiarización con los principios de la toma de impresión preliminar aporta criterios de evaluación crítica, un correcto manejo del paciente y también fundamentos de la técnica protésica.

Técnica preliminar "convencional": Alginato y cubeta stock

Durante las últimas décadas la técnica de impresión preliminar o de estudio convencional ha sido la opción más utilizada para realizar la toma de impresiones preliminares en odontología(23), esto debido a su facilidad de ejecución, su bajo costo y también porque brinda una precisión clínica aceptable para fines diagnósticos y para una buena planificación terapéutica. Ha sido comprobado que esta técnica resulta especialmente útil en situaciones clínicas donde no se necesita de una exactitud milimétrica, como resulta ser el caso de los modelos de estudio, férulas oclusales, registros iniciales y para el diseño de cubetas individuales.

La técnica de impresión convencional está basada principalmente en el uso de cubetas prefabricadas, también conocidas como cubetas tipo Rimlock de Stock, estas utilizadas en conjunto con algún material de impresión, siendo el alginato mayormente utilizado. El alginato corresponde a un hidrocoloide irreversible, derivado de sales de ácido algínico, esta es una sustancia que se obtiene de algas marinas principalmente (25). Al mezclarse con agua, el alginato toma una consistencia viscosa que se gelifica rápidamente por un proceso químico, proporcionando una reproducción en negativo de los tejidos orales del paciente.

Algunas de las ventajas que destacan al utilizar alginato como material de impresión son su simplicidad al momento de su manipulación, el acotado tiempo de fraguado que presenta y su bajo costo, estos factores lo hacen muy conveniente y accesible tanto para clínicas como para universidades. Sin embargo es importante mencionar que una de sus principales desventajas es su limitada estabilidad dimensional(4), ya que una vez extraída la impresión de la cavidad bucal el alginato comienza a sufrir procesos de sinéresis (pérdida de agua con contracción) o imbibición (absorción de agua con expansión), estos procesos generan una alteración del volumen de la impresión si no se realiza un vaciado en yeso rápidamente.

Volviendo a las cubetas tipo Rimlock, corresponden a aparatos rígidos prefabricados en diferentes formas y tamaños, son diseñados para poder

adaptarse de una manera sencilla y genérica a las variadas morfologías bucomaxilares. A diferencia de las cubetas individuales, no brindan una adaptación completamente exacta a la arcada dentaria del paciente (26), pero su uso en conjunto con el alginato continúa siendo adecuado para la toma de impresiones preliminares en donde el objetivo es obtener una reproducción general por sobre una impresión totalmente detallada. El uso en conjunto resulta sumamente útil en la confección de modelos preliminares y férulas, en donde pequeñas variaciones dimensionales no generan grandes cambios en el resultado clínico.

En la práctica clínica, la calidad de las impresiones preliminares es fundamental para garantizar la obtención de modelos diagnósticos confiables y útiles para una correcta planificación protésica. Una impresión defectuosa puede generar una cadena de errores que afecten la precisión de los modelos de trabajo y, en consecuencia, el ajuste de las prótesis(27). Es debido a esto que se han establecido criterios clínicos y técnicos de aceptación que permiten realizar una evaluación crítica inmediata de la impresión al momento de ser tomada. Estos criterios incluyen aspectos como el correcto centrado de la cubeta, la cobertura completa de las estructuras anatómicas relevantes incluyendo procesos alveolares, vanos edéntulos, fondo de surco, tuberosidades y trígonos retromolares, la ausencia de desgarros, burbujas o defectos en zonas críticas, y la obtención de un espesor uniforme del material de impresión entre la cubeta y la arcada dentaria, idealmente entre 3 y 5 mm.

A pesar de presentar algunas limitaciones técnicas, la técnica convencional se mantiene como una de las más empleadas en contextos académicos, como en la clínica odontológica de la Universidad Finis Terrae. Su permanencia se justifica no sólo por razones económicas, sino también por una rápida curva de aprendizaje(28), lo cual la convierte en una herramienta pedagógica muy importante para la formación de profesionales. El dominio correcto de esta técnica permite desarrollar habilidades fundamentales del material, manejo del paciente y un buen análisis crítico, todo esto construido como antesala para técnicas más avanzadas como lo es el escaneo intraoral.

Yeso dental y modelos diagnósticos en odontología

En odontología uno de los materiales más utilizados corresponde al yeso dental, esto se debe a su versatilidad al ser utilizado para la confección de modelos de estudio, modelos de trabajo y también para realizar los vaciados de las impresiones. El gran uso del yeso se debe a que es un material que presenta propiedades fisicoquímicas favorables, gran facilidad para su manipulación, además de un bajo costo y también una gran capacidad para poder reproducir en detalle y con un alto nivel de precisión las estructuras anatómicas que se obtienen con las impresiones, esto resulta esencial para lograr una correcta confección de modelos los cuales pueden tener funciones diagnósticas, educativas y clínicas importantes en el ámbito de la rehabilitación oral(28).

El yeso dental analizado desde una perspectiva química corresponde a un derivado del sulfato de calcio dihidratado ($CaSO_4 2H_2O$), este cuando es sometido a una calcinación controlada pasa a transformarse en sulfato de calcio hemihidratado ($CaSO_4 \cdot ½H_2O$) o mejor llamado como yeso propiamente tal. Este yeso al ser mezclado con agua se transforma en un compuesto que tras una serie de reacciones químicas llamadas reacciones de exotermia de hidratación pasa a endurecerse y volverse sólido en un corto periodo de tiempo, lo que da como resultado una masa rígida y sólida que presenta una estabilidad dimensional la cual es aceptable en términos y aplicaciones clínicas. El fraguado del yeso es el resultado al concluir la reacción exotérmica, en dicha reacción ocurre una expansión controlada que resulta sumamente importante al momento de asegurar con exactitud la reproducción de estructuras bucales(29).

El yeso dental puede ser clasificado según la American Dental Association (ADA), en cinco subtipos de yeso, de los cuales cada uno presenta características específicas como por ejemplo mayor o menor resistencia, expansión del material al ser fraguado y también sus distintas aplicaciones en el marco clínico(30).

- Yeso Tipo I: Este yeso para vaciado de modelos en la actualidad está prácticamente en desuso.
- Yeso Tipo II: Este yeso blanco o de Paris, corresponde al utilizado para vaciado de modelos, presenta una baja resistencia, es utilizado principalmente para modelos preliminares.

- Yeso Tipo III: Este yeso mejor conocido como yeso piedra presenta una resistencia media y es el más utilizado para modelos de estudio debido a su balance entre costo, dureza y exactitud dimensional(23).
- Tipo IV: Corresponde a un tipo de yeso de alta resistencia, este es utilizado para modelos de prótesis fija donde se requiere de una alta precisión dimensional.
- Tipo V: Corresponde a un tipo de yeso de alta resistencia, pero también a uno de alta expansión, está diseñado para compensar la contracción térmica de algunas aleaciones metálicas en la confección de prótesis.

Algunos estudios realizados han analizado la precisión dimensional de los modelos de yeso, evidenciando que algunos de los factores como lo son el tiempo de vaciado después de una toma de impresión, la relación y cantidad de agua/polvo, la calidad del material de impresión utilizado y las condiciones del ambiente durante el fraguado pueden afectar directamente los resultados del modelo. Por ejemplo, algunas investigaciones recientes enfatizan que un correcto vaciado debe ser realizado idealmente dentro de los primeros 10 a 15 minutos posteriores a la toma de la impresión, esto con el objetivo de evitar distorsiones que puedan generarse por la sinéresis o la inhibición del alginato(31).

En la última década ha sido clave el uso de modelos de yeso para realizar comparaciones con las técnicas digitales que día a día son más sofisticadas como por ejemplo los escáneres intraorales. Si bien la digitalización brinda muchas ventajas en términos de rapidez en transmisión de datos, almacenamiento y confort del paciente, los modelos de yeso continúan siendo necesarios como una referencia clínica y también como un respaldo ante algún tipo de error tecnológico(32). También resulta importante mencionar que en contexto de docencia, los modelos de yeso continúan siendo irremplazables para el aprendizaje práctico y el desarrollo de las técnicas y habilidades clínicas manuales en estudiantes de pregrado(24).

En la actualidad, existen técnicas mixtas en donde los modelos físicos de yeso pueden ser escaneados para digitalizarlos y ser utilizados como un respaldo en flujos de trabajo CAD/CAM, esto mantiene su importancia aun en contextos tecnológicos avanzados(33). Por lo tanto resulta importante manejar algunos aspectos críticos del manejo del yeso para lograr el éxito de tratamientos odontológicos restauradores y protésicos.

Actualmente, se han desarrollado técnicas mixtas donde los modelos de yeso son escaneados para su digitalización o utilizados como respaldo en flujos de trabajo CAD/CAM, lo cual mantiene su relevancia incluso en entornos tecnológicos avanzados. Por tanto, el conocimiento del comportamiento físico del yeso, su correcta manipulación y las variables que afectan su fidelidad siguen siendo aspectos críticos para el éxito de tratamientos odontológicos restauradores y protésicos.

Técnica impresión digital: Escáner intraoral (Virtuo Vivo de Straumann)

En la última década la odontología ha experimentado cambios profundos con nuevas incorporaciones como lo es la tecnología digital, destacando entre ellas la utilización de escáneres intraorales como una herramienta importante en el ámbito de la rehabilitación oral. Estos dispositivos permiten realizar la captura con una alta fidelidad de la morfología buco maxilar mediante la toma de imágenes ópticas(34), las cuales son procesadas en tiempo real, brindando como resultado un modelo tridimensional digital que puede utilizarse para generar diagnósticos, una correcta planificación de tratamiento, diseños protésicos y también para fabricación asistida por computadora.

Uno de los escáneres con mayor reconocimiento en el mercado corresponde al Virtuo Vivo de Straumann. Este dispositivo fue desarrollado bajo un enfoque centrado en brindar una buena experiencia al usuario y una buena eficiencia clínica. Su diseño ligero de aproximadamente 130 gramos, su ergonomía y una interfaz intuitiva lo convierten en una herramienta adecuada tanto para odontólogos experimentados como también para estudiantes en formación.

A diferencia de los escáneres más antiguos, el Virtuo Vivo no necesita de uso de polvos para poder realizar la captura de superficies reflectantes(35), lo que brinda una mejora considerable en temas de comodidad para el paciente y reduce el riesgo de errores al momento de la toma de datos.
La tecnología óptica utilizada por este escáner permite almacenar la información

obtenida en archivos en formato STL, este corresponde a un tipo de archivo estándar ampliamente compatible con variados software de diseño digital y plataformas CAD/CAM, esto permite una mejor comunicación con laboratorios dentales y sistemas de fabricación digital. Además es importante mencionar que permite una visualización inmediata de la imagen digital que se esté capturando(36), lo que brinda la oportunidad de realizar correcciones rápidas ante cualquier error, reduciendo la necesidad de repetir el procedimiento y así optimizar el tiempo clínico empleado.

En temas de precision, variados estudios han determinado que el escáner Virtuo Vivo y otros más son capaces de reproducir modelos digitales con una exactitud comparable o inclusive superior a las impresiones convencionales(37), en especial arcadas dentarias completas y modelos preliminares, también se observó que bajo ciertas condiciones clínicas, la fidelidad dimensional de estos dispositivos se mantiene dentro de los márgenes clínicamente aceptables, incluso en vanos edéntulos de extremo libre y tejidos blandos.

Desde la perspectiva del paciente, esta tecnología brinda beneficios importantes, al eliminar el uso de materiales de impresión como el alginato o las siliconas, las cuales suelen generar incomodidad, náuseas o ansiedad, se ve mejorada la experiencia general del tratamiento(38). Algunos estudios han reportado un mayor grado de aceptación por parte de los pacientes hacia las técnicas digitales, tanto por la mayor comodidad brindada como por la velocidad con la que se realiza el procedimiento.

Es importante mencionar también que el uso de escáner intraoral presenta ciertas limitaciones(35); entre ellas se pueden encontrar el alto costo de adquisición de este aparato, la necesidad de constante mantenimiento técnico especializado, el uso en conjunto con un software actualizado y compatible con los flujos de trabajos clínicos y de laboratorio. Además, pueden presentarse casos clínicos en donde la presencia abundante de sangrado, exceso de saliva o reflejos brillantes pueden afectar la captación de imágenes volviendo menos confiable la impresión.

En conclusión, el escáner intraoral Virtuo Vivo de Straumann corresponde a una herramienta tecnológica avanzada que permite mejorar la precisión, la eficiencia y la experiencia clínica al momento de la toma de impresiones. El uso de esta tecnología en la práctica odontológica diaria refleja un camino hacia una odontología mucho más moderna, precisa y centrada en el paciente.

Comparaciones entre las técnicas: precisión dimensional

Precisión en la toma de impresiones dentales

La precisión en la reproducción de estructuras de la cavidad bucal es un factor que determinará el éxito de los tratamientos rehabilitadores. El hecho de que una impresión sea precisa garantiza que la futura prótesis, férula o cualquier otro elemento protésico fabricado a partir de ella posea un ajuste adecuado a la anatomía del paciente, de esta forma evitando futuras complicaciones y asegurando la eficacia del tratamiento.

Comúnmente las impresiones son tomadas con materiales de impresión como el alginato ya que es fácil de manipular y un material muy económico, sin embargo sus limitaciones antes mencionadas como lo son su baja estabilidad dimensional afectan la exactitud del modelo final. Con el avance de la tecnología los escáneres intraorales cada vez son más utilizados como una alternativa moderna para la obtención de impresiones digitales.

Un estudio publicado en el International Journal of Odontostomatology(35) comparó la precisión dimensional que poseían algunos modelos generados por impresión digital (escáner intraoral e impresión 3D) y métodos de impresión convencional. Los resultados de este estudio concluyeron que los modelos de estudio digitales presentaron una precisión comparable o inclusive superior en ciertas medidas como lo son las de los vanos edéntulos en extremos libres(39).

Asimismo, un estudio realizado por la Facultad de Odontología de la Universidad tecnologica de Mexico realizo evaluaciones de la exactitud de los modelos obtenidos mediante el uso de escaneo intraoral en comparación con impresiones que utilizaban alginato y polivinilsiloxano como material de impresión(40). Los resultados demostraron que no hay grandes diferencias estadísticas significativas

en las medidas interproximales entre los dos métodos, llegando a la conclusión que el escaneo intraoral es una técnica muy confiable que asegura una correcta toma de impresión.

Resulta importante destacar que si bien los escáneres intraorales ofrece variadas ventajas en términos de comodidad y precisión para el paciente , su eficacia se puede ver dificultada por ciertos factores como lo son la presencia de saliva, sangrado o movimientos del pacientes, además la curva de aprendizaje y los elevados costos de adquisición de esta tecnología pueden ser factores determinantes en su implementación en el área práctica.

Longitud mesiodistal del diente remanente

Una reproducción fiel hecha de las longitudes dentarias mesiodistales resulta esencial para poder asegurar una correcta adaptación de aparatología protésica y también para poder mantener una correcta relación oclusal. Un estudio clínico de tipo prospectivo realizó una comparación mediante mediciones directas utilizando calibrador digital con las impresiones que se obtuvieron utilizando escaneo intraoral y modelos de yeso, el estudio demostró diferencias no significativas ($p<0.05$)(41), esto sugiere que el uso de escáner intraoral puede resultar igualmente confiable para la toma de impresión, tanto para dientes anteriores como posteriores.

Extensión del vano edéntulo

La extensión horizontal del vano edéntulo corresponde a un parámetro clínico muy importante, especialmente para el diseño de prótesis parciales removibles y para la planificación de tratamientos implantosoportados. La precisión que se alcance al realizar la reproducción en los modelos de trabajo es fundamental para poder lograr un correcto ajuste de la prótesis y así evitar discrepancias clínicas al momento de la instalación de la prótesis.

Diversos estudios han llegado a la conclusión que la ausencia de referencias anatómicas que presenten rigidez como lo son los dientes remanentes pueden afectar de una forma negativa la precisión que se pueda alcanzar con el escáner intraoral(42). Esta pérdida de precisión está relacionada con errores acumulativos

que se producen durante el proceso de escaneo, debido a la interpolación de las superficies mucosas que no presentan puntos de anclaje evidentes para los algoritmos de la impresión digital.

Altura del vano edéntulo

La medición vertical de los vanos edéntulos resulta esencial para realizar una correcta planificación protésica, esto se debe a que esta dimensión influye directamente en el soporte, la retención y la estabilidad.

La reabsorción ósea vertical posterior a la exodoncia es altamente variable entre los distintos pacientes, por lo que una reproducción precisa de la altura del vano edéntulo resultará crucial para que se genere un correcto asentamiento de la prótesis.

En un estudio clínico reciente se evaluó la capacidad que poseen los escáneres intraorales para lograr la reproducción de la altura del vano edéntulo en pacientes desdentados(42), se observó que las diferencias que se obtenían entre las mediciones clínicas y digitales no superan los 100 µm, siendo clínicamente aceptable para fines protésicos.

V. Hipótesis

La impresión digital mediante escáner intraoral Virtuo Vivo de Straumann brinda una mejor precisión dimensional en comparación con la técnica convencional con alginato y cubeta stock.

VI. Objetivos

a) **Objetivo General**:

Comparar la precisión dimensional entre la impresión preliminar convencional con alginato y cubeta stock y la impresión digital utilizando escáner intraoral Virtuo Vivo de Straumann mediante la comparación de medidas obtenidas en los modelos de yeso y las imágenes digitales.

b) **Objetivos Específicos**:

- Comparar la longitud mesiodistal de un diente remanente al azar obtenido en los modelos de yeso y las imágenes digitales.
- Comparar la extensión del vano edéntulo en los modelos de yeso y las imágenes digitales.
- Comparar la altura del vano edéntulo en los modelos de yeso y las imágenes digitales.

VII. Metodología

a) Diseño del estudio:

Observacional analitico de corte transversal con diseño intrasujeto pareado.

b) Universo y muestra:

El universo de este estudio estará constituido por pacientes parcialmente desdentados atendidos en la asignatura de Clínica del Adulto Senescente (CAS) 4to y 5to año de la universidad Finis Terrae, los que deberán cumplir con los criterios de inclusión y firmen el documento de consentimiento informado (anexo 1) conforme con los lineamientos del comité ético científico institucional.

La muestra estará conformada por 14 pacientes, los cuales serán seleccionados por conveniencia, donde se evaluará una arcada dentaria por paciente (superior o inferior), sobre la cual se aplicarán ambas técnicas de impresión.

El tamaño muestral se determinó basado en una prueba t para muestras pareadas y lo que se considero para esto fue:

- Diferencia clínica mínima esperada (δ): 50 μm
- Desviación estándar estimada(σ): 60 μm
- Nivel de significancia (α): 0.05
- Poder estadístico (1−β): 80%

Fórmula aplicada:

$n = ((Z_1\text{-}\alpha/2 + Z_1\text{-}\beta) * \sigma / \delta)^2$

$n = ((1.96 + 0.84) * 60 / 50)^2 \approx 13.5 \rightarrow$ Redondeado a 14 pacientes.

El cálculo considera la reducción de variabilidad al trabajar con un diseño intra-sujeto, donde cada paciente es su propio control.

c) Criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Paciente desdentado parcial
- Paciente que presente buena salud oral general
- Paciente sobre 18 años dispuesto a participar voluntariamente

Criterios de exclusión:

- Pacientes con movilidad dental no fisiológica
- Pacientes alérgicos a los materiales de impresión
- Pacientes con reabsorción ósea severa del vano edéntulo
- Pacientes con reflejo nauseoso exacerbado

d) Variables:

Variable	**Definición conceptual**	**Naturaleza de la variable**	**Nivel de medición**	**Instrumento u obtención de datos**	**Indicador o codificación**
Longitud mesiodistal del diente remanente	Medición de la distancia entre los puntos de contacto mesial y distal de un diente	Cuantitativa continua	Escala de razón	Software de análisis 3D Medit Design	Diferencia en mm entre medidas en modelos de yeso y digitales
Extensión del vano edéntulo	Medición de la distancia horizontal entre dientes pilares adyacentes al vano edéntulo, medida exclusivamente en los modelos	Cuantitativa continua	Escala de razón	Software de análisis 3D Medit Design	Diferencias en mm entre medidas en modelos de yeso y digitales

	de yeso obtenidos e imágenes digitales				
Altura del vano edéntulo	Medición vertical desde el vano edéntulo hasta plano de referencia virtual, medida exclusivamente en los modelos de yeso obtenidos e imágenes digitales	Cuantitativa continua	Escala de razón	Software de análisis 3D Medit Design	Diferencias en mm entre medidas en modelos de yeso y digitales

Variables

- Longitud mesiodistal de un diente remanente al azar: Medición de la distancia lineal entre los puntos de contacto mesial y distal de un diente remanente seleccionado, medida comparada en la medición registrada en los modelos de yeso y la imagen digital. Esta variable permite analizar la fidelidad dimensional de la reproducción dentaria.
- Extensión del vano edéntulo: Medición de la distancia lineal horizontal entre los pilares remanentes adyacentes al vano edéntulo, medida exclusivamente en los modelos de yeso y la imagen digital, debido a la gran dificultad de obtener referencias clínicas estables dentro de la cavidad bucal.
- Altura del vano edéntulo: Medición realizada exclusivamente en modelos de yeso y modelos digitales, debido a la gran dificultad de obtener referencias clínicas estables dentro de la cavidad bucal.

Materiales y equipos

Equipos de protección personal	Bandeja de examen básico	Alginato
Tasa de goma	Espátula de alginato	Cubetas Stock múltiples tamaños
Bolsas de plástico	Yeso piedra	Espatula de yeso
Basurero	Zocaleros	

e) Recolección e interpretación de datos:

Se realizaron dos tipos de tomas de impresión en la arcada de cada paciente. La primera se efectuó mediante la técnica convencional con alginato y cubeta stock; la segunda consistió en un escaneo digital intraoral utilizando el escáner Virtuo Vivo Straumann. La impresión en alginato fue vaciada con yeso tipo piedra y, posteriormente, los modelos obtenidos fueron escaneados para generar archivos STL comparables con los modelos tridimensionales obtenidos directamente del escaneo intraoral.

Los archivos de los modelos digitales y los modelos físicos escaneados fueron anonimizados según un protocolo de anonimato (anexo 2) procesados mediante el software de análisis tridimensional Medit Design. Este procedimiento permitió superponer ambos modelos y calcular diferencias lineales con alta precisión.

Una vez superpuestos, se realizaron las mediciones correspondientes. La longitud mesiodistal se evaluó en un diente remanente seleccionado al azar, empleando como referencias sus puntos de contacto mesial y distal. La extensión del vano edéntulo se midió utilizando como puntos de referencia el punto de contacto distal del diente pilar anterior y el punto de contacto mesial del diente pilar posterior. Finalmente, la altura del vano edéntulo se determinó mediante un plano de referencia virtual construido sobre las cúspides vestibulares o bordes incisales de los dientes remanentes adyacentes.

Figura n°1: Medición Altura del vano edéntulo en modelo digital con Software Medit Design

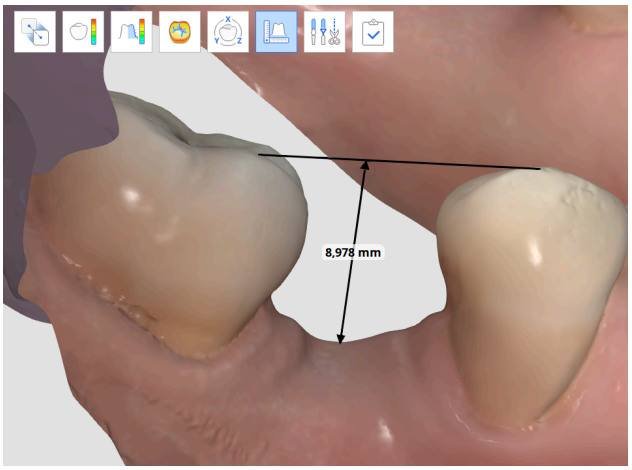


Figura °2: Medición Altura del vano edéntulo en modelo de yeso con Software Medit Design

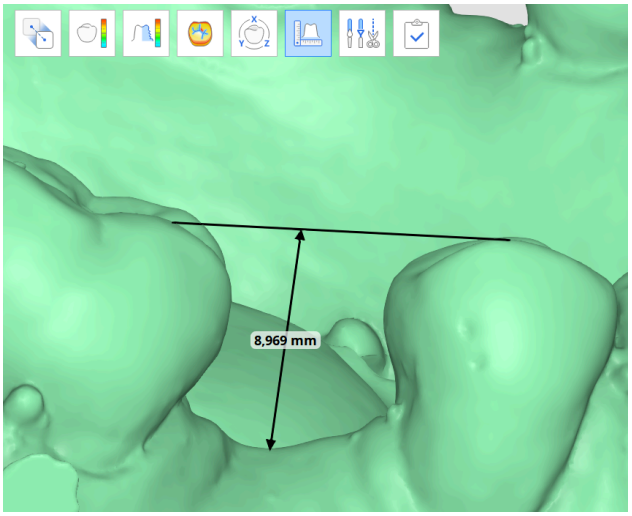
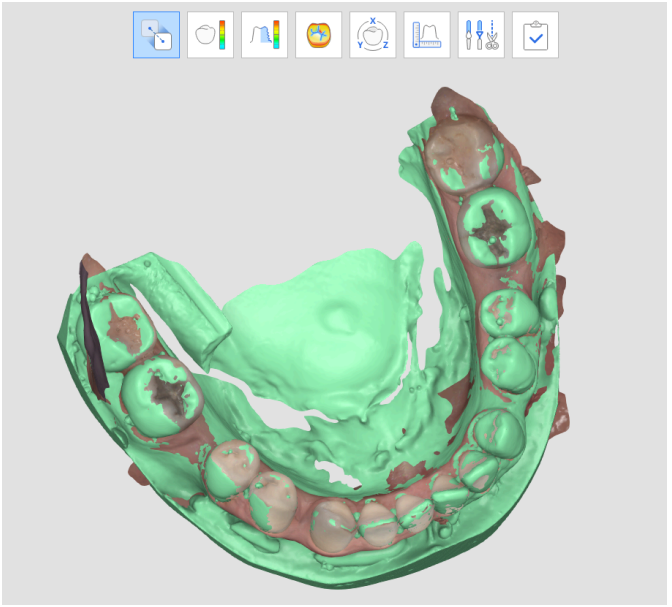


Figura n°3: Modelo digital y modelo de yeso sobrepuestos con Software Medit Design



Todas las impresiones fueron realizadas por un mismo operador, previamente calibrado mediante protocolos estandarizados de aceptación tanto para impresiones preliminares con alginato (anexo 3) como para impresiones preliminares digitales (anexo 4).

Plan de análisis

Las mediciones obtenidas a partir de los modelos en yeso y del escaneo digital fueron registradas en planillas Excel. Para cada grupo estudiado se calcularon las medidas de tendencia central y de dispersión correspondientes. Posteriormente, se evaluó la distribución de las diferencias entre ambos métodos (Modelo de Yeso – Modelo Digital) mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, aplicada individualmente a cada variable analizada.

Los resultados indicaron que la variable Mesiodistal de los dientes no presentó una distribución normal ($p = 0.0025$). En consecuencia, para comparar ambos métodos en esta variable se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras pareadas.

Por el contrario, las variables Altura del Vano Edéntulo y Extensión del Vano Edéntulo sí mostraron una distribución compatible con la normalidad ($p = 0.155$ y $p = 0.084$, respectivamente). Por ello, para estas comparaciones se empleó la prueba paramétrica t de Student para muestras relacionadas.

El análisis estadístico se realizó utilizando el entorno computacional Python, empleando las bibliotecas científicas pandas para la gestión y procesamiento de datos, y scipy.stats para la ejecución de las pruebas inferenciales. Se consideró un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$ para todas las comparaciones.

VIII. RESULTADOS

Tabla 1. Medidas Longitud Mesiodistal de un diente al azar modelo de yeso versus modelo digital

Código	Modelo yeso (mm)	Modelo digital (mm)	Diferencia (mm)
IDR01	6,070	6,080	0,010
IDR02	7,272	7,018	0,254
IDR03	5,752	5,712	0,040
IDR04	7,824	7,804	0,020
IDR05	8,716	8,707	0,009
IDR06	7,616	7,587	0,029
IDR07	5,483	5,496	0,013
IDR08	7,702	7,631	0,071
IDR09	9,886	9,773	0,113
IDR10	8,461	8,402	0,059
IDR11	11,261	11,189	0,072
IDR12	8,892	9,041	0,149
IDR13	7,007	6,972	0,035
IDR14	7,230	7,251	0,021

Tabla 2. Medidas Altura vano edéntulo modelo de yeso versus modelo digital

Código	Modelo yeso (mm)	Modelo digital (mm)	Diferencia (mm)
IDR01	8,969	8,978	0,009
IDR02	7,685	7,601	0,084
IDR03	8,183	8,141	0,042

IDR04	7,354	7,357	0,003
IDR05	6,523	6,494	0,029
IDR06	6,958	6,876	0,082
IDR07	5,665	5,649	0,016
IDR08	8,398	8,273	0,125
IDR09	8,017	7,948	0,069
IDR10	7,823	7,756	0,067
IDR11	8,442	8,318	0,124
IDR12	9,402	9,542	0,140
IDR13	12,994	12,967	0,027
IDR14	8,297	8,292	0,005

Tabla 3. Medidas Extensión Vano edéntulo modelo de yeso versus modelo digital

Código	**Modelo yeso (mm)**	**Modelo digital (mm)**	**Diferencia (mm)**
IDR01	7,183	7,338	0,155
IDR02	3,144	3,138	0,006
IDR03	3,885	3,944	0,059
IDR04	4,932	4,807	0,125
IDR05	7,066	6,962	0,104
IDR06	14,857	14,443	0,414
IDR07	10,420	10,380	0,040
IDR08	11,521	11,662	0,141
IDR09	7,178	7,243	0,065
IDR10	8,443	8,223	0,220
IDR11	9,530	9,637	0,107
IDR12	19,012	18,820	0,192

IDR13	18,424	18,65	0,226
IDR14	7,461	7,382	0,079

Tabla 4. Estadística descriptiva

Variable	Media Yeso (DE)	Media Digital (DE)	Diferencia Media (DE)
Mesiodistal del diente	6,909mm (0,721)	6,886mm (0,727)	+0,023mm (0,075)
Altura del vano edéntulo	8,194mm (1,688)	8,157mm (1,702)	+0,059mm (0,047)
Extensión del vano edéntulo	7,238mm (1,729)	7,269mm (1,771)	-0,031mm (0,070)

Tabla 5. Prueba de wilcoxon

Variable	n	Estadístico (W)	Valor p	Diferencia media (mm)	Interpretación
Mesiodistal del diente	14	23,0	0,0676	+0,023 mm	No hay diferencia significativa

Tabla 6. Pruebas t de student

Variable	n	Estadístico (t)	Valor p	Diferencia media (mm)	Interpretación
Altura Vano edéntulo	14	2,0696	0,0590	+0,0587 mm	No hay diferencia significativa
Extensión Vano edéntulo	14	0,6571	0,5226	-0,037 mm	No hay diferencia significativa

IX. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo comparar la precisión dimensional de modelos obtenidos mediante dos técnicas de impresión, una técnica convencional con alginato y otra mediante técnica digital con escáner intraoral Virtuo Vivo Straumann. Los resultados no reflejan diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas en ninguna de las variables evaluadas, y que las discrepancias promedio se mantuvieron dentro de rangos clínicamente aceptables.

En relación con la hipótesis planteada, la cual afirmaba que el escaneo intraoral presentaría una precisión dimensional superior a la de las impresiones con la técnica convencional con alginato, los resultados permiten concluir que dicha hipótesis debe ser rechazada. Si bien la odontología digital ha demostrado avances relevantes en términos de reproducibilidad, estandarización y confort para el paciente, en este estudio no se logró evidenciar la superioridad esperada. Al contrario, la precisión dimensional obtenida presentó equivalencias entre ambos métodos, esto indica que las impresiones con alginato, cuando son correctamente realizadas según protocolos y respetando todas las etapas de manipulación, siguen siendo una técnica válida y confiable para la obtención de modelos preliminares.

Estas equivalencias coinciden con lo mencionado en diversos estudios realizados previamente demostrando que los sistemas de escaneo intraoral presentan una precisión comparable a la de las impresiones convencionales en múltiples contextos clínicos. Zimmermann et al. (2015) reportaron que las diferencias promedio entre modelos digitales y convencionales comúnmente se mantienen bajo 0.2–0.3 mm, estos valores son considerados clínicamente irrelevantes para planificación protésica. Estos resultados coinciden y son homologables con los resultados obtenidos del presente estudio, donde las discrepancias promedio obtenidas oscilaron en los rangos de −0.031 mm y +0.059 mm, estos valores son incluso inferiores a los reportados tradicionalmente(12).

Asimismo, Mangano et al. (2017) y Güth et al. (2013) señalan que la precisión de los escáneres intraorales ha ido mejorando con cada generación tecnológica,

disminuyendo el error acumulativo y brindando mejoras en la reproducibilidad en mediciones lineales, tal como se observó en este estudio(3). La similitud entre las técnicas estudiadas puede explicarse en parte por la naturaleza lineal de las mediciones seleccionadas, esto debido a que presentan menor susceptibilidad a variaciones tridimensionales complejas. Además, se pudo observar que las mayores discrepancias registradas entre ambos métodos de toma de impresión tendieron a concentrarse en las zonas posteriores de la arcada. Este patrón es consistente con lo descrito en la literatura, donde se ha señalado que el rendimiento del escáner intraoral se puede ver afectado por algunas condiciones anatómicas y operativas propias del sector posterior. Factores como la dificultad de acceso, la reducción del campo visual, la presencia de estructuras anatómicas móviles (lengua, mejillas) y, especialmente, el tamaño del cabezal del escáner, pueden limitar la captura precisa de la geometría en estas áreas. A esto se debe sumar que la angulación durante el escaneo posterior tiende a generar algunas trayectorias de registro más largas, esto puede incrementar el riesgo de pequeños errores acumulativos. Sumadas, estas condiciones podrían explicar por qué, aun cuando las discrepancias obtenidas durante el desarrollo de este estudio fueron clínicamente irrelevantes, las mediciones realizadas en sectores posteriores mostraron una mayor variabilidad en comparación con las obtenidas en las regiones anteriores de la arcada.

Entre las fortalezas principales que presenta este estudio se encuentra el diseño intrasujeto pareado, que permitió reducir la variabilidad interindividual y aumentó la precisión de las comparaciones. Sin embargo, el tamaño muestral reducido representa una restricción, por lo que futuros estudios deberían tener en consideración evaluaciones con un número mayor de participantes y la incorporación de mediciones tridimensionales para ampliar la comprensión del desempeño clínico de ambas técnicas.

X. CONCLUSIÓN

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones dimensionales realizadas en los distintos modelos obtenidos mediante las dos técnicas de impresión, la convencional con alginato y la digital mediante escaneo intraoral con Virtuo Vivo Straumann. Las discrepancias que se observaron entre ambos métodos fueron mínimas, estas estuvieron siempre dentro de rangos que clínicamente no son relevantes, lo que evidencia un desempeño equivalente o similar en términos de precisión para las tres variables evaluadas: la longitud mesiodistal del diente seleccionado, la altura del vano edéntulo y la Extensión del vano edéntulo. Esto sugiere que, desde una perspectiva clínica y rehabilitadora, los modelos digitales ofrecen un nivel de precisión comparable al de los modelos obtenidos mediante alginato, lo que permite considerarlos una alternativa válida para la obtención de modelos de estudio y planificación de tratamientos.

Al utilizarse un diseño intrasujeto se logró controlar la variabilidad individual, lo que fortaleció la confiabilidad de los resultados. Sin embargo, al contar con un tamaño muestral limitado se genera una restricción, es por esto que se recomienda que futuras investigaciones puedan ampliar el número de participantes y que también puedan incorporar mediciones tridimensionales o evaluaciones volumétricas que permitan profundizar en el análisis comparativo entre ambas técnicas.

Los resultados que se obtuvieron en este estudio sirven como respaldo para la implementación del escaneo intraoral como una herramienta válida, precisa y eficaz dentro de la práctica odontológica contemporánea, posicionándolo como una herramienta tecnológica alternativa que puede facilitar la obtención de modelos más eficientes y con menor variabilidad operatoria, sin comprometer la exactitud dimensional necesaria para la rehabilitación oral.

Por otra lado es importante mencionar que ambas técnicas pese a ser confiables y precisas, son estrictamente dependientes del operador, si este no se encuentra capacitado, es normal que se obtengan impresiones no fidedignas, las cuales no servirán como una herramienta válida para realizar un análisis preliminar y mucho menos para una planificación de tratamiento.

XI. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Los datos estudiados y comparados provienen de pacientes de la asignatura CAS (Clínica del adulto senescente) 4to año y 5to año de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae. La confidencialidad está asegurada, dado que las muestras obtenidas fueron previamente anonimizadas. La base de datos estará protegida por lo que no es posible decodificar su procedencia. Este estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad Finis Terrae al igual que el documento de consentimiento informado firmado por los participantes.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Mandelli F, Gherlone EF, Gastaldi G, et al. Accuracy of conventional impression techniques versus digital scan in partially edentulous jaws: a systematic review. J Prosthodont Res. 2021;65(4):404-413.

(2) Vieira JN. Análisis de las técnicas de impresión en prótesis parcial removible a extensión distal. Acta Odontol Venez [Internet]. 2007 [citado 2025 Jun 17];45(2):34–45. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652007000200034

(3) Mangano FG, Veronesi G. Digital vs. conventional workflow for full-arch restorations: A systematic review. J Prosthodont Res. 2020;64(4):434-442.

(4) Guiraldo RD, Moreti AFF, Martinelli J, Berger SB, Meneghel LL, Caixeta RV, et al. Influence of alginate impression materials and storage time on surface detail reproduction and dimensional accuracy of stone models. Acta Odontol Latinoam. 2015;28(2):156–161.

(5) Cao R, Zhang S, Li L, Qiu P, Xu H, Cao Y. Accuracy of intraoral scanning versus conventional impressions for partial edentulous patients with maxillary defects. Sci Rep. 2023;13:16773.

(6) Bauer T, Stadlinger B, Ide J, et al. Micro- and nanostructure of the bone–implant interface at zirconia and titanium abutments following early and delayed loading. Clin Oral Implants Res. 2010;21(4):422-31. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC12553488/

(7) Bahammam H. Conventional vs. digital impression: Comfort level, preferences, and acceptance of treatment time among orthodontic patients. Open Dent J. 2022;16:e187421062208181.

(8) Ma Y, Guo Y-Q, Saleh MQ, Yu H. Influence of ambient light conditions on intraoral scanning: A systematic review. J Prosthodont

Res. 2023;68(2):237-245. doi:10.2186/jpr.JPR_D_23_00098.

(9) Factors that influence the accuracy of intraoral scanning of total edentulous arches. J Prosthet Dent. 2022;128(4):663-670. doi:10.1016/j.prosdent.2022.02.005.

(10) Arcas LPB, Tribst JPM, Baroudi K, Amaral M, Silva-Concílio LR, Vitti RP. Dimensional accuracy comparison of physical models generated by digital impression/3D-printing or analog impression/yeso. Int J Odontostomat. 2021;15(3):562-568.

(11) 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.

(12) Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Accuracy of digital and conventional impression techniques for full-arch prosthodontics. J Prosthet Dent. 2021;125(4):639–647. doi:10.1016/j.prosdent.2020.04.026.

(13) Murugesan A, Sivakumar A. Comparison of accuracy of mesiodistal tooth measurements made in conventional study models and digital models obtained from intraoral scan and desktop scan of study models. J Orthod. 2020;47(2):149–155. doi:10.1177/1465312520910755.

(14) Achmadi AA, Rikmasari R, Oscandar F, Novianti VM. The accuracy of edentulous arch impression between intraoral scanner and laboratory scanner: a scoping review. *BDJ Open.* 2025;11:13. doi:10.1038/s41405-025-00300-4.

(15) Burzynski JA, Firestone AR, Beck FM, Fields HW Jr, Deguchi T. Comparison of digital intraoral scanners and alginate impressions: time and patient satisfaction. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2018 Apr;153(4):534–541. doi:10.1016/j.ajodo.2017.08.017. PMID:29602345.

(16) Rasaie V, Abduo J, Hashemi S. Accuracy of intraoral

scanners for recording the denture bearing areas: a systematic review. J Prosthodont. 2021 Jul;30(6):541–550. doi:10.1111/jopr.13276. PMID:33956834.

(17) Pjetursson BE, Sailer I, Zwahlen M, Hämmerle CHF. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. Clin Oral Implants Res. 2015;26(10):127–136. doi:10.1111/clr.12629.

(18) Rojas MM, Gamboa JF, Millán S, et al. Oral Health-Related Quality of Life in Patients Rehabilitated with Complete or Implant-Supported Dentures. *J Oral Rehabil.* 2008;35(6):433-440. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11989169/

(19) Jivraj S, Corrado P, Chee WWL. An interdisciplinary approach to treatment planning in implant dentistry. *Br Dent J.* 2007;202(1):11-18.

(20) Schneider UEM, Moser L. Achieving excellence with interdisciplinary approaches in complex orthodontic adult patients. *Br Dent J.* 2024;237:349-359.

(21) Onbasi Y, et al. Trueness of full-arch dental models obtained by digital and conventional impression techniques: an in vivo study. *Sci Rep.* 2022;12(1):22509.

(22) Zarb GA, Bolender CL, Eckert SE, Jacob RF, Fenton AH, Mericske-Stern R. Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients: Complete Dentures and Implant-Supported Prostheses. 12th ed. St. Louis: Mosby; 2004

(23) Carr AB, Brown DT. McCracken's Removable Partial Prosthodontics. 13th ed. St. Louis: Mosby; 2015

(24) da Costa TRF, de Araújo CA, Delgado MCC, Barbosa GA. Importance of preliminary impressions in complete denture therapy. Braz Dent J. 2012;23(4):453–7. doi:10.1590/S0103-64402012000400020

(25) Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. *Phillips' Science of Dental Materials.* 12th ed. St. Louis: Elsevier Saunders; 2013.

(26) Nandini VV, Venkatesh KV, Chandrasekharan Nair K.

Alginate impressions: A practical perspective. J Conserv Dent. 2008;11(1):37–41.
(27) Limmer A, et al. Dental Alginate Impressions. StatPearls. 2023.
(28) Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics. 5th ed. St. Louis: Mosby; 2015.

(29) Awad MM, Abdullah MA. Evaluation of setting expansion of dental stone with different water/powder ratios and mixing methods. EC Dent Sci. 2018;17(7):880–5.

(30) New American Dental Association Specification No. 25 for dental gypsum products. J Am Dent Assoc. 1972 Mar;84(3):640-4. doi: 10.14219/jada.archive.1972.0120. PMID: 4500377.

(31) Khinda VIS, Grewal N. Influence of time of pouring and storage on dimensional accuracy of alginate impressions. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2017;35(3):246–50.

(32) Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. Clin Oral Investig. 2020;24(6):2135–42.
(33) Camardella LT, Velo MMAC, Breuning KH. Accuracy of printed dental models made with 3D printers using different technologies. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2021;160(6):885–92.
(34) Logozzo S, Zanetti EM, Franceschini G, Kilpelä A, Mäkynen A. Recent advances in dental optics – Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. Opt Lasers Eng. 2014;54:203–21.
(35) Singh Dhull K, Nagar R, Mathur P, Shil M, Jain S. Intraoral scanners: Mechanism, applications, advantages, and limitations. J Pharm Bioallied Sci. 2024;16(3):123–9.
(36) Alehaideb A, Lin WS, Levon JA, Chu TM, Yang CC. Accuracy of digital duplication scanning methods for complete dentures. J Prosthodont. 2025;34(1):42–8. doi:10.1111/jopr.13788.
(37) Viana SWA, Ribeiro MA, de Oliveira AEM, Sotto-Maior BSS. Influence of luminosity on the precision and accuracy of intraoral scanning: A comparative in vitro study. Eur J Prosthodont Restor Dent.

2024;32(3):326–34.

(38) Güth JF, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayr M, Edelhoff D. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. Clin Oral Investig. 2017;21(5):1445–55.

(39) Tribst JPM, Campanelli de Morais D, Dal Piva AMO, Borges ALS, Nishioka RS, Bottino MA. Comparación de precisión dimensional de modelos físicos generados por métodos de impresión digital/impresión 3D o impresión analógica/yeso. Int J Odontostomat. 2021;15(3):562–8.

(40) Revista Mexicana de Ortodoncia. Exactitud de modelos digitales con base en escáner intraoral comparado con métodos convencionales. Rev Mex Ortodon. 2021;9(2):12–9.

(41) Murugesan A, Sivakumar A. Comparison of accuracy of mesiodistal tooth measurements made in conventional study models and digital models obtained from intraoral scan and desktop scan of study models. J Orthod. 2020;47(2):149–55. doi:10.1177/1465312520910755. PMID: 32195636

(42) Deferm JT, Baan F, Nijsink J, Verhamme L, Meijer G, Maal T. Intraoral scanning of the edentulous jaw without additional markers: an in vivo precision study. Imaging Sci Dent. 2023 Mar;53(1):21–26. doi:10.5624/isd.20220131. PMID:37006789

XIII. Anexos

Anexo 1: Documento de consentimiento Informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre del Estudio:	"Estudio comparativo de la impresión preliminar: Técnica convencional con alginato y cubeta stock versus escaneo digital con Virtuo Vivo Straumann"
Patrocinador/ Fuente Financiamiento	Sin financiamiento
Investigador Responsable:	Bruno Verdugo Letelier Correo electrónico: bverdugo@uft.cl
Unidad Académica:	Facultad de Odontología, Universidad Finis Terrae

---

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar, o no en una investigación, y, si es el caso, para autorizar el uso de muestras humanas o información personal.

Lea cuidadosamente este documento, puede hacer todas las preguntas que necesite al investigador y tomarse el tiempo necesario para decidir.

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO
24/11/2025

a) Objetivos

Usted ha sido invitado/invitada a participar en este estudio porque es paciente de la asignatura de Clínica del adulto senescente (CAS) de la clínica odontológica de la universidad Finis Terrae, y como tal, forma parte del grupo objetivo de este estudio cuyo propósito es comparar la precisión dimensional entre la técnica de impresión preliminar convencional con alginato y cubeta stock y la técnica de escaneo digital con el escáner intraoral Virtuo Vivo de Straumann.

b) Procedimiento de la investigación: Metodología

El procedimiento por el cual se llevará a cabo este estudio consistirá en la toma de impresión de una de sus arcadas (superior o inferior) utilizando dos técnicas distintas, es decir dos impresiones, una con una técnica convencional que utiliza una cubeta stock y alginato (material similar a una silicona) y la otra técnica a utilizar corresponde a la digital utilizando el Scanner Virtuo Vivo Straumann, el cual es una herramienta digital que captura imágenes de la cavidad bucal y genera un molde tridimensional, ambos procedimientos serán realizados en la misma sesión y corroborados por un especialista (Dr. Bruno Verdugo - Rehabilitador oral) este procedimiento tendrá una duración total (considerando explicación, preparación, toma de impresión y captura digital) aproximada de 40 minutos y será realizado por parte del estudiante tesista Marcelo Saldaña G., estudiante de sexto año de odontología de la Universidad Finis Terrae, con la supervisión del docente Dr. Julio Huerta (especialista en rehabilitación oral), profesor colaborador en la clínica odontológica de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae. Luego dichas impresiones serán comparadas mediante el uso de un software de medición y precisión, con el fin de determinar cuál de ambas técnicas es la más precisa y también para determinar las discrepancias que se puedan generar. La información recolectada será incluida en la tesis de grado y será utilizada únicamente con el propósito de la investigación.

c) Beneficios

Este estudio no contempla beneficios clínicos directos para los participantes, ya que no se realizará ningún procedimiento terapéutico ni

diagnóstico con implicancia médica o protésica inmediata. Sin embargo, su participación contribuirá al conocimiento científico y a mejorar la calidad de los tratamientos odontológicos futuros, en particular aquellos relacionados con la rehabilitación oral.

d) Riesgos

La participación en este estudio no conlleva riesgos significativos para la salud del paciente. No obstante, al igual que en cualquier procedimiento odontológico que involucre la toma de impresiones, podrían presentarse molestias leves o transitorias durante la ejecución de la técnica. Entre los posibles eventos se deben considerar:

- **Reflejo nauseoso:** Puede producirse de manera momentánea al colocar la cubeta de impresión en la cavidad bucal, especialmente en pacientes con sensibilidad aumentada. Medidas a adoptar: En caso de presentarse, el procedimiento será detenido de inmediato, se retirará la cubeta y se permitirá al paciente recuperarse antes de decidir si continuar o suspender la toma. Si la molestia persiste, la participación del paciente podrá finalizar sin que esto afecte el tratamiento y la atención que está recibiendo.
- **Reacción alérgica leve a materiales de impresión (alginato):** Aunque puede ser infrecuente, podría producir algún tipo de irritación o hipersensibilidad local. Medidas a adoptar: Ante cualquier signo de alergia (enrojecimiento, picazón o malestar), el material será retirado inmediatamente, se enjuagara la cavidad con abundante agua y se suspenderá la participación. Si los síntomas no remiten, se dará aviso al enfermero de turno de la universidad, se realizará la toma de signos vitales y el paciente será derivado a evaluación médica correspondiente.

  El estudio no contempla procedimientos invasivos, administración de medicamentos ni exposición a radiación. Por lo tanto, se considera de riesgo mínimo según las normativas éticas vigentes para investigaciones clínicas en odontología.

e) Confidencialidad de la información

La información y muestras que se recopilen durante el estudio (modelos de yeso escaneados, archivos STL) será codificada y almacenada bajo custodia en repositorio institucional (Drive institucional) manteniendo la confidencialidad. La información personal de los pacientes que participen será utilizada únicamente bajo fines académicos y científicos. Para este documento solo se solicitará el nombre del participante y ninguna otra

información personal como rut, fecha de nacimiento ni tampoco información que permita identificar a los participantes.

Se confeccionó un protocolo de anonimato para garantizar la protección de la identidad de los participantes en este estudio, se implementará un protocolo de anonimato basado en los siguientes principios y procedimientos:

- Codificación de participantes: A cada sujeto se le asignará un código alfanumérico único que reemplazará su nombre, este se utilizará en todas las fases del estudio, incluyendo recolección, análisis y presentación de resultados. Esta codificación no tendrá relación directa con los datos personales del participante.

- Acceso restringido: El alumno tesista Marcelo Saldaña y el investigador responsable; Dr. Bruno Verdugo Letelier tendrán acceso al archivo de codificación bajo un acuerdo de confidencialidad.

- Eliminación de datos identificatorios: Los datos serán conservados por un período de 1 año posterior a la finalización del estudio, permitiendo su uso para validación de resultados, auditorías o publicaciones académicas.

f) Voluntariedad

Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria. Usted tiene el derecho de no aceptar participar o de retractar su consentimiento y retirarse de la investigación en el momento que lo estime conveniente. Al hacerlo, usted no pierde ningún derecho como paciente de la facultad de odontología, ni existirán sanciones por parte de esta institución, por lo que se garantiza que no tendrá consecuencias negativas en su atención. Este estudio no significa un beneficio para su atención odontológica.

g) Preguntas

Si tiene preguntas acerca de este estudio puede contactar al investigador responsable del estudio Dr. Bruno Verdugo Letelier al mail bverdugo@uft.cl.

Este estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad Finis Terrae. Si tiene preguntas acerca de sus derechos como participante en una investigación médica, usted puede escribir al correo electrónico: cec@uft.cl del Comité ético Científico, o al teléfono +56 2 22420 7469, para que la presidente, Beatriz Shand Klagges, lo derive a la persona más adecuada.

h) Declaración de consentimiento

Se me ha explicado el propósito de este estudio, los procedimientos, los riesgos, los beneficios y los derechos que me asisten y que me puedo retirar en el momento que lo desee. Firmo este documento voluntariamente, sin ser forzado/forzada a hacerlo. No estoy renunciando a ningún derecho que me asista. Se me ha informado que tengo el derecho a reevaluar mi participación en esta investigación según mi parecer y en cualquier momento que lo desee. En el caso de retiro, no sufriré sanción o pérdida de derechos por parte de la institución académica.

Autorizo la toma de impresiones y recolección de la muestra para su posterior vaciado en yeso y digitalización, como se me ha explicado.

Al momento de la firma, se me entrega una copia firmada de este documento.

Firmas

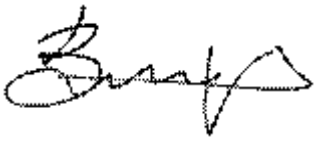
Nombre paciente:

Firma:

Fecha: 05/12/2025

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO
24/11/2025

Investigador: Dr Bruno Verdugo Letelier

Firma: 

Fecha: 05/12/2025

Director de la institución: Dr Angel Fernandez Clarke. Dirección de Carrera.

Firma: 

Fecha: 05/12/2025

Anexo 2: **Protocolo de Anonimato**

Para garantizar la protección de la identidad de los participantes en este estudio, se implementará un protocolo de anonimato basado en los siguientes principios y procedimientos:

1. **Codificación de participantes**: A cada sujeto se le asignará un código alfanumérico único, que será utilizado en todas las fases del estudio, incluyendo recolección, análisis y presentación de resultados. Esta codificación no tendrá relación directa con los datos personales del participante.

2. **Acceso restringido**: Únicamente el investigador principal tendrá acceso al archivo de codificación. El resto del equipo de trabajo (si lo hubiere) trabajará con datos anonimizados.

3. **Eliminación de datos identificatorios**: Los datos serán conservados por un período de 1 año posterior a la finalización del estudio, permitiendo su uso para validación de resultados, auditorías o publicaciones académicas.
   Finalizado dicho plazo, se procederá a la eliminación de la siguiente forma:
   - **Archivos digitales** (ej. archivos STL, planillas Excel) serán eliminados con software de borrado seguro, para evitar su recuperación.
   - **Modelos físicos** (yeso) serán triturados y desechados como residuos no peligrosos, conforme a normativa de gestión de residuos de instituciones universitarias.
   - **Los documentos impresos** serán triturados para garantizar la destrucción de información confidencial.

Anexo 3: **Protocolo de Aceptación: Impresiones Preliminares con Alginato**

Para poder garantizar la validez de las impresiones preliminares que se tomarán con alginato, se establecerán los siguientes criterios clínicos y técnicos de aceptación, los cuales serán verificados inmediatamente después de la toma de impresión. Solo se considerarán aptas para ser vaciadas en yeso y utilizadas en el estudio las impresiones que cumplan con todos los puntos.

Criterios de Aceptación

1. **Centrado y cobertura adecuada**
    - La impresión debe estar correctamente centrada en la arcada dentaria.
    - Debe cubrir completamente las estructuras anatómicas relevantes, incluyendo el área de los procesos alveolares, vanos edéntulos, fondo de surco, tuberosidades (en maxilar) y trígonos retromolares (en mandíbula).
2. **Ausencia de desgarros o defectos**
    - No debe presentar desgarros, burbujas, ni zonas faltantes en superficies críticas (dientes remanentes, zona edéntula, mucosa insertada).
    - La superficie del alginato debe ser continua y uniforme.
3. **Espesor uniforme del material**
    - El espesor del alginato entre la cubeta y las estructuras impresas debe ser homogéneo y suficiente (aproximadamente 3-5 mm), sin áreas sobreextendidas ni delgadas.
4. **Retención adecuada en la cubeta**
    - El alginato debe estar bien retenido a la cubeta stock, sin zonas de desprendimiento o desplazamiento parcial del material.
5. **Reproducción anatómica clara**
    - Se deben visualizar con nitidez los márgenes gingivales, vanos edéntulos y estructuras mucosas.
    - La impresión debe permitir una lectura clara de las áreas críticas para el análisis dimensional.
6. **Ausencia de deformaciones visibles**
    - La impresión no debe presentar distorsión visible (por ejemplo, elongación, colapso de zonas edéntulas o desplazamiento lateral).
7. **Manipulación y fraguado correcto**

- El tiempo de mezcla y fraguado debe ser respetado según las indicaciones del fabricante, y se debe verificar la estabilidad dimensional antes de su vaciado.

Anexo 4: **Protocolo de Aceptación: Impresiones Digitales con Escáner Intraoral Virtuo Vivo (Straumann)**

Con el fin de garantizar la precisión dimensional y la fidelidad anatómica de las impresiones digitales obtenidas mediante escáner intraoral, se establecen los siguientes criterios de aceptación. Solo las capturas que cumplan todos los puntos serán consideradas válidas para su análisis dentro del estudio.

Criterios de Aceptación

1. **Captura completa de la arcada dentaria seleccionada**
   - Debe registrarse toda la arcada dentaria superior o inferior (según corresponda), incluyendo vanos edéntulos, dientes remanentes, trígono retromolar (mandíbula) o tuberosidad (maxilar).
   - No deben existir zonas sin escanear o superficies incompletas.
2. **Ausencia de artefactos y errores de superposición**
   - La imagen no debe presentar líneas de doble escaneo, solapamientos, saltos de malla ni sombras que interfieran con la lectura precisa de la anatomía.
   - No deben existir áreas desenfocadas, pixeladas o deformadas.
3. **Fidelidad anatómica y nitidez**
   - Las superficies escaneadas deben presentar una morfología clara, continua y precisa.
   - Las líneas de margen gingival, crestas edéntulas, y estructuras clave deben estar correctamente definidas.
4. **Correcto alineamiento y flujo de escaneo**
   - El escaneo debe haber seguido un protocolo ordenado (secuencia sugerida por el fabricante), sin interrupciones abruptas o cambios de eje que provoquen distorsión.
   - Debe lograrse un alineamiento fluido entre segmentos escaneados.

5. **Visualización clara de zonas críticas**
    - Las regiones de interés para el estudio (diente remanente, vano edéntulo) deben estar perfectamente registradas y visibles en la malla 3D.
    - No se aceptarán imágenes que omitan o distorsionen estas áreas.
6. **Formato y exportación adecuada del archivo**
    - El archivo STL debe estar correctamente generado, sin errores de lectura en software de análisis.
    - Debe corresponder con el paciente codificado y estar almacenado bajo el código alfanumérico correspondiente.
7. **Ausencia de interferencias clínicas**
    - El escaneo no debe estar afectado por presencia excesiva de saliva, reflejos brillantes, tejidos móviles no estabilizados o movimientos del paciente que distorsionen el registro.