

ANÁLISIS DE LA PRECISIÓN Y EXACTITUD DEL ESCANEADO INTRAORAL EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD, RUGOSIDAD SUPERFICIAL Y LA TRANSLUCIDEZ DE LOS MATERIALES RESTAURADORES

Memoria de investigación que presenta
LUISA MARÍA FERNÁNDEZ BRAVO
para optar al Grado de Doctor en Odontología por la



UNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA
Programa de Doctorado en Odontología
(CÓDIGO 3143, RD 99/2011)

Unitat Docent de Prostodòncia i Oclusió
Departament d'Estomatologia
Facultat de Medicina i Odontologia
Universitat de València
Valencia, mayo 2024

Directores del trabajo:
Prof. Dr. Rubén Agustín Panadero
Prof. Dr. José Félix Mañes Ferrer
Prof. Dra. Gisela Senent Vicente

Don Rubén Agustín Panadero, Profesor Titular del Departamento de Estomatología de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universitat de València, Don José Félix Mañes Ferrer, profesor asociado del Departamento de Estomatología de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universitat de València y Doña Gisela Senent Vicente, profesora asociada del Departamento de Estomatología de la Facultad de Medicina y Odontología de la Universitat de València.

CERTIFICAN:

Que el trabajo de investigación titulado ***ANÁLISIS DE LA PRECISIÓN Y EXACTITUD DEL ESCANEADO INTRAORAL EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD, RUGOSIDAD SUPERFICIAL Y LA TRANSLUCIDEZ DE LOS MATERIALES RESTAURADORES***, del que es autora Luisa María Fernández Bravo, ha sido realizado en este departamento bajo nuestra dirección y supervisión, reuniendo en nuestra opinión todos los requisitos para ser presentado y defendido para la obtención del Grado de Doctor en Odontología por esta universidad.

Y para que conste a los efectos oportunos, firmamos el presente certificado en Valencia, a 7 de marzo de 2024:

Fdo.
Rubén
Agustín Panadero

Fdo.
José Félix
Mañes Ferrer

Fdo.
Gisela
Senent Vicente

AGRADECIMIENTOS

A mis directores:

Rubén,

Gracias por haberme embarcado en este viaje. He disfrutado mucho más de lo que nunca hubiera podido imaginar. Gracias por creer en mí cuando ni yo misma lo hacía. Gracias por estar siempre ahí, siempre con una sonrisa y haciendo que todo fuera fácil. Y sobre todo, gracias por haberme transmitido siempre tu sabiduría, confianza y tu saber hacer. Eres muy crack.

A ti, Quincho. Gracias, sencillamente por ser como eres, generoso y tan buena persona... Gracias por hacer el camino desde muy al principio conmigo. Al final sí lo hemos conseguido, amigo mío. ¡Más vale tarde que nunca! Tú también confiaste en mí pensando que lo conseguiría...

Esta vez sí, Quincho, **¡¡¡esta vez lo tenemos!!!!**

A ti, Gisela, por **TODO**. No tengo espacio para expresar lo que de verdad siento. Fuiste la primera en tenerlo claro. Y lo conseguimos. Gracias por cuidarme y regañarme cuando ha hecho falta. Por tirar de mí cuando yo no lo veía claro. No puedo tener más suerte de tenerte en mi vida. Te adoro, te quiero, hermana.

A Eduardo, mi mentor, por ser el mejor jefe que he podido tener y darme todo tu apoyo para que este trabajo haya visto por fin la luz.

A Rocío, mi compañera en este viaje... Contigo me tocó la lotería. Gracias por tener tanta energía, generosidad y sobre todo paciencia con esta señora mayor.

A Jorge, por toda su ayuda incondicional. Por decir que sí a todo lo que te pido incluso sin saber lo que es.... y gracias por tener tanto sentido del humor. Gracias por ser mi fotógrafo, mi analista informático, pero sobre todo mi amigo.

A David, por empezar este viaje con tan buen hacer.... un viaje largo y provechoso.

A Lucía F., mi amiga por simplemente ser el mejor de los ejemplos a seguir. Pequeña gran persona. Te quiero.

A Eva y Tono por ofrecerme vuestra ayuda incondicional y por quererme siempre. Yo también os quiero.

A mis compañeros del máster de prótesis, Lucía P., Luis y Paco. Gracias por cubrirme todo este tiempo.

A los alumnos del máster por ofrecerme su ayuda y no echarme en cara todo el tiempo que les he robado.

A la Unidad Docente de Prostodoncia y Oclusión: el mejor de los equipos de trabajo y el mejor grupo de fiesta.

A Salo, Vicky y Azu por siempre darme todo lo que he necesitado.

A Rafa Gálvez por hacer que la burocracia no sea un problema. Haces sencillo lo difícil.

DEDICATORIAS

A ti, Quique, por quererme incondicionalmente y apoyarme en todo en lo que me embarco. Creo que formamos el mejor de los equipos. Te quiero muchísimo.

A mis niñas, Carla Ana y Marta: lo mejor de mi vida. Mami os adora.

A mi madre y hermana. Por cuidar siempre de mí.

A mi padre: menuda sorpresa papi... esto si que no te lo esperabas ... Os quiero.

A toda mi familia: perdón por el tiempo que os he restado, pero creo que ha merecido la pena.

A todos mis amigos que me dan alegría de vivir.

"Tengo tres mensajes:

**El primero es que nunca
os rindáis.**

**El segundo, que nunca se
es demasiado
mayor para
conseguir tus
sueños.**

**Y el tercero es que esto es
un trabajo en
equipo."**

**Diana Niyad
(2013)**

ABREVIATURAS

IOS: *intraoral scanner*

3D: tridimensional

ADA: *American Dental Association*

ISO: *International Organization for Standardization*

CADCAM: *Computer Aided Design-Computer Aide Manufacturing* (diseño asistido por ordenador- fabricación asistida por ordenador).

IDD: *Institute of Digital Dentistry*

2D: bidimensional

STL: *Standard Tesselation Language*

OBJ: extensión archivo imágenes 3D

LED: *Light emited Diode*

HD: *Hight definition*

FDA: Federación Dental Americana.

RMS: *Root Mean Square* (raíz cuadrada media)

mm: milímetros

Lux: unidad de iluminación

K: unidad de temperatura termodinámica

SD: *Standard Desviation* (desviación estándar)

DMA: *Direct Memory Acces*

UDMA: *Ultra Direct Memory Acces*

mN/m: milinewton por metro

ml/min: mililitro por minuto

E: esmalte

EA: esmalte arenado

ZH: óxido de circonio alta translucidez

ZHA: óxido de circonio alta translucidez arenado

ZL: óxido de circonio baja translucidez

ZLA: óxido de circonio baja translucidez arenado

DH: disilicato de litio alta translucidez

DHA: disilicato de litio alta translucidez arenado

DL: disilicato de litio baja translucidez

DLA: disilicato de litio baja translucidez arenado

HH: material híbrido nanocerámico de alta translucidez

HHA: material híbrido nanocerámico de alta translucidez arenado

HL: material híbrido nanocerámico de baja translucidez

HLA: material híbrido nanocerámico de baja translucidez arenado

1	INTRODUCCIÓN	13
2	ANTECEDENTES HISTÓRICO-CIENTÍFICOS	
	Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA	17
2.1	Sistemas convencionales de registros orales	17
2.2	Tecnología CAD-CAM y los escáneres intraorales.....	18
2.3	Revisión de los diferentes sistemas de escáneres intraorales.....	22
	CEREC®- Omnicam.....	22
	iTero Element 5D®.....	23
	TRIOS 3®	25
	TRIOS 4®	26
	TRIOS 5®	27
	CEREC Primescan®	28
2.4	Escáneres extraorales o de laboratorio	29
2.5	Procedimiento de escaneado del escáner intraoral: triangulación y procesamiento del modelo digital.....	31
2.6	Ánalisis del valor <i>root mean square</i> (RMS).....	34
2.7	Exactitud y precisión del escaneado intraoral	34
2.8	¿Qué factores intervienen en la exactitud y precisión de los escáneres intraorales?.....	36
2.9	Últimas investigaciones en los escáneres intraorales	41
3	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	45
4	HIPÓTESIS	49
5	MATERIAL Y MÉTODOS	51
5.1	Preparación del modelo	51
	Grupos	60
5.2	Arenado de las restauraciones.....	60
5.3	Sistema de pulverización	62
5.4	Escaneados maestros.....	65
5.5	Secuencia de escaneado.....	67
5.6	Grupos finales de estudio	70
5.7	Procesamiento y análisis de los STL	72
5.8	Ánalisis estadístico.....	77

6	RESULTADOS:	81
6.1	Comparación de los 4 materiales principales	81
6.2	Efecto de la translucidez del material restaurador.....	83
6.3	Efecto de la rugosidad del material restaurador	88
6.4	Efecto de la humedad	92
6.4.1	Análisis de los valores de precisión y exactitud de los materiales en los diferentes grupos de humedad (comparaciones entre grupos)	94
6.4.2	Análisis de los valores de precisión y exactitud de los materiales en los diferentes grupos de humedad (comparaciones intragrupos)	108
7	DISCUSIÓN	137
7.1	Discusión del material	137
7.1.1	Fabricación del modelo.....	137
7.1.2	Propiedades ópticas de los materiales estudiados.....	138
7.1.3	Humectabilidad de los materiales	143
7.2	Discusión del método.....	145
7.2.1	Sistema de pulverización de saliva	145
7.2.2	Sistema de arenado de partículas de óxido de aluminio.....	146
7.2.3	Escáner empleado.....	148
7.2.4	Tratamiento de postprocesado	148
7.3	Discusión de los resultados.....	150
7.3.1	Grado de translucidez del material	151
7.3.2	Rugosidad superficial	151
7.3.3	Humedad superficial	152
7.4	Limitaciones del estudio.....	153
7.5	Discusión de las hipótesis de trabajo	154
7.6	Implicaciones clínicas.....	155
7.6.1	Translucidez.....	156
7.6.2	Rugosidad superficial	156
7.6.3	Humedad superficial	156
8	CONCLUSIONES	159
9	BIBLIOGRAFÍA	163
10	ANEXOS	170

INTRODUCCIÓN

Los escáneres intraorales, “*intraoral scanner*” (IOS), son dispositivos que permiten la digitalización tridimensional (3D) de los tejidos orales duros y blandos (1). Estos dispositivos constan de tres componentes: un ordenador para procesar los datos capturados y generar modelos digitales, un monitor para visualizar las imágenes y un cabezal de escaneo que se utiliza para capturar las superficies orales utilizando sensores internos.

En el mercado actual, hay múltiples sistemas de escaneado intraoral, cada uno mejorado a lo largo de varias generaciones tecnológicas y diseñado para aplicaciones clínicas específicas, como la ortodoncia, la implantología y la prostodoncia. Para los profesionales, elegir el equipo adecuado puede ser difícil, ya que deben considerar la precisión y resolución del escáner, el tamaño del cabezal, su velocidad, el coste económico y otros factores.

A pesar de estas consideraciones, los IOS se han convertido en una herramienta habitual y efectiva en la odontología clínica. Según una encuesta de la Asociación Dental Americana (ADA) realizada en agosto de 2021, el 53% de las clínicas dentales de Estados Unidos utilizan IOS, y el 91% de ellos están satisfechos con su rendimiento. Aunque la razón principal para no utilizarlos es económica (66%) (1). Los usuarios informan de una mayor eficiencia clínica, la posibilidad de trabajar con flujo digital y una mejor comunicación con el laboratorio, así como una mayor comodidad para el paciente y un tiempo de tratamiento reducido una vez el operador tiene cierta práctica.

Los IOS se consideran una alternativa al proceso de impresión convencional, ya que permiten el flujo de trabajo digital conocido como CAD-CAM (diseño asistido por ordenador/fabricación asistida por ordenador). Sin embargo, algunos expertos opinan que los IOS aún se encuentran en desarrollo y que, en algunas condiciones e indicaciones, las impresiones digitales pueden ser menos precisas que las convencionales (1,2).

Son múltiples las variables que afectan a la precisión y a la exactitud del escaneado intraoral (1). Algunas tienen que ver con el propio sistema, la calibración de este o el software de posprocesado (3-4). Otras con la experiencia y pericia del operador (5,6) y de cómo este realiza el escaneado siguiendo un patrón u otro e inclinando el escáner de diferentes formas (7). Otras son inherentes al paciente como sus rasgos anatómicos intraorales, la propia anatomía dental junto con las superficies a escanear (8, 9), incluso los diferentes tipos de preparación dental (10). Múltiples factores ambientales como la luminosidad, la temperatura o la humedad han demostrado que pueden afectar al grado de exactitud y de precisión del escaneado intraoral (11, 12, 13). Otras variables como la saliva, el material restaurador, su translucidez y el grado de rugosidad de la superficie dental y/o restaurada (objeto de nuestro estudio) podrían influir en la precisión y exactitud de los registros de los escaneados intraorales. ■

2

ANTECEDENTES HISTÓRICO-CIENTÍFICOS Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

2

ANTECEDENTES HISTÓRICO-CIENTÍFICOS Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

2.1. SISTEMAS CONVENCIONALES DE REGISTROS ORALES

Los profesionales odontológicos han utilizado tanto las impresiones como los modelos de estudio obtenidos de ellas para el diagnóstico, plan de tratamiento, confección de restauraciones y elementos protésicos, incluso registros medicolegales.

Las impresiones intraorales tradicionalmente se obtienen utilizando materiales elastoméricos que pueden fluir y reproducir las estructuras orales. Los materiales de impresión más utilizados actualmente son los alginatos, polisulfuros, poliéteres y siliconas de adición. Estos materiales son transportados a la boca de los pacientes a través de cubetas de impresión (estándar o individuales) (14).

La precisión de las impresiones depende de múltiples factores, incluyendo la experiencia del operador y las propiedades del material. La ADA instaura que los materiales elastoméricos utilizados para las impresiones de alta precisión deben reproducir detalles de al menos 25 micras (22).

Los modelos se obtienen a través del vaciado de impresiones con materiales compuestos de yesos. La ADA establece que los materiales de escayola utilizados para la fabricación de modelos precisos deben registrar detalles de al menos 50 micras (15).

Las técnicas digitales están en auge, pero aún no han sustituido completamente las técnicas clásicas. Los materiales usados en la actualidad poseen una gran precisión cuando son utilizados por operadores con experiencia y, en algunas situaciones, y bajo ciertas condiciones, como por ejemplo las impresiones múltiples de implantes de arcada completa (1,2).

Es importante destacar que, además de la confección de impresiones y modelos, a menudo se requiere la toma de registros intermaxilares para interrelacionar ambas arcadas para su montaje en articulador, lo que pue-

de ser un proceso complejo en el campo digital y más cuando entran en juego la toma de un arco facial o el registro de relaciones excéntricas.

2.2. TECNOLOGÍA CAD-CAM Y LOS ESCÁNERES INTRAORALES

Los sistemas de escaneado intraoral (IOS) ofrecen una alternativa a las técnicas convencionales de impresión, permitiendo la obtención de modelos digitales que forman parte del flujo de trabajo digital o CAD-CAM. Estos sistemas solucionan las desventajas que presentan las impresiones clásicas, como la inestabilidad de las impresiones, problemas en el vaciado en yeso y discrepancias dimensionales entre el muñón y el modelo de escayola.

Los IOS surgieron en la década de 1950, cuando la industria automovilística y aeronáutica comenzó a desarrollar tecnologías CAD-CAM. En 1973, el Dr. François Duret introdujo el concepto en la odontología en su tesis *"Empreinte Optique"* en la Facultad de Odontología de Lyon, Francia. Fue en 1984 cuando se creó el primer sistema CAD-CAM dental, y se presentó en 1989 en Chicago, fabricando la primera corona CAD-CAM en solo 4 horas.

En 1987, el Dr. Werner Mörmann y el ingeniero eléctrico Marco Brädestini desarrollaron junto a la empresa Sirona Dental Systems, el primer sistema CAD-CAM con aplicación clínica real: el CEREC® (*Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics*) (Dentsply Sirona®, Carolina del Norte, USA) (21). Desde entonces, muchas empresas han mejorado las tecnologías y han creado escáneres intraORALES más precisos, rápidos y fáciles de usar. Actualmente, el mercado ofrece una amplia variedad de equipos y softwares de odontología digital, y el Institute of Digital Dentistry (IDD) ha identificado los 10 más comunes: TRIOS 5® (3Shape®, Copenhague, Dinamarca), Primescan CEREC® (Dentsply Sirona®, Carolina del Norte, USA), Esmerald S® (Planmeca®, Helsinki, Finlandia), i500 (Medit®, Seúl, Corea del Sur), iTero Element 5D® (Align®, Arizona, Estados Unidos), CS 3800® (Carestream Dental®, Atlanta, Estados Unidos), Virtuo Vivo® (Dental Wings®, Montreal, Canadá), Adva IOS 200® (GC®, Bunkyo-ku, Tokio), EzScan® (Vatech®, Corea del Sur) y Aoralscan® (Shining 3D®, Hangzhou, China) (16).

El flujo de trabajo digital es un proceso que se basa en el diseño asistido por ordenador para la creación de aparatología, modelos o restauraciones. Este proceso consta de tres etapas consecutivas: la digitalización de las superficies orales del paciente y las preparaciones, la realización del diseño asistido por ordenador a través de softwares de diseño como ExoCAD® (Align®, Arizona, USA), y la fabricación o producción mediante sistemas de fresado como CEREC® (Dentsply Sirona®, Carolina del Norte, USA) o sistemas estereolitográficos como AnyCubic® (AnyCubic®, Hong Kong, China) (figura 1). Estos sistemas permiten la fabrica-

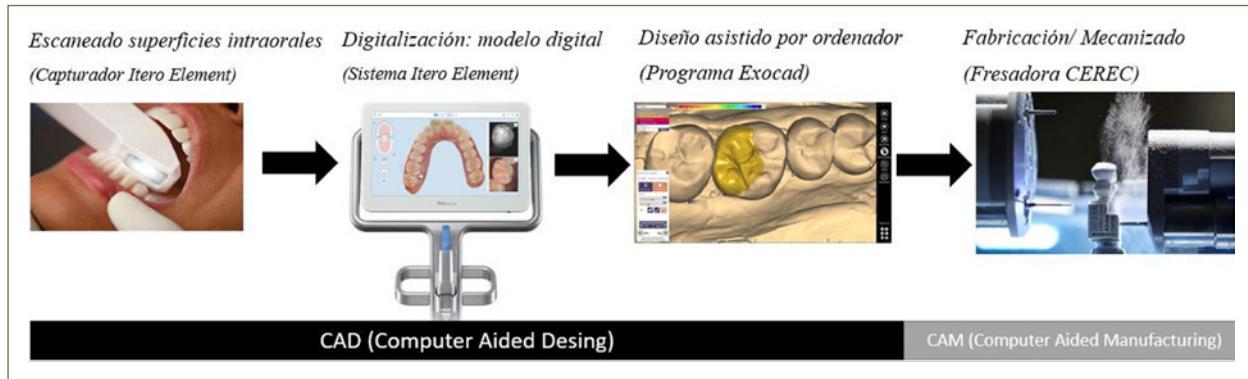
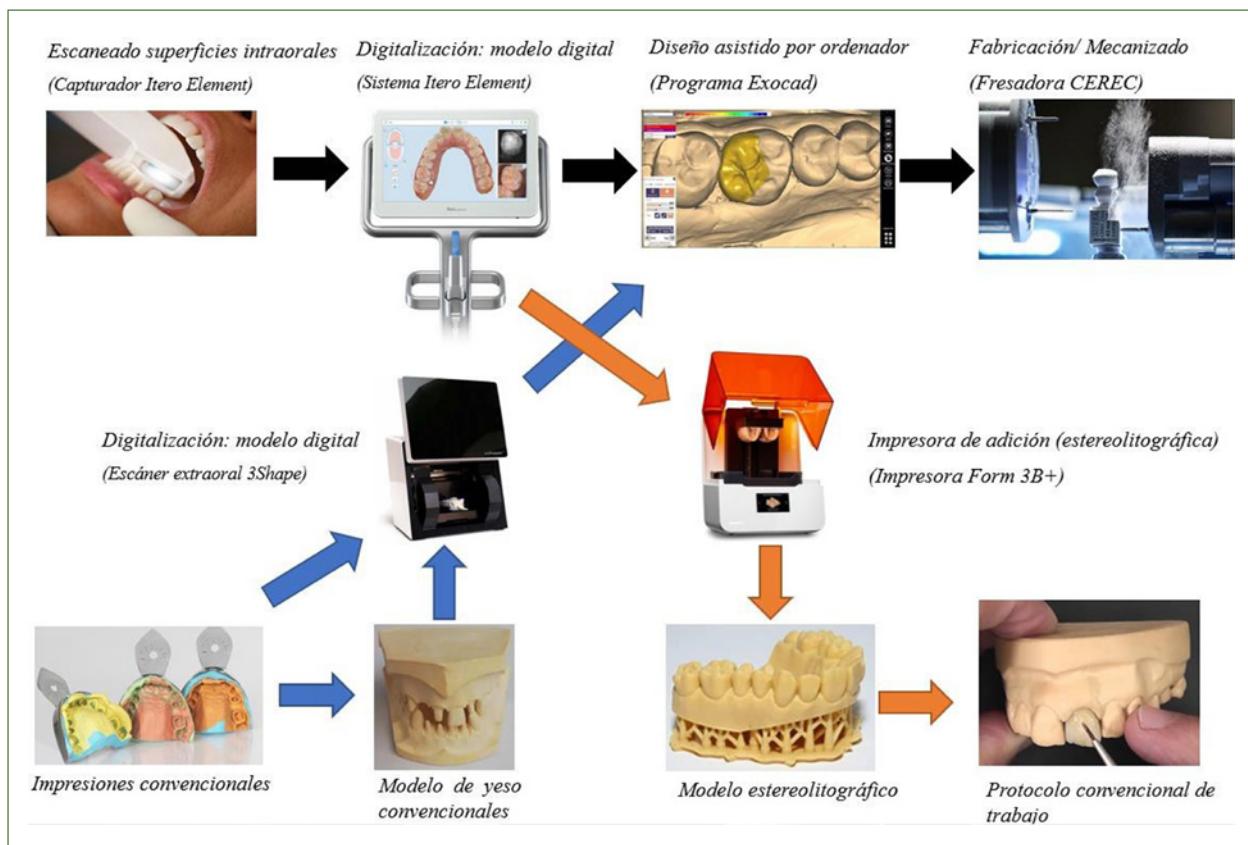


Figura 1:
Fases del flujo digital o CAD-CAM.

ción de una amplia variedad de restauraciones, prótesis y otras aplicaciones, lo que los convierte en una alternativa cada vez más popular y versátil en la odontología moderna (17).

Gracias al desarrollo de los escáneres extraorales, los profesionales de la odontología pueden llevar a cabo un flujo híbrido (figura 2) que combina la toma de impresiones convencionales y la digitalización de modelos y encerados, o la digitalización directa de impresiones convencionales. También se puede imprimir modelos digitales realizados mediante un IOS, lo que permite trabajar de forma clásica. Esta opción se usa en

Figura 2:
Fases del flujo digital (Negro) y flujo híbrido (Azul), partiendo de impresiones en clínica; (Naranja), partiendo de escáner intraoral en clínica).



situaciones intraorales con sangre que no permiten un buen registro con los IOS o en las preparaciones tipo BOPT (*biological oriented preparation technique*) donde la captación digital se ve limitada a la profundidad del surco gingival ya que no existe una línea de terminación como tal. En estos casos, se deben utilizar siliconas escaneables especiales para tomar impresiones convencionales, ya que la digitalización es más precisa que con las siliconas convencionales (18).

Dentro de los sistemas CAD, se debe considerar la posibilidad de añadir una superposición de fotografías extraorales en 2D y registros extraorales en 3D del paciente a los modelos digitales (19, 20). Se pueden utilizar sistemas como ARTEC 3D SPACE SPIDER® para obtener un registro dinámico 3D de la cara del paciente, que luego se combina con el STL (*stereolithography*). Esto ha abierto nuevas posibilidades en el diseño y planificación de tratamientos personalizados para la estética extraoral del paciente, incluyendo el diseño de sonrisas para rehabilitaciones estéticas del frente anterior. Además, esto no se limita a la prótesis, sino que también se puede utilizar para estudios de ortodoncia al superponer el modelo del resultado esperado del tratamiento para evaluar el impacto en la estética del paciente. Los pacientes pueden visualizar una aproximación del resultado final del tratamiento mediante sistemas de realidad virtual. Existen investigaciones en curso sobre el uso de escáneres faciales como herramientas de registro de la altura del tercio inferior facial del paciente y diferentes aspectos relacionados con la armonía de su rostro. Sin embargo, algunos expertos consideran que la tecnología todavía tiene limitaciones, como la distorsión en la malla que reproduce la cara del paciente o la dificultad para interrelacionar el OBJ (archivos de imágenes 3D) obtenido del escáner facial y el STL obtenido del IOS. A pesar de esto, otros autores consideran que el grado de error de estos sistemas es aceptable, ya que se utilizan como herramientas orientativas en la planificación y no tienen un papel clave. De la misma forma hay discusión sobre las ventajas de los sistemas 3D en comparación con los 2D (21, 22).

Los escáneres intraorales son dispositivos médicos que utilizan tecnología óptica sin contacto físico para obtener reproducciones digitales de las superficies del medio oral. Como ya hemos dicho, el primer IOS fue desarrollado en 1987 por el Dr. Werner Mörmann y el ingeniero eléctrico Marco Bradestini y desde entonces, la tecnología ha evolucionado para incluir múltiples mecanismos de captura, como la tomografía de coherencia óptica, la microscopía confocal y la estereovisión. Los sistemas de muestreo activo de frente de onda y la microscopía paralela confocal se consideran los más precisos. Los IOS pueden dividirse en dos sistemas de captación: mediante foto o mediante vídeo (22).

El proceso de uso de los sistemas IOS es similar en todos ellos, pero se aplican cambios específicos según el fabricante, como la distancia óptima para colocar el capturador en las superficies dentales. Para esca-

near las superficies orales, el clínico realiza un barrido con el capturador, que muestra en un monitor el modelo digital de la boca del paciente en tiempo real. El clínico puede realizar correcciones y editar el modelo directamente. Para la impresión, se debe seguir un patrón de escaneado, que puede ser continuo o segmentado y lineal o en forma de "S". Actualmente, no hay una estandarización clara de los patrones de escaneado, y a menudo dependen de la preferencia del profesional o del fabricante del dispositivo. Los pacientes completamente desdentados presentan dificultades en el escaneado debido a la movilidad de los tejidos blandos, lo que puede generar errores en la impresión. Es recomendable en estos casos eliminar manualmente los elementos indeseados del modelo digital (22, 23).

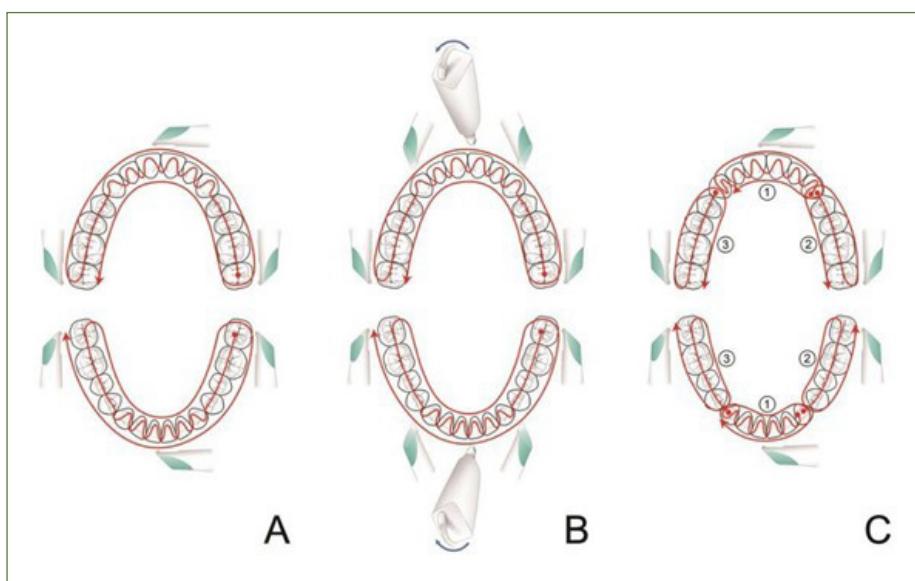


Figura 3:
Estrategias de escaneado. A: continuo con patrón horizontal anterior, B: continuo con patrón vertical anterior y C: patrón segmentario. De Oh KC y cols., 2020. Se muestra un patrón lineal posterior y un patrón en S posterior.

Como ya hemos comentado, cada sistema posee un patrón de escaneado (figura 3) recomendado por la casa comercial. La casa 3Shape, a la cual pertenecen los sistemas TRIOS 3®, TRIOS 4® y TRIOS 5® (3Shape®, Copenhague, Dinamarca), posee una ruta de escaneado específica para así obtener un escaneado óptimo.

Se trata de una ruta en 3 barridos: oclusal, lingual y vestibular. El motivo por el cual se comienza por el barrido oclusal es porque posee la mayor parte de la estructura 3D favoreciendo y facilitando el registro. Este barrido comienza por la preparación dentaria en caso de haberla o del primer molar (si es antagonista). Esperamos unos 3 clics hasta que nuestro sistema de escaneado alcance un buen "punto de inicio" y a continuación y a una distancia de entre 0 y 5mm de los dientes movemos el captador del escáner de manera fluida y continuada.

La mayor dificultad radica en el control de los tejidos blandos como la lengua, las mejillas y los labios, ya que pueden confundir al escáner si interfieren en el campo de visión de este, ralentizando o incluso interrumpiendo todo el proceso de captación.

En el caso del maxilar superior, siendo que solo contacta el tejido blando en la cara vestibular de los dientes, el segundo barrido es por esa cara porque nos permite separar el tejido blando y facilitar la visión para un correcto registro. El maxilar inferior presenta una mayor complejidad a la hora de escanear sobre todo por la lengua. Las mejillas son apartadas por un espejo o la mano. El segundo barrido es lingual apartando la lengua también con un espejo. El tercer barrido registra el lado opuesto al segundo. Es conveniente evitar el tejido blando como ya se ha dicho y dado que el escáner ya ha registrado el otro lado de los dientes a lo largo del segundo barrido, el sistema va a emplear toda la información obtenida para evitar añadir ese tejido blando a los dientes escaneados.

A modo resumen, en el maxilar superior la ruta de escaneado comienza por oclusal, continúa por vestibular y registra por último palatino. El maxilar inferior, sin embargo, escanea oclusal siguiendo por lingual para terminar por vestibular (24, 25).

De todas formas, lo correcto es siempre seguir las instrucciones del fabricante para optimizar al máximo el registro.

2.3 REVISIÓN DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE ESCÁNERES INTRAORALES

La evolución de la fabricación de los escáneres es clara y en términos generales podemos dividirlos en 2 grupos: los sistemas de escaneado de antigua generación y los de nueva generación.

Los sistemas de escaneado de antigua generación incluyen el CEREC® Omnicam, iTero Element® y TRIOS 3® entre otros.

CEREC® - OMNICAM

Este sistema fue comercializado por Sirona Dental System® en 1987 y supuso un avance significativo en los sistemas CEREC® CAD/CAM (*Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics*).

Los sistemas CEREC® son dispositivos que se basan en los principios básicos de la microscopía confocal y con técnica de triangulación activa. Es un sistema cerrado que va a exportar la información del registro digital en un formato compatible con los dispositivos CAM.

El inconveniente principal de los CEREC® de primera generación es que presentaban un margen de error superior a 100 micras lo que derivaba en microfiltraciones, caries, sensibilidad dental, ajustes insuficientes de las restauraciones y problemas periodontales.

En 2012 la casa Sirona Dental System® desarrolla el sistema CEREC-Omnacam® (figura 4), sistema con muchas ventajas frente a su versión más

antigua. El nuevo sistema permite un escaneo sin polvo presentando una cámara intraoral de alta resolución. La toma de impresiones de las estructuras intraorales sin recubrimiento ahorra tiempo de trabajo, es menos desagradable para el paciente y disminuye considerablemente la curva de aprendizaje del operador. El escaneado es más ergonómico y eficiente y permite exploraciones de arco completo muy rápidas y con gran precisión gracias a la característica del aparato llamada exploración guiada.

Las imágenes obtenidas son medidas mediante triangulación y la fuente de luz es LED (*light emitting diode*) blanco en un rango espectral visible. El monitor tiene una pantalla plana LED TFT de 21,5" pulgadas y con una resolución HD: 1920 x 1080 píxeles.

El *software* del monitor cuenta con un sistema operativo Windows 10, 64 bits y un *hardware* con un procesador Intel con 32 GB RAM de memoria de trabajo (14, 26, 27).

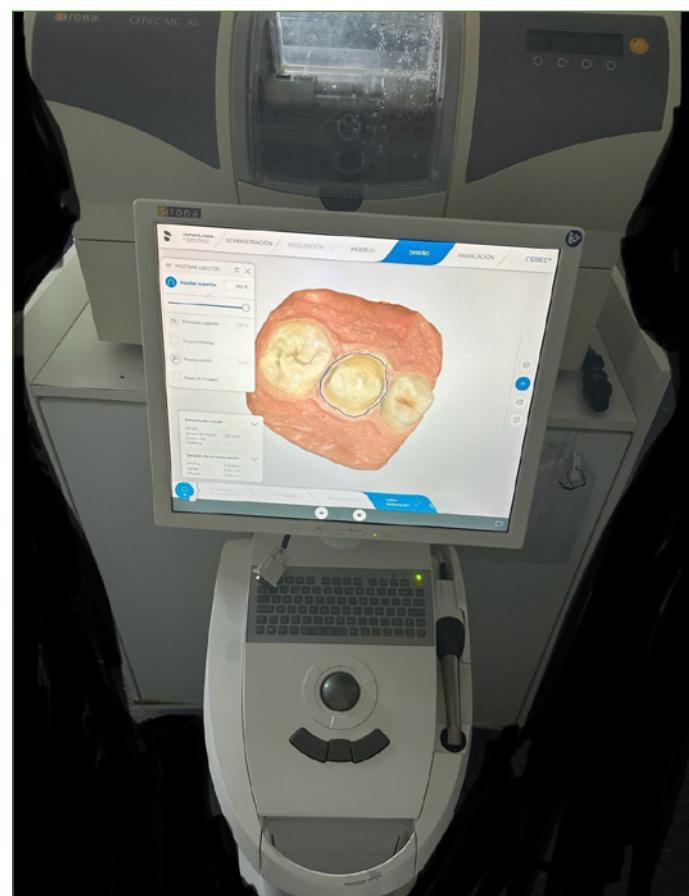


Figura 4:
Cerec Omnican®.

ITERO ELEMENT 5D®

En 2015, la casa comercial Align Technology® presenta en Alemania el sistema iTero Element® sucesor del sistema iTero®. Este sistema utiliza

la técnica de registro confocal y no requiere la utilización de polvo sobre las superficies a escanear.

Uno de sus inconvenientes es que el registro de imágenes se limita a un solo color.

Más tarde aparece el iTero Element 5®. El cabezal es mucho más ligero y fácil de manejar y ofrece una velocidad de registro de 6000 cuadradós por segundo, siendo hasta 20 veces más rápido que su antecesor.

Este sistema usa una óptica integrada de imágenes de infrarrojo (NIRI) que ayuda a la detección temprana de caries interproximales localizadas por encima del margen gingival.

El software facilita la importación y exportación de la información para la posterior producción de las restauraciones dentales o dispositivos de ortodoncia. Otra de sus ventajas es que permite importar/ exportar datos de los pacientes.

El iTero Element 5D® (figura 5) posee un monitor de pantalla táctil de 21,5" pulgadas con alta resolución HD (1920x1080). La fuente de luz es una luz láser roja (680 nm), así como emisiones LED blanco y emisiones LED de 850nm (26).



Figura 5:
iTero 5D®.

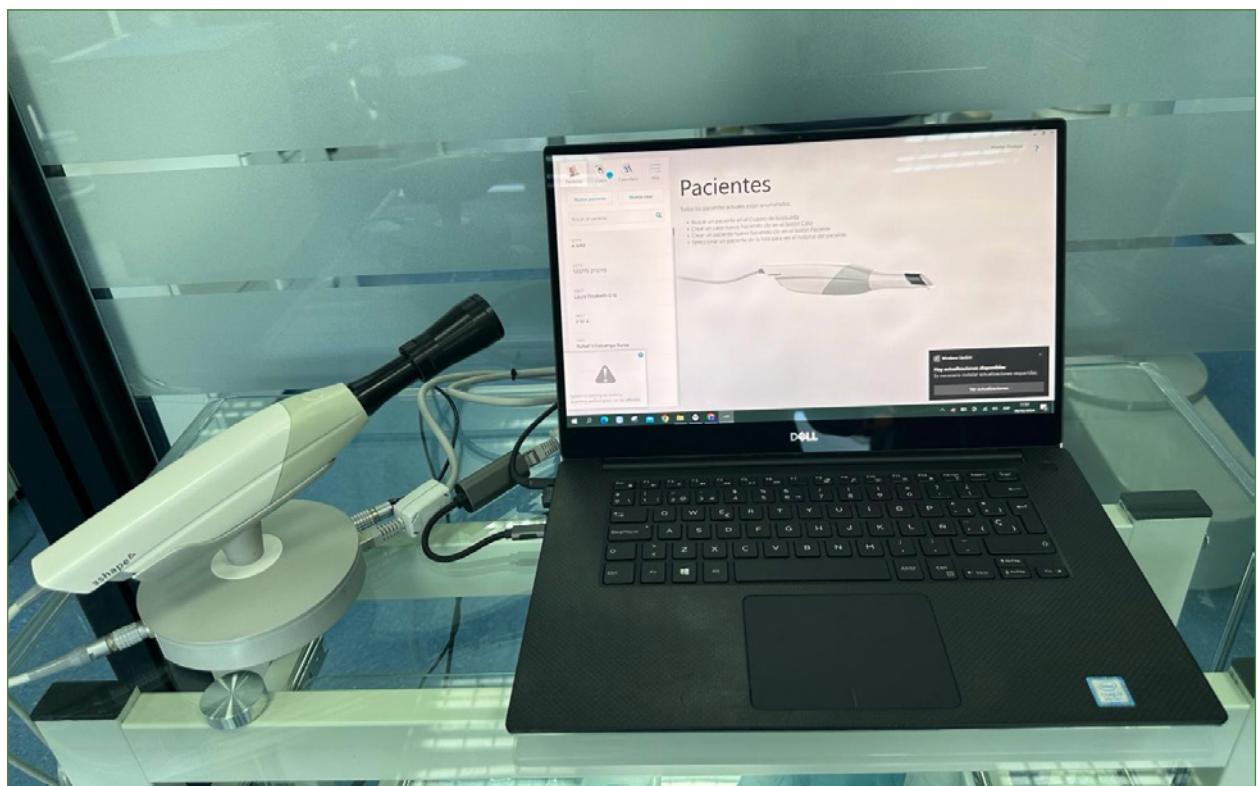
TRIOS 3®

En 2010, la casa 3Shape® lanza el sistema de escaneado de alto rendimiento TRIOSTM. En 2015 nace el sistema intraoral TRIOS 3® (figura 6). Al igual que los sistemas antes mencionados, este utiliza la microscopía confocal y escanea sin utilizar polvo y en colores reales.

Una de las principales ventajas de este sistema es la variación del plano focal sin mover el escáner respecto al objeto a escanear, es decir que mientras se va produciendo el registro, el plano focal debe cambiar constantemente de forma periódica con una frecuencia preestablecida, mientras que la cámara, el sistema óptico y el objeto a escanear se fijan entre sí gracias a su propiedad de telecentricidad en el espacio. La fuente de luz empleada por el sistema combina una luz estructurada y un sistema de seccionamiento óptico y utiliza tecnología LED.

El proceso del escaneado se basa en la creación de una secuencia de imágenes con las que se obtiene un modelo digital de las superficies registradas tras la unión de estas, con un promedio de 3000 imágenes por segundo. La principal ventaja que posee este escáner intraoral es la libertad de movimientos del capturador ya que no es necesario mantener angulaciones específicas o distancias muy cortas respecto al objeto escaneado (27).

Figura 6:
Trios 3®.



Los sistemas de nueva generación incluyen el TRIOS 4®, TRIOS 5® y CEREC Primescan® entre otros.

TRIOS 4®

El TRIOS 4®(figura7) es el sucesor del TRIOS 3® y presenta mejoras extraordinarias tanto el *software*, *hardware* y funcionamiento en general. Es uno de los sistemas más rápidos en el mercado actual ya que permite escanear un arco completo en 25 segundos (28).

Además, se incorpora una nueva función que permite la detección temprana de caries gracias a una tecnología de fluorescencia, realizando un segundo escaneo y superponiendo el modelo digital que se había diseñado con anterioridad.

Su principal ventaja radica en que el sistema posee un captador inalámbrico y una punta de escaneado inteligente y nos facilita el escaneado sin necesidad de esperar a que el aparato se caliente (29).

La incorporación de la aplicación *Smile Design* al software permite también realizar un diseño de la nueva sonrisa del paciente con la ayuda de una fotografía de este. Esto permite previsualizar la futura sonrisa y simular el resultado del tratamiento convirtiéndolo en una herramienta de motivación y comunicación con el propio paciente (30).



Figura 7:

Trios 4 Move®/
Trios 4 Pod®.

TRIOS 5®

En septiembre de 2022 3Shape® saca al mercado la quinta generación del sistema TRIOS (figura 8).

Es un sistema de escaneado ergonómico ya que estamos ante el escáner más pequeño y ligero del mercado. Mide 26,6 cm y solo pesa 300 gramos. El TRIOS 5® tiene un anillo LED que indica el estado del escáner. Además, posee una respuesta háptica de confirmación de correcto escaneado que ofrece un registro más rápido y preciso. No precisa tampoco de calibración como necesitaban sus antecesores.

Este escáner dispone de tecnología *Scanassist* que mengua cualquier desalineación o distorsión de los modelos 3D lo que permite un escaneado sin patrón previo. La punta del captador está autorizada por la FDA está cerrada y está protegida por un cristal de zafiro. El escáner está recubierto por una funda ultrafina desechable que anula prácticamente el riesgo de contaminación cruzada (31).



Figura 8:
TRIOS 5 Pod ®.

CEREC PRIMESCAN®

En 2019 Sirona Dental System® lanza el CEREC Primescan® (figura 9). Es uno de los escáneres intraorales más rápidos del mercado. El escáner emplea una fuente de luz de onda corta mediante la cual registra imágenes a 1000000 píxeles por segundo dando lugar a impresiones de arco completo maxilar en 2-3 minutos y con gran precisión. Su cabezal mide 15mmx15mm siendo más pesado y voluminoso que el de su antecesor el Omnicam®.

Su ventaja radica fundamentalmente en que puede escanear superficies de hasta 20 mm de profundidad de manera continua y sin ninguna interrupción por lo que se puede usar en la confección de restauraciones subgingivales. El sistema emplea tecnología confocal y funciona basándose en la triangulación por medio de la emisión de un haz luminoso de onda corta y la captación de la luz reflejada.

Por otro lado, el CEREC Primescan® emplea metodología basada en la captación de fotografías que se unen para formar una imagen en tres dimensiones. También posee un sistema de estabilización de la imagen. El proceso de escaneo se detiene si existe vibración y el registro no es el adecuado.

Otra de las virtudes de este sistema es que proporciona un escaneo respetando el color de la superficie registrada (14, 26, 27).



Figura 9:
Sistema CEREC
Primescan®.

						
Casa comercial	Sirona Dental System®	Align Technology®	3Shape®	3Shape®	3Shape®	Sirona Dental System®
Principio de captura	Triangulación	Microscopía confocal	Microscopía confocal	Microscopía confocal	Microscopía confocal	Triangulación
Peso (gramos)	316 gr	500 gr	373 gr	375 gr	300 gr	524 gr
Cuota anual	✗	✓	✓	✓	✓	✗
Software CAD	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Inalámbrico	✗	✗	✗	✓	✓	✗
Polvo de contraste	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Diagnóstico de caries	✗	✓	✗	✓	✓	✗

Figura 10:
Tabla comparativa de diferentes sistemas de escaneado.

2.4 ESCÁNERES EXTRAORALES O DE LABORATORIO

En lo que respecta al laboratorio, existen sistemas de digitalización alternativos a los escáneres intraorales. Estos sistemas son conocidos como escáneres extraorales o de laboratorio (figura 11), los cuales ya han sido mencionados anteriormente. Estos dispositivos permiten la captura digital de restauraciones, impresiones y modelos físicos utilizando diferentes métodos, ya sea a través de contacto directo o mediante enfoques ópticos. En términos generales, hay dos categorías de escáneres disponibles: los de contacto y los ópticos.

En cuanto a los escáneres de contacto, fueron los primeros en ser desarrollados. Estos sistemas emplean una sonda con una esfera de rubí que realiza un escaneo al entrar en contacto con la superficie a digitalizar. Mediante este proceso, se mapea la superficie al capturar varios puntos. Sin embargo, la precisión de los escáneres de contacto está limitada por el tamaño de la esfera (su registro solo abarca áreas con un ancho inferior a 2,5 mm y una profundidad menor a 0,5 mm). Esto dificulta la reproducción precisa de elementos como líneas de terminación muy finas o surcos estrechos y profundos. Además, cuando se escanean impresiones, se presenta el problema de deformación del material de impresión durante el proceso de escaneo. Debido a estas limitaciones, así como a la velocidad más lenta de registro, los escáneres de contacto han perdido popularidad en favor de los escáneres ópticos.

Por otro lado, los escáneres ópticos brindan la capacidad de registrar el modelo, la impresión o la restauración mediante el escaneo de la superficie con luz blanca o láser, y capturando la luz refractada mediante varios sensores ópticos ubicados en el dispositivo. Para lograr esto, se coloca el objeto a escanear sobre una plataforma y se somete a múltiples pulsos de luz con diferentes ángulos, los cuales se generan mediante el movimiento de la base del escáner. Este proceso se repite hasta lograr una digitalización completa. Algunos sistemas incluso colocan el objeto dentro de una cámara cerrada y oscura para evitar interferencias de la luz ambiental. Actualmente, estos escáneres son considerados como el *gold standard* en términos de precisión y exactitud en los sistemas de digitalización. No obstante, una limitación importante de estos sistemas es que en ocasiones requieren preparar previamente las superficies a escanear utilizando polvos o aerosoles específicos para evitar reflejos no deseados, especialmente en superficies metálicas, así como también evitar escanear superficies negras o transparentes. Algunos sistemas incluso recomiendan realizar el vaciado de estos modelos utilizando yesos especiales (32, 33).



Figura 11:
Sistema de escaneado extraoral L2 Scanner (Imetric4 D®, Sàrl, Switzerland).

2.5. PROCEDIMIENTO DE ESCANEADO DEL IOS TRIANGULACIÓN Y PROCESAMIENTO DEL MODELO DIGITAL

Los escáneres intraorales son dispositivos ópticos que utilizan dos enfoques distintos (27). Las técnicas pasivas, que aprovechan la luz ambiental para iluminar las estructuras dentro de la boca y las técnicas activas, que son las más comunes, y se basan en el uso de luz estructurada en diferentes colores, como blanco, rojo o azul, o luz láser. Esta luz es proyectada desde el dispositivo y captada por una cámara ubicada en su punta. Dado que las técnicas activas son predominantes, los escáneres se dividen en dos tipos según la fuente de luz: escáneres de luz láser y escáneres de luz estructurada.

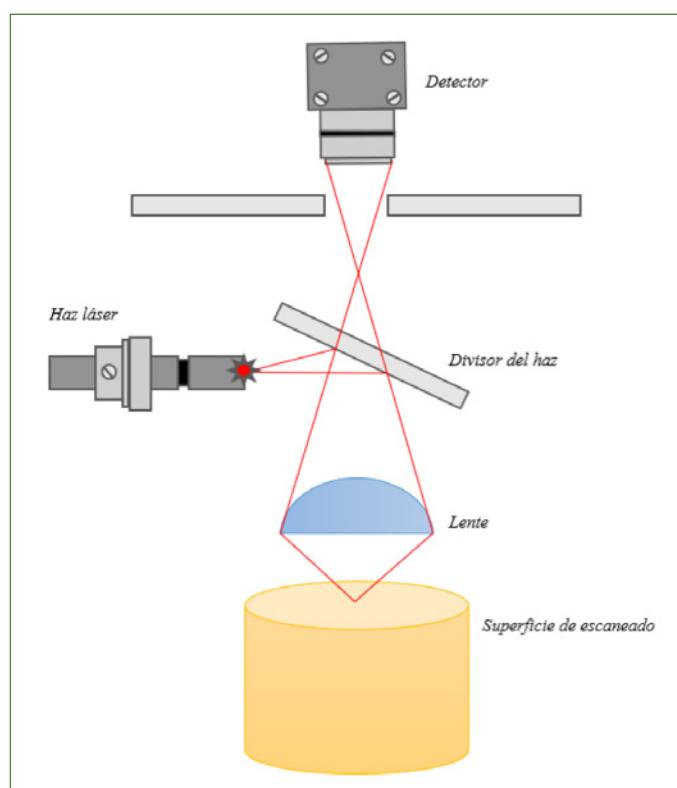
Los escáneres de luz estructurada emiten un patrón formado por varios colores sobre el objeto a escanear, que es registrado por el dispositivo capturador. Estos escáneres están más influenciados por la luz ambiental y el color de la superficie a escanear. Los escáneres de luz blanca se ven menos afectados debido a su amplio espectro, aunque pueden presentar limitaciones al escanear superficies de color negro (34).

Por otro lado, los escáneres de luz láser se basan en la emisión de una línea de luz láser sobre la superficie dental, y luego captan el haz de luz reflejado. Por lo general, se utilizan láseres de luz roja, lo cual puede dificultar la captación de superficies de color rojo. Sin embargo, estos escáneres tienen la ventaja de generar menos reflejos en las superficies escaneadas en comparación con los sistemas de luz estructurada.

Existen también sistemas modificados (27), como los escáneres de microscopía confocal y la holografía confocal (figura 12). Estas tecnologías ópticas ofrecen una mayor resolución y contraste al utilizar una iluminación puntual con un cono para eliminar la luz no deseada. Estos sistemas son especialmente precisos para registrar detalles en profundidad. Sin embargo, requieren un mayor nivel de habilidad por parte del operador para evitar el desenfoque durante el movimiento. Actualmente, se combinan diferentes tecnologías en un solo escáner intraoral.

El dispositivo capturador registra las superficies orales utilizando una fuente de luz, ya sea láser o luz estructurada LED, que es emitida desde la punta del dispositivo. Esta luz incide sobre los tejidos, se refleja y luego es registrada por sensores

Figura 12:
Esquema de
funcionamiento del
escaneado por
tecnología confocal.



de imagen. En consecuencia, los escáneres intraorales con tecnología óptica sin contacto realizan un escaneo de la superficie utilizando una fuente de luz. El registro se realiza mediante la captura de video o imágenes y ambos registros son procesados por un software que genera el modelo en 3D. La punta de escaneado también incluye componentes adicionales, como resistencias que generan calor para evitar el empañamiento de las lentes del sistema.

El registro de la superficie se basa en la localización de puntos descritos por sus tres coordenadas espaciales (x , y , z). Las coordenadas x e y se obtienen mediante la evaluación digital de las imágenes (evaluación bidimensional), mientras que la tercera coordenada z se calcula mediante un proceso de triangulación que mide la distancia del punto al instrumento óptico (figura 13).

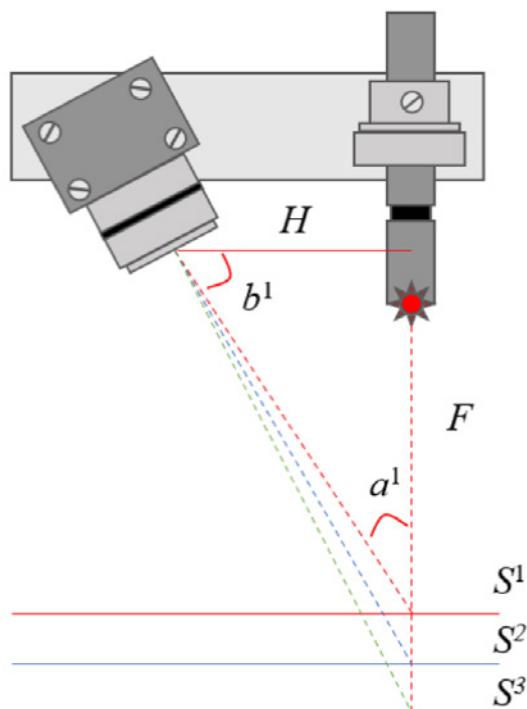


Figura 13:
Esquema del escaneado de superficie de una punta de escaneado láser: triangulación láser.

H = distancia entre el sensor y el láser

b^1 = ángulo entre el sensor y el láser reflejado

F = distancia del foco del láser a las superficies barridas

$$F = H * \tan(b^1)$$

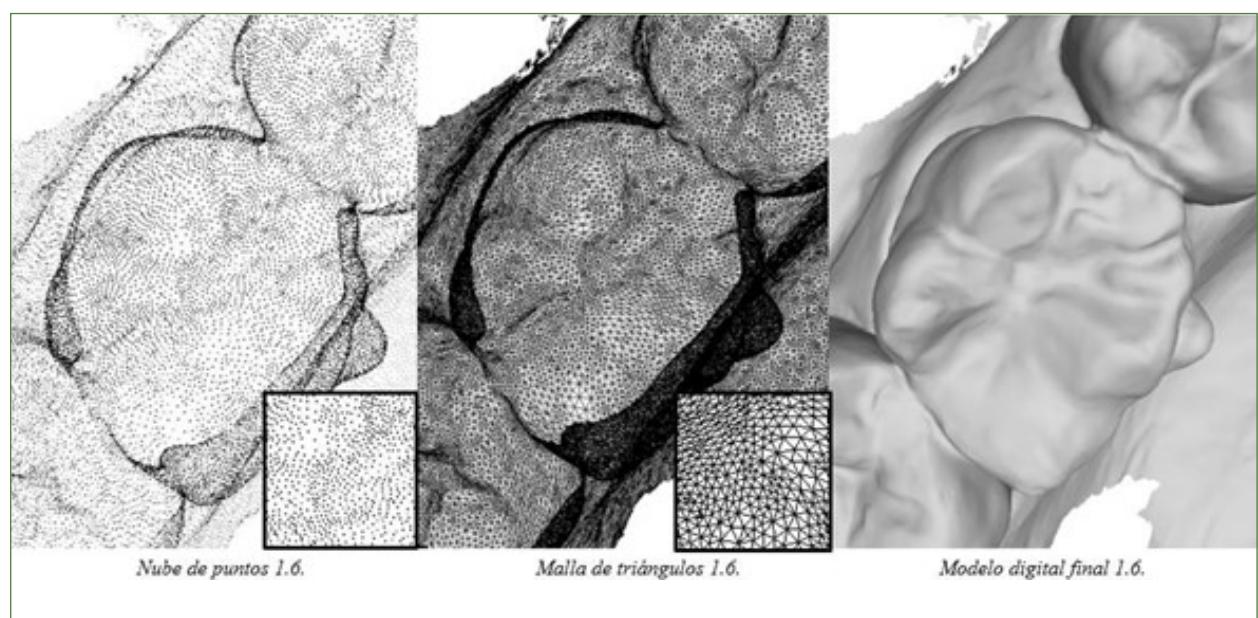
El sistema de triangulación tiene mayor repercusión en los escáneres de luz láser. En los sistemas de luz estructurada, la triangulación y la deformación del patrón focal de luz estructurada al incidir sobre el objeto y

su posterior captación por un sistema de reconocimiento de píxeles también son importantes.

La nube de puntos resultante se analiza con el software del escáner, donde los puntos se agrupan en triángulos llamados teselas, y estas a su vez forman mallas de triángulos que representan la superficie del modelo. Estas mallas se almacenan en un archivo en formato STL (*Standard Tessellation Language*), que es utilizado para representar los datos escaneados como un conjunto de triángulos no conectados topológicamente (figura 14).

Cada escaneo produce un conjunto de triángulos diferente, aunque represente el mismo modelo físico. Para generar el modelo digital, los vértices coincidentes de los triángulos se unifican, formando una malla de triángulos conectados topológicamente. El software específico para la lectura de archivos STL realiza este proceso de posprocesamiento. Los algoritmos utilizados por los softwares IOS son capaces de ajustar la densidad de la malla para adaptarse a la curvatura de la superficie escaneada. Las áreas con mayor curvatura o irregularidad tienen una mayor densidad de malla en comparación con las áreas más planas y lisas. La resolución o nivel de detalle del modelo en formato STL depende de la cantidad de triángulos y, por lo tanto, de la cantidad de puntos registrados en la nube. Sin embargo, una mayor densidad de malla no necesariamente mejora la precisión del modelo por encima de ciertos niveles de densidad. La densidad de la nube de puntos está principalmente determinada por el software de control utilizado, en lugar del hardware, lo que significa que dos escáneres con sensores similares pueden tener diferentes niveles de resolución según el software utilizado (8).

Figura 14:
Ejemplo del desarrollo de formación del modelo digital STL.



2.6. ANÁLISIS DEL VALOR ROOT MEAN SQUARE (RMS)

Best fit es un algoritmo presente en los programas de posprocesamiento de modelos digitales que facilita la alineación o superposición de dos modelos en su posición de mayor correspondencia o concordancia. En otras palabras, se trata de superponer dos mallas de manera que coincidan en la mayor medida posible (25).

El término RMS se deriva de las iniciales de *root mean square*, que en español se traduce como raíz cuadrada media, valor cuadrático medio o media cuadrática. Se trata de una medida estadística que se obtiene calculando la raíz cuadrada de la media aritmética de los cuadrados de los valores analizados, excluyendo los términos negativos en caso de que los haya. Para su cálculo, se elevan al cuadrado todos los valores de discrepancia de la malla (descartando los valores negativos correspondientes a las áreas donde la segunda malla supera a la primera), se realiza la media aritmética y finalmente se obtiene la raíz cuadrada de dicha media (figura 15).

A

$$x_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2} = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_N^2}{N}}$$

B

$$x_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} [f(t)]^2 dt}$$

Figura 15:

A- Valor RMS o media cuadrática para un conjunto de valores de una variable discreta.
B- Valor RMS o media cuadrática para una función de variable continua.

Cuando se trata de medir la exactitud, se observa que a medida que el valor del RMS disminuye, aumenta la misma. De esta manera, es posible determinar la exactitud calculando el valor promedio de todos los RMS obtenidos al comparar los diferentes escaneos intraorales con el escaneo de referencia (escaneo extraoral). De manera similar, la precisión se puede representar mediante la desviación estándar del RMS al comparar todos los escaneos realizados en las mismas condiciones. Para calcular el valor RMS, es necesario alinear previamente los modelos utilizando el algoritmo de posprocesamiento *best-fit*. En términos visuales, el valor del RMS se suele representar mediante mapas topográficos de color (25).

2.7. EXACTITUD Y PRECISIÓN DEL ESCANEADO INTRAORAL

La ISO 5725-1 describe los términos de precisión y exactitud. La precisión, fiabilidad o reproductibilidad (*precision* en inglés) es el “concepto cualitativo de cercanía o concordancia entre resultados independientes

de medición obtenidos en condiciones estipuladas". Hace pues referencia a las diferencias que pudieran aparecer en las imágenes adquiridas mediante escaneos repetidos en mismas condiciones.

La exactitud o veracidad (*trueness* o *accuracy* en inglés) es el "concepto cualitativo del grado de concordancia entre los resultados de una prueba o de una media aritmética de un gran número de resultados de ensayo y un valor de referencia verdadero o aceptado" indicando la capacidad de reproducción de un arco dental entero sin distorsión o deformación.

En resumen, podemos entender la exactitud como la medida de la diferencia absoluta promedio entre el modelo de referencia y el modelo escaneado. Por otro lado, la precisión se refiere a la discrepancia entre las distancias entre dos puntos en el modelo de referencia y esas mismas distancias en los modelos escaneados. Desde una perspectiva matemática, podemos definir la exactitud considerando la discrepancia de los valores RMS medios, mientras que la precisión se puede obtener a partir de la desviación estándar de los valores RMS (figura 16).

Por otro lado, los escáneres extraorales o de laboratorio son considerados como el *gold standard* dentro de los escáneres digitales (32, 33, 35, 36). Por este motivo, para poder calibrar la exactitud y la precisión de los escaneados, es necesario en los estudios *in vitro* hacer una comparativa con un modelo digital de referencia obtenido mediante el uso de este tipo

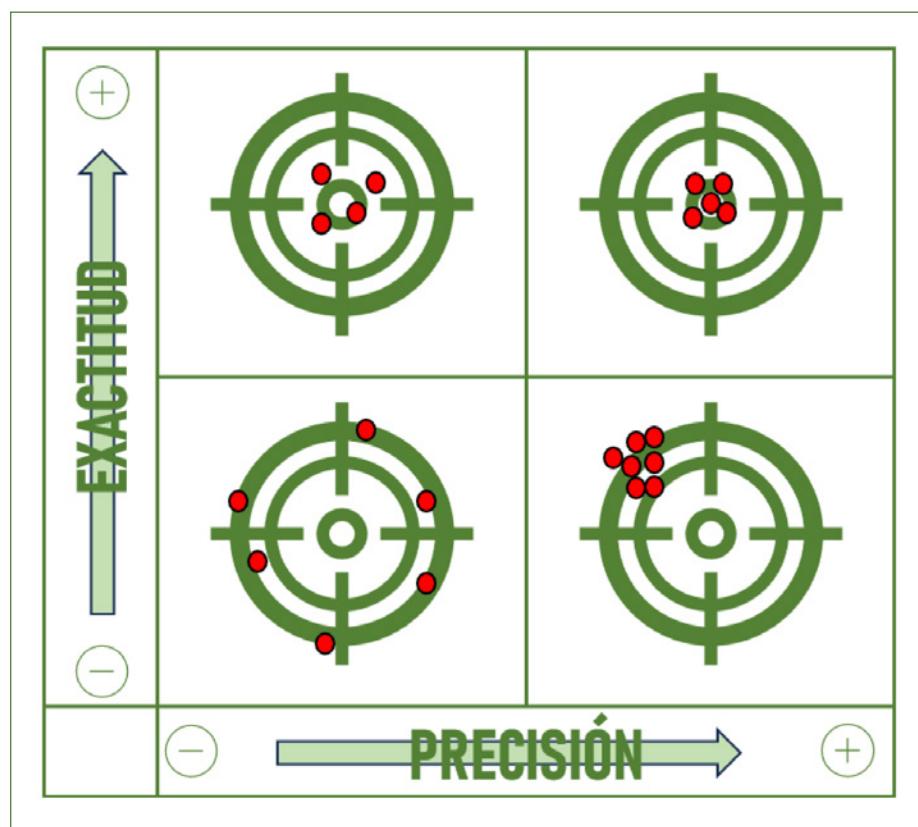


Figura 16:
Precisión y exactitud.

de escáneres de laboratorio. Obtenemos así un archivo STL lo más parecido al modelo real y tener así un modelo digital de referencia.

2.8 ¿QUÉ FACTORES INTERVIENEN EN LA EXACTITUD Y PRECISIÓN DE LOS IOS?

La precisión y exactitud del escaneado intraoral pueden ser influenciadas por diversos factores. Estos factores incluyen la tecnología de escaneo y el sistema IOS utilizado, la calibración del dispositivo, el patrón de escaneo, las condiciones de iluminación, los cambios de temperatura ambiente, los procedimientos de corte y reajuste, la extensión digital de la exploración y las características de la preparación dental. Asimismo, la experiencia y conocimiento del operador sobre el sistema IOS utilizado puede afectar la precisión y exactitud del escaneado.

Además, factores relacionados con el paciente, como la presencia de espacios edéntulos o tejido móvil, el grado de maloclusión y apiñamiento, y el tipo de restauraciones existentes (provisionales o definitivas), también pueden influir en la precisión y exactitud del escaneado intraoral.

1. PATRÓN DE ESCANEADO

La elección del patrón puede variar según el estudio. Algunos investigadores sugieren utilizar un patrón segmentado del área de interés primero, mientras que otros indican utilizar un patrón continuo manteniendo el cabezal en una posición horizontal durante el escaneo. Sin embargo, en ambos casos, se recomienda reducir la rotación vertical del escáner intraoral durante el registro (23).

La longitud del tramo de escaneado y la secuencia de escaneo son factores que pueden afectar la precisión y exactitud del escaneado. Diferentes sistemas de escaneo han mostrado variaciones en su precisión y exactitud en el escaneo de arco completo, y se recomienda elegir cuidadosamente el sistema concreto y la secuencia utilizada. En un estudio de Diker y cols. de 2022 (37) se comprobó que el sistema TRIOS® era el que mejores valores de precisión y exactitud presentaba al escanear un arco completo.

2. CONDICIONES DE ILUMINACIÓN

Las condiciones de iluminación también pueden influir en la precisión y exactitud del escaneado intraoral. Estudios han demostrado que las condiciones de iluminación pueden afectar la precisión de este (38). Sin embargo, no se ha definido una condición de iluminación ideal que garantice la mejor precisión de escaneo. Por lo tanto, las condiciones de iluminación deben elegirse según el sistema IOS utilizado. En 2020 en un estudio publicado por Revilla León y cols., se vio que se obtienen mayores niveles de calidad en los escaneos de arco completo maxilar con

una iluminación del sillón de 10.000 lux cuando se utiliza el sistema TRIOS 3® (39) (figura 17).



Figura 17:
Escaneado sin luz
y con luz.

3. TEMPERATURA AMBIENTAL

La temperatura ambiente es otro factor que puede influir en la precisión y exactitud del escaneado intraoral. Aunque la evidencia científica es limitada, algunos estudios sugieren que la temperatura no es un factor relevante que afecte la precisión y exactitud de los escáneres intraorales. No obstante, se recomienda realizar los trabajos de investigación bajo una temperatura específica, según las normas establecidas (40) (figura 18).



Figura 18:
Escaneado en diferentes
situaciones de
temperatura.

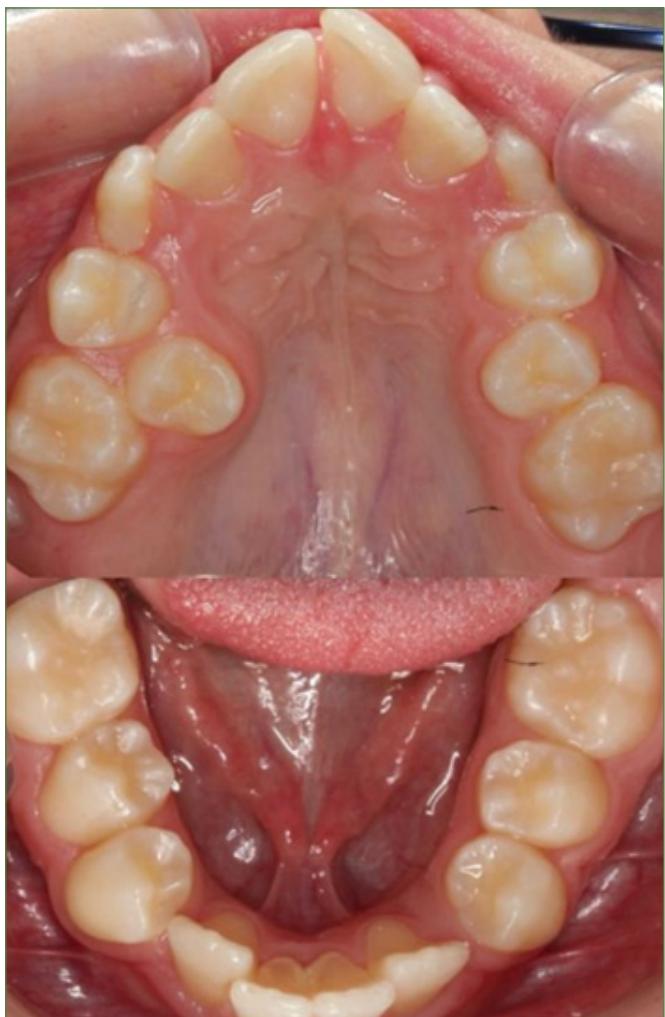


Figura 19:
Paciente con
apiñamiento dental.

4. FACTORES DENTALES

El grado de apiñamiento y maloclusión del paciente también puede influir en la precisión y exactitud del escaneado. El apiñamiento dental puede dificultar la entrada del cabezal del escáner en la cavidad oral y afectar la reproducción de áreas interproximales apiñadas. Además, se ha observado una menor precisión y exactitud de escaneo en ciertas superficies dentales, como las distales de la región molar, las vestibulares de la región anterior y las interproximales. Estudios como el de Ahn y cols. (13) o los de Ender y cols. corroboran esta afirmación (41) (figura 19).

El tipo de preparación dentaria, incluyendo la presencia de divergencia oclusal marcada y ángulos pronunciados, puede comprometer la precisión y exactitud del escaneado intraoral. Park y cols. en 2021 demostraron que algunas superficies, como el ángulo axiogingival, pueden ser más difíciles de registrar con precisión, disminuyendo la exactitud del escaneado en esas áreas (12).

La geometría del diente a escanear también puede influir en la precisión y exactitud del escaneado digital. Carabajal y cols. en 2017 concluyeron que las impresiones digitales obtenidas a través de sistemas de escaneo intraoral han demostrado ser capaces de reproducir de forma más exacta los dientes pilares, incluso cuando la geometría presenta ángulos de convergencia oclusal cercanos a cero grados (42).

La presencia de edentulismo parcial o total en el paciente también puede afectar la precisión y exactitud del escaneado intraoral. Algunos estudios han demostrado que el escaneado intraoral de un maxilar totalmente edéntulo puede ser más preciso y exacto que la digitalización de modelos obtenidos a partir de impresiones tradicionales, como se pudo comprobar en un estudio desarrollado por Ruggiero y cols. en 2020 (36).

5. EXPERIENCIA DEL OPERADOR

La experiencia del operador también puede influir en la precisión y exactitud del escaneado. Se ha observado que, después de un escaneado repetido, el tiempo de escaneo disminuye y la capacidad mejora, indepen-

dientemente del sistema utilizado. Sin embargo, la tasa de aprendizaje puede variar según el escáner usado, siendo más rápida en algunos casos y más lenta en otros. En el estudio de Kim y cols. de 2016 vieron que la tasa de aprendizaje de iTero® era considerablemente más rápida que la de TRIOS®. Sin embargo, el tiempo de escaneo promedio una vez la curva de aprendizaje completada, era superior para iTero® que para TRIOS® (5) (figura 20).



Figura 20:
Operador experimentado escaneando.

6. TRATAMIENTO DE LOS ESCANEADOS

Los sistemas de posprocesado utilizados para la manipulación y exportación de los escaneos digitales también pueden influir en la precisión y exactitud del registro. La resolución de los datos en los archivos digitales puede afectar significativamente la precisión y exactitud de los escaneos, siendo los formatos de alta resolución preferibles para obtener registros más precisos como se pudo demostrar en el estudio de 2022 realizado por Turkyilmaz y cols (43).

Uno de los programas utilizados para poder tratar las imágenes escaneadas es el programa Geomagic Wrap 2021® (Geomagic Verify med™, Geomagic, Marrisville, USA) (figura 21).

7. HUMEDAD

La humedad presente en la cavidad oral, proveniente de la saliva y el aire exhalado durante la respiración, es un factor dependiente del paciente que puede influir en la precisión y exactitud del escaneado intraoral. La presencia de líquido en las superficies a escanear puede alterar la calidad del escaneado, y se recomienda el uso de aire comprimido para secar las superficies antes de efectuar el mismo. Aunque en la actualidad hay poca evidencia científica al respecto, ya en 2018 Park y cols. publicaron un estudio analizando la influencia del medio oral con un simulador en la calidad del escaneado llegando a la conclusión de que no existía diferen-



Figura 21:
Programa Geomagic Wrap® (Geomagic Verify med™, Geomagic, Marrisville, USA).

cia alguna entre escanear en medio oral o no (40). En un estudio más reciente de 2022, Chen y cols. realizaron pruebas *in vitro* analizando dichos factores y llegando a la conclusión de que la saliva puede afectar de manera negativa a la calidad del escaneado. El uso de aire comprimido de la jeringa minimiza de manera ostensible estos efectos adversos (44) (figura 22).



Figura 22:
Espécimen del estudio
en presencia de
humedad .

8. MATERIAL RESTAURADOR

Recientes estudios han evidenciado también que el material restaurador prostodóncico puede tener cierta influencia en los registros de escaneado intraoral. Las propiedades físicas de los materiales afectan de manera significativa sobre todo en la forma en la que incide la luz y se refleja en la superficie de los materiales. Aunque la mayoría de las veces se escaneará esmalte, en el medio oral es altamente frecuente encontrar restauraciones diferentes con diferentes grados de reflectividad, índice de refracción y translucidez (figura 23).

Esto tiene que ser tenido en cuenta en el momento del registro de escaneado ya que se podría perder precisión o exactitud como vieron Dutton y cols. en 2020 (45).

Otros estudios como los de Lim y cols. en 2021, pudieron demostrar que los materiales muy translúcidos ofrecían peores resultados de precisión y exactitud en sus escaneados. El uso de polvo antes del registro parece minimizar estos inconvenientes (46).

Revilla-León y cols. en 2022 analizaron los valores de exactitud y precisión en el escaneado intraoral (utilizando el TRIOS 4[®]) de diferentes materiales restauradores como oro, óxido de circonio, disilicato de litio, cerámica híbrida, resina compuesta bis acrílica, PMMA convencional, PMMA fresado y polímero de fabricación aditiva. Los materiales que peores resultados ofrecieron fueron las coronas de metales nobles frente a las coronas convencionales y fresadas de PMMA y las pulidas de polímero de fabricación aditiva a base de bis-acrílico que obtuvieron valores de exactitud y precisión más altos. Los diferentes índices de refracción de los materiales pudieron ser la causa de estas diferencias (47).

En este mismo estudio también se pudo analizar la influencia de la rugosidad superficial de los materiales de restauración; todos los materiales (excepto el oro) fueron analizados pulidos o glaseados, ofreciendo mejores resultados los materiales pulidos a excepción del óxido de circonio.

En resumen, la precisión y exactitud del escaneado intraoral pueden verse afectadas por una variedad de factores operativos, relacionados con el paciente y dependientes del entorno. Es importante tener en cuenta estos factores al utilizar sistemas de escaneo intraoral y realizar los procedimientos adecuados para obtener registros precisos y exactos.

2.9. ÚLTIMAS INVESTIGACIONES EN LOS ESCÁNERES INTRAORALES

Los escáneres intraORALES están experimentando un crecimiento significativo como una tecnología emergente que está transformando la práctica clínica. Esto ha generado un notable interés entre los investigadores, quienes buscan ampliar el conocimiento y promover mejoras en estas tecnologías. Desde 2009, ha habido un aumento exponencial en la cantidad de artículos publicados sobre el tema, como se puede observar en la base de datos de *PubMed*.

Se han publicado un total de 656 artículos en los últimos 13 años utilizando los términos de búsqueda “*intraoral scanner*” or “*dental scanner*”. Sorprendentemente, 468 de esos artículos se han publicado solo en los últimos 3 años, lo que representa el 71% de todas las publicaciones relacionadas con escáneres intraORALES. Esto demuestra un creciente interés en esta área y confirma que es un campo de investigación activo. Por lo

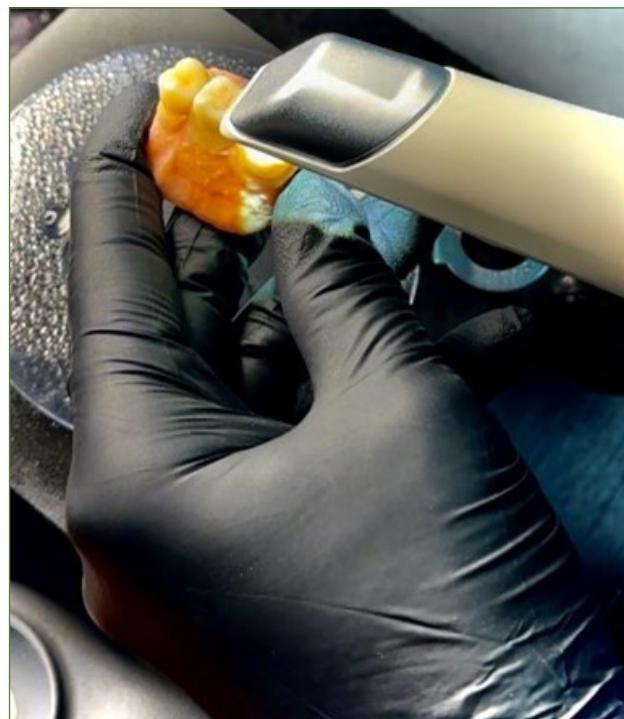


Figura 23:
Escaneado de corona de disilicato de litio.

tanto, esta tecnología, aunque relativamente nueva, se ha convertido en un tema de gran relevancia para profesionales e investigadores. Cabe mencionar que el rápido desarrollo de estas tecnologías implica que la información disponible sobre los sistemas actuales puede volverse obsoleta rápidamente. ■

3

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

3 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Los escáneres intraORALES son dispositivos utilizados para capturar imágenes digitales de las superficies orales, reemplazando así el método tradicional de impresiones convencionales. Estos dispositivos se han vuelto cada vez más comunes en clínicas dentales, ofreciendo una alternativa precisa a los métodos convencionales. Sin embargo, existe poca información detallada sobre cómo variables como la humedad, los materiales restauradores, su translucidez y su rugosidad superficial pueden afectar la precisión y exactitud de los escaneados intraORALES.

El objetivo de este estudio fue investigar el impacto que la humedad superficial, la rugosidad y la translucidez de los materiales restauradores tienen sobre el escaneado intraoral, permitiendo comprender los errores causados por la presencia de líquido o diferentes materiales durante el registro digital de impresión.

Los objetivos específicos de la presente investigación fueron:

1. Analizar la influencia del material restaurador (esmalte, óxido de circonio, disilicato de litio y material híbrido) en la precisión y exactitud del escaneado intraoral.
2. Analizar qué material (esmalte, óxido de circonio, disilicato de litio y material híbrido) es más preciso y/o exacto según su grado de translucidez.
3. Analizar qué material (esmalte, óxido de circonio, disilicato de litio y material híbrido) es más preciso y/o exacto según su rugosidad superficial.
4. Analizar la influencia de la humedad superficial (nula, baja, media y alta) sobre los materiales restauradores (esmalte, óxido de circonio, disilicato de litio y material híbrido) en la precisión y exactitud del escaneado intraoral.

Valorar si el material restaurador, el tratamiento de superficie del mismo (pulido o rugoso) y la humedad superficial durante la impresión digital (nula, baja, media y alta) influyen en la veracidad del archivo 3D captado y procesado por un escáner intraoral. ■



HIPÓTESIS

4

HIPÓTESIS

1. Hipótesis H0: No habrá diferencias en la precisión y exactitud del escaneado intraoral en función del material restaurador (esmalte, óxido de circonio, disilicato y material híbrido).
2. Hipótesis H1: El incremento de la humedad no afectará a la exactitud y la precisión de los escaneados intraorales.
3. Hipótesis H2: Los materiales rugosos no obtendrán mejores resultados de precisión y exactitud, en comparación con el esmalte natural rugoso independientemente del grado de humedad superficial.
4. Hipótesis H3: La translucidez de los materiales restauradores (óxido de circonio, disilicato y material híbrido) no afectará a la precisión y exactitud del escaneado intraoral.
5. Hipótesis H4: En condiciones de humedad superficial alta, el escaneado del esmalte no obtendrá valores más precisos y exactos que los materiales restauradores (óxido de circonio, disilicato y material híbrido). ■

5

MATERIAL Y MÉTODOS

5 MATERIAL Y MÉTODOS

Ll presente estudio analizó el impacto de la humedad y la rugosidad superficial en la exactitud y la precisión de los escaneados intraorales de diferentes materiales restauradores (esmalte, óxido de circonio, disilicato de litio y material híbrido nanocerámico) con una alta o baja translucidez y con una superficie lisa o pulida.

Para ello, se realizó un estudio *in vitro* confeccionando un modelo de resina y dientes naturales. Uno de los dientes fue preparado para una corona de recubrimiento completo cementándose sobre él diferentes coronas en función del material estudiado.

Para completar la investigación se sometió al modelo a diferentes condiciones de humedad superficial en cada serie de registro de escaneado, para simular las condiciones del medio oral pero siempre manteniendo las demás variables constantes (temperatura y luminosidad).

Esto se repitió tras un proceso de arenado de todas las coronas representando un posible ajuste oclusal post cementado en la cavidad oral y así poder evaluar el efecto combinado de las variables estudiadas en su conjunto: humedad superficial, material restaurador, alta o baja translucidez y rugosidad superficial.

5.1 PREPARACIÓN DEL MODELO

El modelo para el estudio fue confeccionado a partir de tres dientes naturales. Dos molares superiores y un premolar. Para poder usar estas muestras biológicas se solicitó la aprobación del *Comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión de Ética en Investigación Experimental de la Universidad de Valencia*. Dicha solicitud fue aprobada el 2 de diciembre de 2021 con número de registro 1910025 (Anexo 1).

Los donantes anónimos de las muestras biológicas también tuvieron que firmar un consentimiento informado siguiendo los términos estable-

cidos en la *Ley de Protección de Datos de Carácter Personal* (LPOD) 3/2018, del 5 de diciembre (Anexo 2).

Estas muestras fueron obtenidas tras las exodoncias de molares y premolares por motivos de tratamientos ortodóncicos o periodontales.

Los dientes naturales se montaron sobre cera de modelar en la misma posición que en boca (Cera Reus S.A., Reus, España) utilizando una espátula eléctrica Waxelectric II® (Renfert, Hilzingen Alemania) (figuras 24 y 25).



Figura 24:
Espátula eléctrica
Waxelectric II® (Renfert®,
Badia Polesine, Italia).

Figura 25:
Cera de modelar (Cera
Reus S. A®, Reus,
España).

Con el modelo encerado, se realizó una impresión en dos tiempos con siliconas de adición de consistencia pesada y fluida Elite HD Zhermack® (Zhermack®, Badia Polesine, Italia) (figuras 26 y 27).

Tras esto, se hirvió el modelo de cera con el objetivo de soltar los dientes y poderlos recolocar en la impresión. Una vez recolocados, se vació la impresión con resina autopolimerizable SintoDent® (SintoDent®, Roma, Italia) según las indicaciones de la ISO 20896-1.

Se finalizó el modelo eliminando los excesos de resina y puliendo con fresas y pieza de mano (figura 28).



Figura 26:
Modelo encerado.



Figura 27:
Impresión de siliconas
con los dientes
reposiciónados.



Figura 28:
Modelo final en resina.

A continuación, el modelo obtenido fue escaneado con el escáner OmnicanAC® (Denstply Sirona®, Carolina del Norte, USA) de CEREC® para poder obtener un registro idéntico del diente central y el modelo, y poder fabricar las tres coronas de los tres materiales estudiados con sus diferentes translúcideces.

En este momento, el modelo fue expuesto a las distintas situaciones de humedad en un dispositivo que explicaremos a continuación, y sometido a las primeras secuencias de escaneado. De esta forma, obtuvimos los resultados de la influencia de diferentes grados de humedad sobre el esmalte en un escaneado intraoral.

Tras esta etapa del estudio, se procedió a arenar la superficie oclusal del diente central con partículas de óxido de aluminio según las normas ISO establecidas y aislando el resto del modelo con teflón y así limitar el efecto del arenado exclusivamente a la cara oclusal del primer molar. El modelo fue a continuación escaneado por el escáner extraoral L2 Scanner® (Imetric 4D®, Sàrl, Szwitzerland).

Por último, se reprodujeron las diferentes condiciones de humedad en el mismo dispositivo mencionado con anterioridad y se realizó la segunda tanda de escaneados intraorales, para así evaluar la influencia de la humedad y de la rugosidad superficial sobre el esmalte.

En esta primera fase, se obtuvieron los siguientes grupos de estudio:

- Esmalte(E)
 - Esmalte natural seco
 - Esmalte natural con baja humedad
 - Esmalte natural con humedad media
 - Esmalte natural con humedad alta

- Esmalte arenado (EA)
 - Esmalte natural arenado seco
 - Esmalte natural arenado con baja humedad
 - Esmalte natural arenado con humedad media
 - Esmalte natural arenado con humedad alta

Tras el escaneado del esmalte, sin arenar y arenado, en sus diferentes condiciones de humedad, el molar central fue tallado para poder colocar las seis coronas de los diferentes materiales y translúcideces y así obtener el resto de los grupos de estudio.

Para su preparación se emplearon fresas de diamante de granulometría 200 micras de aro verde 132-020-014 y 128-020-12 (Komet®, Lemgo, Alemania). Se realizó una reducción de 1,5 milímetros en oclusal y 1 milímetro en vestibular, mesial, distal y palatino/lingual, además de una línea de terminación yuxtagingival en chaflán aplanado. A continuación, se realizó el pulido de la preparación con fresas de aro rojo 102-021-012 y gomas 075-020-040 (Komet®, Lemgo, Alemania) (figura 29). De este modo se confeccionó el muñón protésico, sobre el que se cementaron las seis restauraciones de diferentes materiales (óxido de circonio, disilicato de litio y material híbrido nanocerámico) con alta translucidez (HT) o baja translucidez (LT) de forma secuencial, según se iban realizando los escaneados.



Figura 29:

Modelo preparado para la colocación de las coronas.

El modelo con el muñón protésico preparado se escaneó de nuevo con el escáner Omnicam AC® (Dentsply Sirona®, Carolina del Norte, USA) de CEREC®. De este modo, contamos con dos registros del modelo; por un lado, con el diente central sin preparar y por otro, con el diente central preparado. Gracias al registro del modelo con el diente central sin preparar, se pudo realizar un encerado virtual (figura 30) de la anatomía del diente, a partir del cual se realizó el fresado de las seis coronas de diferentes materiales.

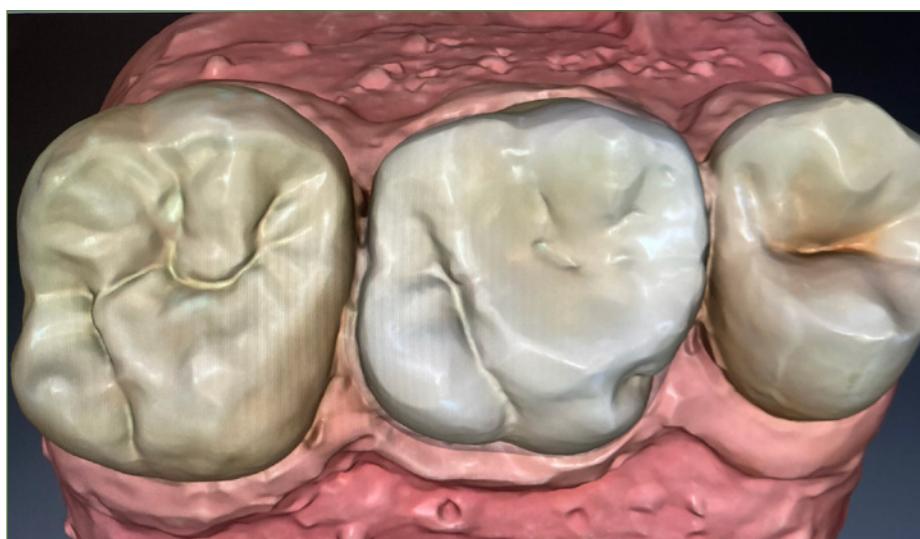


Figura 30:
Encerado virtual.

Las 6 coronas se fresaron, por consiguiente, a partir de un mismo modelo y encerado digital, que se confeccionó gracias al software CEREC®, y fresadas por método sustractivo con la fresadora MC XL® (Dentsplay Sirona®, Carolina del Norte, USA.) (figura 31).



Figura 31:
Fresadora MC XL
(Dentsply Sirona®,
Carolina del Norte; USA.)

En cuanto a los diferentes materiales utilizados, el óxido de circonio se confeccionó a partir de 2 bloques diferentes de fresado de IPS e.max ZirCard. Uno HT (*hight translucity*), alta translucidez y otro LT, baja translucidez (*low translucity*) (Ivoclar Vivadent®, Schaan, Alemania) color A2 (figuras 32 y 33). Los bloques empleados se encuentran en el mercado parcialmente sinterizados; en consecuencia, tras ser fresados han de ser horneados. El fresado se realizó con un aumento de volumen de un 20% con el objetivo de contrarrestar la contracción que se produce tras la sinterización que se llevó a cabo en un horno de sinterización CEREC SpeedFire® (Dentsply Sirona®, Carolina del Norte, USA) (figura 34). Para ello se programó la cocción para óxidos de circonio del grupo e.max. El pulido y ajuste final se obtuvo gracias a las fresas de diamante VITA Suprinity (VITA Zahnfabrik®, Bad Säckingen, Alemania) (figuras 35 y 36).



Figura 32:
Bloque de circonio HT.



Figura 33:
Bloque de circonio LT.



Figura 34:
Horno de sinterización CEREC SpeedFire
(Dentsply Sirona®, Carolina del Norte, USA).



Figura 35:
Corona de óxido de circonio HT.



Figura 36:
Corona de óxido de circonio LT.

Las coronas de disilicato de litio se confeccionaron a partir de dos bloques de fresado diferentes de IPS e.max Cad (Ivoclar Vivadent®, Schaan, Alemania). Uno HT (*hight translucency*), alta translucidez y otro LT (*low translucency*), baja translucidez ambos de color A2 (figura 37). Estas cerámicas son las llamadas auto glaseadas. El pulido antes de su cocción proporciona a la restauración final un brillo y unas propiedades superficiales adecuadas siendo innecesario un posterior glaseado como ocurre con otros materiales.

Por esta razón se realizó un pulido inicial después del fresado, se horneó el material y para finalizar se pulió y ajustó con fresas EVE® (EVE® Kelten, Alemania.) El horno empleado para su sinterización fue el Programat p 300® (Ivoclar Vivadent®, Schaan, Alemania) (figuras 38, 39 y 40).



Figura 37:
Bloques disilicato de litio
LT y HT.

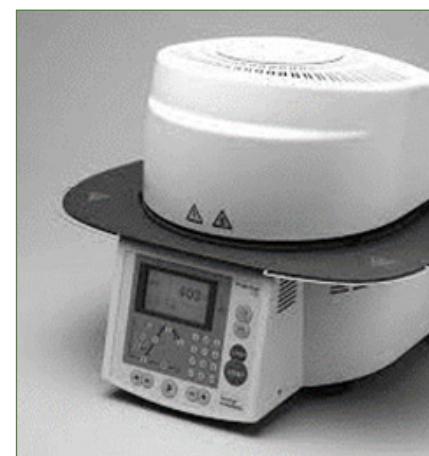


Figura 38:
Horno de sinterización
Programat p 300®
(Ivoclar Vivadent®,
Schaan, Alemania).



Figura 39:
Corona de disilicato de litio LT.



Figura 40:
Corona disilicato de litio HT.

Por último, las coronas de material híbrido fueron realizadas a partir de dos bloques diferentes de Grandio Blocs (VOCO®Cuxhave, Alemania): uno HT (*hight translucity*), alta translucidez y otro LT (*low translucity*), baja translucidez ambos de color A2 (figura 41). A diferencia de los composites convencionales, este material híbrido nanocerámico presenta una carga de relleno del 86%. Tras su fresado se ajustó y pulió con fresas EVE® (EVE® Kelten, Alemania.) (figura 42).



Figura 41:
Bloques de resina
híbrida nanocerámica
LT y HT.

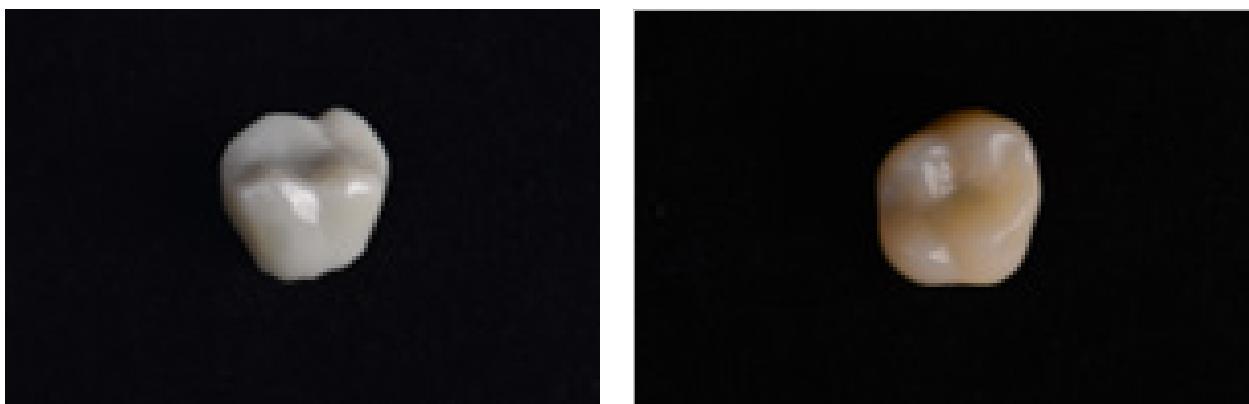


Figura 42:
Coronas de resina híbrida nanocerámica LT y HT.

El cementado secuencial de todas las muestras según avanzaba el estudio se realizó con cemento provisional Temp Bond NE™ (Temp Bond NE™, Kerr, Salerno, Italia).

En la primera parte del estudio se cementó la corona de óxido de circonio HT (*hight translucity*), alta translucidez, grupo denominado ZH. Este espécimen fue sometido a un registro de escaneado extraoral con el escáner L2 Scanner® (Imetric 4D®, Sàrl, Swtizeland). A continuación, se reprodujeron las diferentes condiciones de humedad (seco, baja, media y alta), con el sistema de pulverización que describiremos más adelante, para posteriormente realizar la secuencia de escaneados por medio del escáner intraoral TRIOS 3® (3Shape®, Copenague, Dinamarca).

Así pudimos evaluar la influencia de la humedad superficial sobre el óxido de circonio HT (*hight translucity*), de alta translucidez en el escaneado intraoral. Sin descementar la corona, se procedió a arenar su superficie oclusal con partículas de óxido de aluminio y así poder simular un hipotético pulido o retoque oclusal obteniendo así el grupo de estudio ZHA. De nuevo se escaneó el mismo con el escáner extraoral L2 Scanner® (Imetric 4D®, Sàrl, Swtizeland). Se sometió a este segundo espécimen a las mismas condiciones de humedad (seco, baja, media y alta) pudiendo así realizar una segunda tanda de escaneados intraorales con el escáner intraoral TRIOS 3® (3Shape®, Copenague, Dinamarca).

De esta manera, se pudo evaluar la influencia de la humedad y la rugosidad superficial sobre la corona de óxido de circonio HT (*hight translucity*), de alta translucidez rugosa en el escaneado intraoral. Para continuar con el estudio se descementó esta corona y se cementó la de óxido de circonio LT (*low translucity*), baja translucidez para obtener el grupo de estudio denominado ZL.

El procedimiento seguido fue el mismo: escaneado extraoral con L2 Scanner® (Imetric 4D®, Sàrl, Swtizeland), exposición del modelo a las diferentes condiciones de humedad y posterior escaneado intraoral con el TRIOS 3® (3Shape®, Copenague, Dinamarca). Una vez realizado este proceso se arenó la superficie oclusal de la corona de óxido de circonio LT (*low translucity*), baja translucidez y obtener el grupo de estudio ZLA que fue tratado de la misma manera.

Así pudimos evaluar la influencia de la humedad, la rugosidad superficial y las diferentes translucideces del óxido de circonio en el escaneado intraoral.

El disilicato de litio y material híbrido fueron sometidos al mismo proceso obteniendo así los grupos de disilicato de litio: DH disilicato de litio HT (*hight translucity*) alta translucidez, DHA disilicato de litio HT (*hight translucity*) alta translucidez arenado, DL disilicato de litio LT (*low translucity*) baja translucidez, DLA disilicato de litio LT (*low translucity*) baja translucidez arenado y los de material híbrido nanocerámico: HH material híbrido HT (*hight translucity*) alta translucidez, HHA material híbrido HT (*hight translucity*) alta translucidez arenado, HL material híbrido LT (*low translucity*) baja translucidez, HLA material híbrido LT (*low translucity*) baja translucidez arenado (figura 43).

GRUPOS

- ESMALTE
 - E ESMALTE
 - EA ESMALTE ARENADO
- ÓXIDO DE CIRCONIO
 - ZH CIRCONIO HT
 - ZHA CIRCONIO HT ARENADO
 - ZL CIRCONIO LT
 - ZLA CIRCONIO LT ARENADO
- DISILICATO DE LITIO
 - DH DISILICATO DE LITIO HT
 - DHA DISILICATO DE LITIO HT ARENADO
 - DL DISILICATO DE LITIO LT
 - DLA DISILICATO DE LITIO LT ARENADO
- MATERIAL HÍBRIDO
 - HH HÍBRIDO HT
 - HHA HÍBRIDO HT ARENADO
 - HL HÍBRIDO LT
 - HLA HÍBRIDO LT ARENADO

MATERIAL	CONDICIONES DE LOS MATERIALES			
	SIN ARENAR		ARENADO	
	E	EA	TRANSLUCIDEZ/ARENADO	
	HIGH SIN ARENAR	HIGH ARENADO	LOW SIN ARENAR	LOW ARENADO
ÓXIDO DE CIRCONIO	ZH	ZHA	ZL	ZLA
DISILICATO DE LITIO	DH	DHA	DL	DLA
MATERIAL HÍBRIDO	HH	HHA	HL	HLA

Figura 43:
Tabla resumen de la totalidad de los grupos estudiados.

5.2. ARENADO DE LAS RESTAURACIONES

Como se ha hecho ya referencia, una de las variables a estudiar fue la influencia de la rugosidad superficial sobre la exactitud y la precisión del escaneado intraoral. Esta rugosidad superficial simularía un posible ajuste oclusal post cementado. Para garantizar que exclusivamente fuera el

diente o restauración central la que presentara estas características y estandarizar las mismas, se aplicó un recubrimiento de teflón Miarco® (Miarco S.L., Valencia, España) de los dientes contiguos, la base del modelo y en las caras vestibular/palatina del diente central (figuras 44 y 45). De esta manera se evitó que los puntos de referencia del escaneado se vieran alterados por el proceso de arenado de las diferentes muestras y fue solo la superficie oclusal del diente objeto de estudio la que se expuso al arenado.



Figuras 44 y 45:
Recubrimiento con teflón en los dientes laterales, en las caras vestibular y lingual / palatina del diente central y en la base del modelo antes de realizar el arenado.

Se utilizó el sistema de arenado de partículas de óxido de aluminio Bio-art mod (Bio-art®, Sao Carlos, Brasil). El proceso en sí se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones prescritas por la norma ISO 11405, donde el arenado se efectúa con partículas de óxido de aluminio de 50 micras (figuras 46 y 47).



Figura 46:
Sistema de arenado de partículas de óxido de aluminio Bio-art mod. Standard (Bio-art®, São Carlos, Brasil).



Figura 47:
Proceso de arenado.

La distancia entre la boquilla y la superficie oclusal es de 2-3 milímetros y se emplea una presión de 2,5 a 3 bares. La boquilla se mantuvo con una angulación de unos 60 grados respecto a la pieza a arenar y el tiempo de exposición fue de 15 segundos (figura 48).



Figura 48:
Vídeo demostrativo del
proceso de arenado.

5.3. SISTEMA DE PULVERIZACIÓN

Para poder reproducir las diferentes condiciones de humedad superficial, se elaboró un sistema de pulverizado. Su objetivo era el de poder estandarizar el proceso de mojado del modelo.

El sistema poseía dos componentes principales: un aerógrafo y una plataforma giratoria. Esta plataforma estaba formada por un sistema de engranajes de reducción unidos a una plataforma transparente de plástico junto con un sistema de detección magnética.

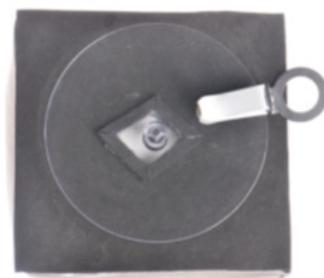


Figura 49:
Expositor giratorio
(Samueydatgsq4ci-02, SalmuneStore,
China).

Figura 50:
Plataforma giratoria protegida con
una envoltura de plástico negra y
stop imantado.

La plataforma giratoria se confeccionó a partir de un expositor giratorio (Samueydatgsq4ci-02, SalmuneStore, China) y se protegió de la humedad con una envoltura de plástico negra. La velocidad de giro capaz

de alcanzar por la plataforma rotatoria fue de 15 rpm (revoluciones por minuto), siendo el giro de la plataforma variable y la aceleración progresiva, por lo que antes de iniciar el pulverizado del modelo se dejaba a la plataforma ganar aceleración y se graduaba su giro en sentido horario (figuras 49 y 50).

En cuanto al sistema de aerografía, se contaba con un compresor de aire PABk 60 A1 (Parkside®, Bochum. Alemania) que operaba con una fuente de alimentación de 100 vatios, 130 voltios y 50 hercios, y generaba un flujo de aire de 1,5 litros por minuto a una presión de 0,35-0,15 megapascales.

Este compresor se conectaba a un aerógrafo (Parkside®, Bochum. Alemania) que permitía pulverizar saliva artificial mediante el efecto Venturi, el cual podía ser modulado mediante una tuerca que ajustaba la posición de la punta del aerógrafo con respecto al flujo de aire y al depósito integrado. Se establecieron tres niveles del regulador del flujo del aerógrafo para lograr tres caudales: 1 ml/min (humedad baja), 4 ml/min (humedad media) y 8 ml/min (humedad alta) (figura 51).



Figura 51:

Compresor de aire PABk 60 A1 (Parkside®, Bochum. Alemania) + Aerógrafo (Parkside®, Bochum. Alemania) + Depósito de saliva.

Para estandarizar el flujo de saliva se calculó la cantidad midiendo su caudal mediante una báscula de precisión (Modelo 773, Jata®. País Vasco, España) (figura 52) computando los miligramos emitidos por el aerógrafo en un minuto. Se convirtió esta cantidad posteriormente a mililitros por minuto.

Además, fue necesario asegurar una nebulización uniforme del modelo, por lo que se hizo un cálculo aproximado de la inclinación de las cúspides mediante un calibrador digital resultando que la angulación media debía ser de 40+/- 5 grados. Finalmente, y para evitar una nebulización excesiva, se utilizó la menor angulación media posible con lo que se dispuso a 35 grados el aerógrafo respecto a la horizontal de la base (figura 53).



Figura 52:
Báscula de precisión (Modelo 773, Jata®. País Vasco, España).

Figura 53:
Pie de apoyo del aerógrafo.

La distancia del aerógrafo se estableció en 15 centímetros del centro geométrico del modelo, y la amplitud del cono emitido por el aerógrafo se ajustó para cubrir el diámetro completo de la plataforma de 55 milímetros. Todo el sistema se pintó de negro para evitar interferencias con la iluminación y el escaneado. El aerógrafo se fijó a una plataforma de arcilla y se colocó sobre una plancha de madera de 30x50 centímetros. Para la nebulización se utilizó saliva artificial (Spray hidratante Biotene®, GSK Consumer Healthcare, Warren, EE. UU.) a temperatura ambiente (figura 54).



Figura 54:
Sistema completo para la pulverización del modelo: plancha de madera + compresor de aire + aerógrafo sobre una plataforma de arcilla + plataforma giratoria + stop magnético + aro de luz + luxómetro.

La iluminación es uno de los factores medioambientales que puede influir tanto en la capacidad de reproducción de geometrías como de la calidad de la malla por lo que el escaneo se realizó en una habitación con una ventana y dieciséis tubos fluorescentes que proporcionaron una iluminación base de 500 lúmenes. Se midió la iluminación con un medidor de luz (LX1330B Light Meter; Dr. Meter Digital Illuminance®) (figura 55). Para el equipo utilizado en el estudio (TRIOS 3 de 3Shape® en Copenhague, Dinamarca), las condiciones óptimas de iluminación requerían una luz ambiental de aproximadamente 1000 lux y 4.100K, que no debía de estar dirigida hacia la muestra, siguiendo la Normativa Europea de Iluminación (EN 12464) para gabinetes dentales. Con el objetivo de obtener la iluminación adecuada, se utilizó una fuente de luz portátil en forma de aro (BUDUDE*0068, EODNSOFN®, China) y se ajustó hasta alcanzar las condiciones ideales de iluminación previamente descritas. Además, se midió y se calibró la luz antes de escanear cada grupo (figura 56).



Figura 55:
Luxómetro LX1330B Light Meter; Dr. Meter Digital Illuminance®.

Figura 56:
Aro de iluminación BUDUDE*0068, EODNSOFN®, China.

Otro de los factores medioambientales que podía influir en la calidad de los escaneados fue la temperatura, por lo que se reguló la misma a 25 grados dentro de la habitación donde se realizaban los registros.

5.4. ESCANEADOS MAESTROS

El *gold estándar* de los escáneres digitales empleados en odontología, es el escáner extraoral por ser el más exacto y preciso. En el presente estudio se utilizó el escáner de luz estructurada L2 Scanner (Imetric 4D, Sàrl, Switzerland) para poder comprobar la exactitud del escáner intraoral

TRIOS 3® (3Shape®, Copenhague, Dinamarca). El fabricante del escáner indica que su exactitud es inferior a 5 micras y su precisión inferior a 10 micras. Se calibró el mismo y se procedió a escanear los diferentes modelos según avanzaba el estudio obteniendo así un escaneo de referencia para cada grupo de materiales: E, EA, ZH, ZHA, ZL, ZLA, DH, DHA, DL, DLA, HH, HHA, HL y HLA.

Al someter a los especímenes a los diferentes niveles de humedad, las coronas realizadas con diferentes materiales, a diferente translucidez y con presencia o no de rugosidad superficial, fueron cementadas con un cemento provisional (Temp Bond NE™, Kerr, Salerno, Italia). Tras la secuencia de escaneo intraoral con el escáner TRIOS 3® (3Shape®, Copenhague, Dinamarca), se escanearon los especímenes con el escáner extraoral L2 Scanner (Imetric 4D, Sàrl, Switzerland) (figura 57) y así obtener los modelos de referencia antes mencionados. Desde el inicio hasta la obtención del modelo de referencia se aseguró de que no hubiera movimientos de la corona en relación con el muñón y así prevenir posibles errores sistemáticos del estudio.



Figura 57:
Escáner extraoral L2
Scanner (Imetric 4D,
Sàrl, Switzerland).

5.5. SECUENCIA DE ESCANEADO

El objetivo del estudio fue el de obtener escaneados de los diferentes materiales (esmalte, óxido de circonio, disilicato de litio y material híbrido nanocerámico), con sus translúcides y presencia o no de rugosidad superficial, en diferentes condiciones de humedad para compararlos con los escaneados maestros correspondientes y obtener las cifras de RMS y así obtener información sobre la exactitud y, por otro lado, las desviaciones estándar de los RMS, que nos proporcionará información sobre la precisión del sistema de escaneado.

El sistema de escaneado intraoral empleado en el presente trabajo fue el TRIOS 3® (3Shape®, Copenhague, Dinamarca) (figura 58).



Figura 58:
Sistema de escaneado intraoral Trios 3® (3Shape®, Copenhague, Dinamarca).

Se usó el mismo escáner en la totalidad de la investigación y los registros fueron tomados por un mismo operador. Ante cada grupo a escanear, se calibró el equipo. Además, se le dejó reposar durante 15 minutos entre cada subgrupo de escaneados.

La primera condición del estudio implicaba un ambiente seco y los escaneados se realizaron en la plataforma rotatoria. El modelo se orientó perpendicularmente al operador y se utilizó un patrón de escaneado continuo que comenzaba con el cabezal inclinado sobre la cara mesial del premolar, continuaba por la superficie oclusal hasta el segundo molar, se

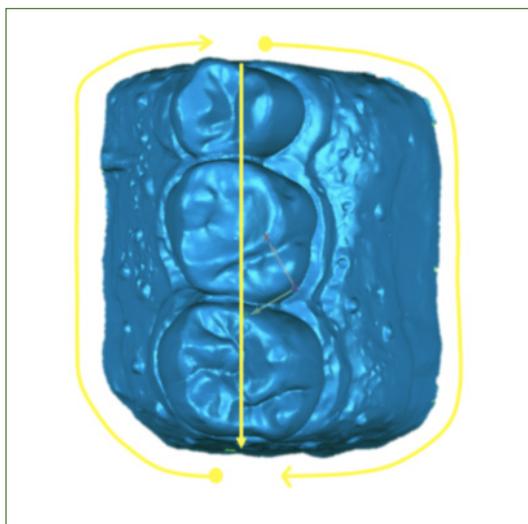


Figura 59:
Patrón de escaneado.

inclinaba en su cara distal y registraba el perímetro del modelo con el cabezal paralelo a la superficie oclusal, empezando por la cara vestibular y terminando por la cara palatina. Las áreas de error se repasaron una segunda vez y al finalizar cada escaneado, se procesó la nube de puntos y se guardó en formato STL (figuras 59 y 60).

Una vez completada esta parte del estudio se procedió a someter a los materiales a los diferentes flujos de saliva artificial.

Antes de comenzar la aplicación de la nebulización en cada subgrupo, se estandarizó el flujo midiendo con precisión la cantidad de líquido que se emitía durante un minuto para, a continuación, convertirlo en mililitros por minuto como ya se ha explicado con anterioridad.

Para asegurar que se pudieran replicar las diferentes condiciones de humedad en el diente central de forma aislada, se recubrieron con teflón Miarco® (Miarco S.L., Valencia, España) los dientes contiguos en su totalidad junto con la base del modelo. Así se evitó que los puntos de referencia se mojaran. El diente central fue expuesto al flujo de saliva artificial de 1 mililitro por minuto (humedad baja), 4 mililitros por minuto (humedad media) y, por último, 8 mililitros por minuto (humedad alta).

En el caso del subgrupo de humedad baja (1 mililitro por minuto) solo se realizaron dos escaneados del modelo para la totalidad de los materiales estudiados, frente a los cuatro escaneados del resto de subgrupos de humedad. La diferencia de protocolo radicó en que la nebulización del



Figura 60:
Vídeo demonstración
proceso escaneado.



Figura 61:
Muestra tras pulverizado
a 8ml por minuto
(HUMEDAD ALTA).

subgrupo humedad baja (1 mililitro por minuto) era muy fina y se secaba rápidamente. Los grupos de humedad media (4 mililitros por minuto) y humedad alta (8 mililitros por minuto) presentaban una pulverización más gruesa con lo que se realizaron los mojados cada cuatro escaneados (figura 61).

La muestra se colocó en la plataforma giratoria con el premolar apuntando hacia el extremo más alejado y en ángulo recto respecto al operador. Después de iniciar el giro de la plataforma en sentido horario, se esperaba a que alcanzara su velocidad máxima (15 revoluciones por minuto) y se ponía en marcha el aerógrafo, previamente calibrado, para el subgrupo estudiado. El aerógrafo se mantuvo activado mientras que la plataforma hacía un giro completo y era en ese momento cuando se activaba un *stop* magnético y se detenía la pulverización (figuras 62 y 63).

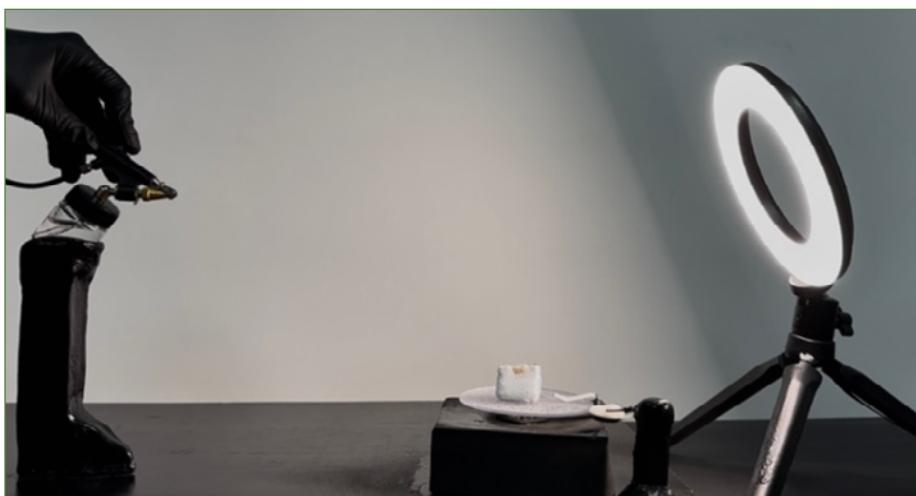


Figura 62:
Proceso de
pulverización.

Después de mojar el modelo, se retiraba el teflón y se colocaba de nuevo el modelo sobre la plataforma para proceder a los escaneados. Cada escaneado se procesaba para obtener los archivos STL que se guardaban al final del proceso.

Así pues, para las 4 variables del modelo, tanto para el esmalte natural, como para las coronas de diferentes materiales restauradores, se siguieron los mismos procedimientos de mojado y escaneado descritos con anterioridad obteniendo 15 escaneados para cada subgrupo de humedad. Como se ha mencionado anteriormente, después del registro con el escáner intraoral se utilizó el escáner extraoral L2 Scanner (Imetric 4D®, Sàrl, Switzerland) para poder generar un modelo maestro para cada grupo.



Figura 63:
Vídeo demostrativo
del proceso de
pulverización.

5.6. GRUPOS FINALES DE ESTUDIO

En total se recopilaron 840 escaneados de estudio y 14 escaneados maestros (figura 64).

Figura 64:

Totalidad de los grupos con subgrupos de humedad.

Material	Grupo	Subgrupo de humedad
ESMALTE	E ESMALTE	Seco
		Humedad baja
		Humedad media
		Humedad alta
	EA ESMALTE ARENADO	Seco
		Humedad baja
		Humedad media
		Humedad alta
	ZH ÓXIDO DE CIRCONIO HT	Seco
		Humedad baja
		Humedad media
		Humedad alta
ÓXIDO DE CIRCONIO	ZHA ÓXIDO DE CIRCONIO HT ARENADO	Seco
		Humedad baja
		Humedad media
		Humedad alta
	ZL ÓXIDO DE CIRCONIO LT	Seco
		Humedad baja
		Humedad media
		Humedad alta
	ZLA ÓXIDO DE CIRCONIO LT ARENADO	Seco
		Humedad baja
		Humedad media
		Humedad alta

DISILICATO DE LITIO	DH DISILICATO DE LITIO HT	Seco
		Humedad baja
		Humedad media
		Humedad alta
	DHA DISILICATO DE LITIO HT ARENADO	Seco
		Humedad baja
		Humedad media
		Humedad alta
	DL DISILICATO DE LITIO LT	Seco
		Humedad baja
		Humedad media
		Humedad alta
	DLA DISILICATO DE LITIO LT ARENADO	Seco
		Humedad baja
		Humedad media
		Humedad alta
MATERIAL HÍBRIDO	HH HÍBRIDO HT	Seco
		Humedad baja
		Humedad media
		Humedad alta
	HHA HÍBRIDO HT ARENADO	Seco
		Humedad baja
		Humedad media
		Humedad alta
	HL HÍBRIDO LT	Seco
		Humedad baja
		Humedad media
		Humedad alta
	HLA HÍBRIDO LT ARENADO	Seco
		Humedad baja
		Humedad media
		Humedad alta

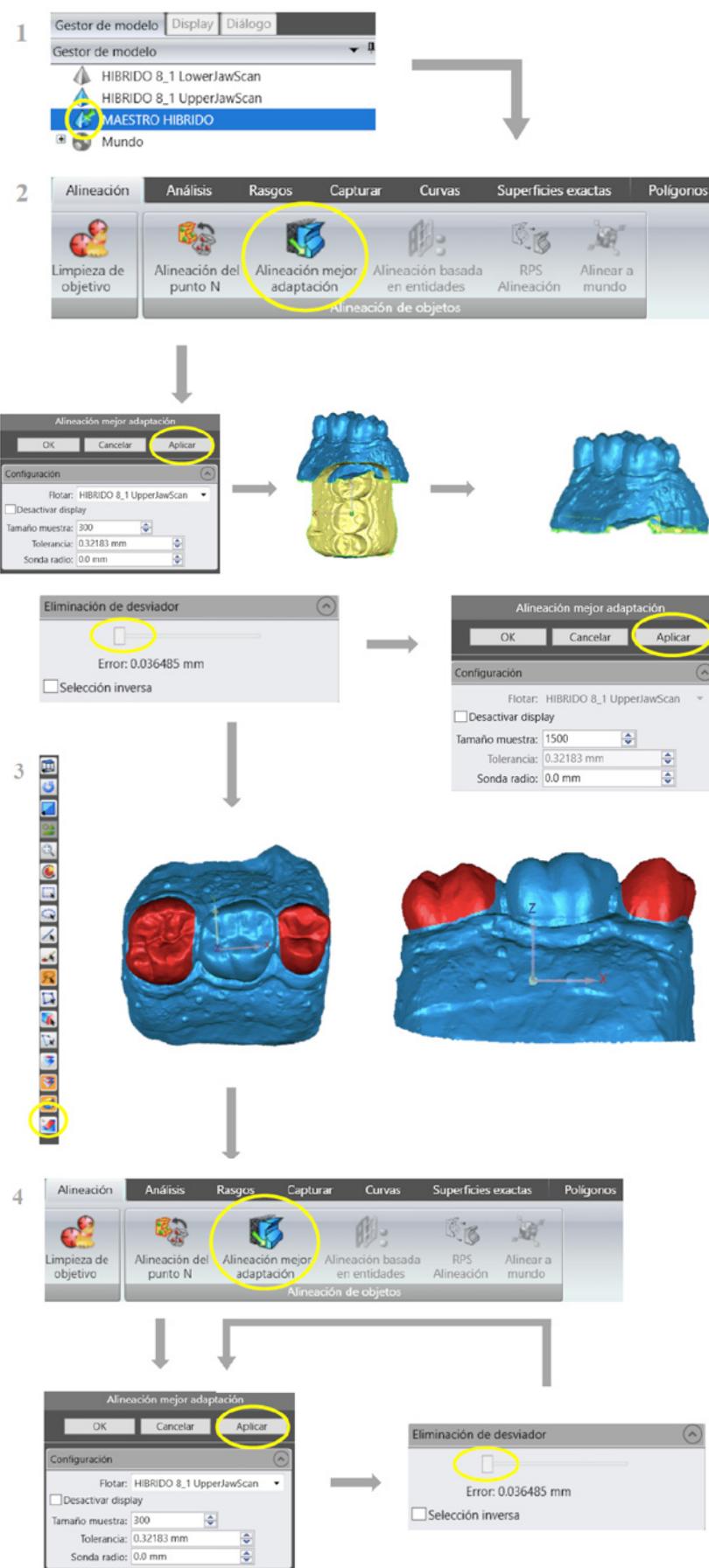
5.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS STL

Una vez obtenidos los archivos STL tanto de los escaneados intraorales como de los extraorales, se empleó el software de ingeniería inversa Geomagic Wrap 2021 y Geomagic Control (Geomagic Verify med™, Geomagic, Marrsville, USA) para procesar los datos (figura 65). Los modelos digitales se agruparon en grupos de 15 junto con su modelo maestro correspondiente.



Figura 65:
Programa Geomagic Wrap 2021® (Geomagic Verify med™, Geomagic, Marrsville, USA).

Para alinear los modelos en cada grupo, se utilizó el algoritmo *Best-fit* de Geomagic Wrap 2021 (Geomagic Verify med™, Geomagic, Marrsville, USA). En primer lugar, se fijó el escaneado maestro como referencia para alinear cada escaneado intraoral y se llevó a cabo un primer alineado, ajustando un error <1. A continuación, se seleccionaron las coronas del premolar y el segundo molar de cada modelo, siendo estos elementos invariables en todos los escaneados. Posteriormente se realizó un segundo alineado, ajustando un error <1. Dicha alineación se llevó a cabo siguiendo el mismo procedimiento que en la primera ocasión (figuras 66 y 67).

**Figura 66:**

Secuencia de alineación de los escaneados intraorales al escaneado maestro.

**Figura 67:**

Vídeo tutorial de la alineación de los escaneados intraorales al escaneado maestro.

El siguiente paso fue la preparación del modelo maestro para las superposiciones recortando el modelo y así aislar la corona central ya que esta es la única parte del modelo que se sometió a las condiciones del estudio. Para preparar la corona maestra, se usó la herramienta de curva del sistema para crear una curva libre a una distancia aproximada de 1 mm del margen gingival. Esto se hizo para reducir los errores que podrían surgir del surco gingival y de la línea de terminación. Se usó la función de dibujo de curvas y así obtener una curva cerrada. Esta curva se registró como un objeto independiente o curva libre y se usó para recortar el escaneo maestro con la herramienta de polígonos y recorte con curva (figura 68 y 69).

Figura 68:
Secuencia de dibujar curva + convertir en curva libre.

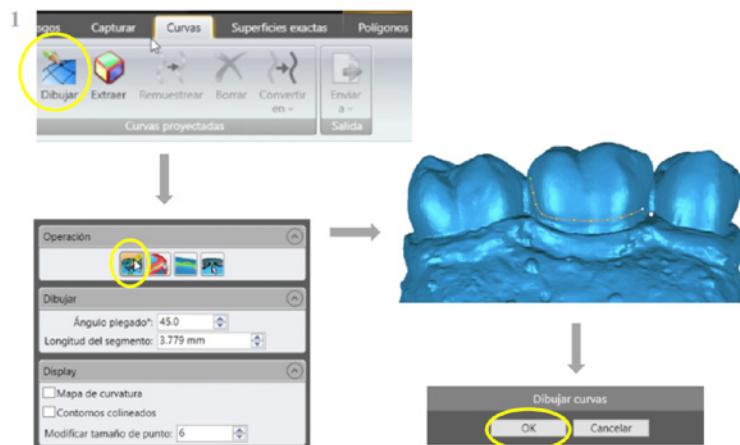
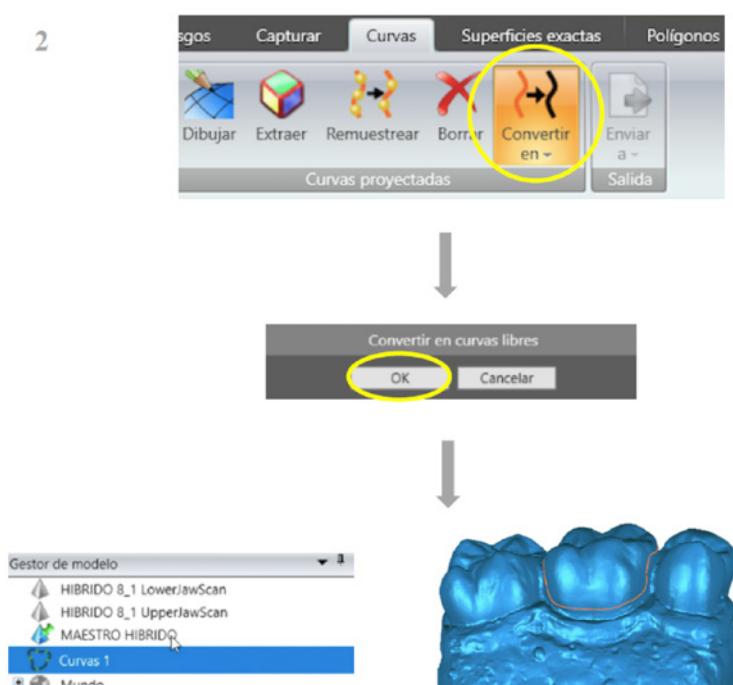


Figura 69:
Vídeo tutorial de dibujar curva + convertir en curva libre.



A continuación, se llevó a cabo el recorte de las coronas de los demás escaneados utilizando la misma curva, empleando la función de recorte con curvas. Se generó una curva específica para cada grupo y su correspondiente escaneado maestro, sin embargo, todos los escaneados de estudio de los subgrupos se recortaron utilizando la misma curva que su escaneado maestro.

Como resultado, se obtuvieron 14 curvas disponibles, una para cada escaneado maestro y el recorte correspondiente de los escaneados del estudio de ese grupo (figuras 70 y 71).

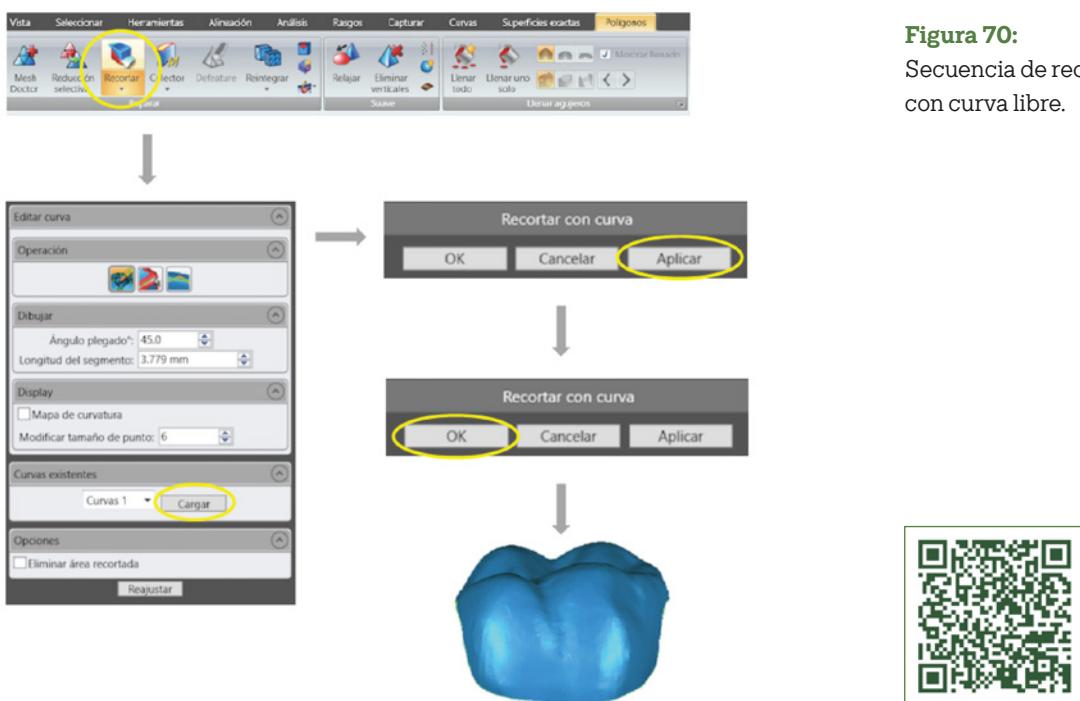


Figura 70:
Secuencia de recorte con curva libre.

Figura 71:
vídeo tutorial de recortar modelos con curva libre.

El siguiente paso fue el de utilizar una herramienta disponible de análisis de desviación para poder comparar las coronas de los modelos de estudio con la corona del modelo maestro. Cada corona se comparó individualmente y se registraron las discrepancias positivas y negativas. Estas discrepancias se mostraron en un mapa de color, con el azul representando las discrepancias negativas y el rojo representando las discrepancias positivas.

Para ajustar la superposición, se utilizó un rango de color de 21 segmentos, con valores máximos y mínimos nominales establecidos en 0,01mm y -0,01 mm, respectivamente. Además, el valor máximo crítico

fue de 0,1 mm y el valor mínimo crítico fue de – 0,1 mm. Se puede observar el resultado de este análisis en las figuras 72 y 73.

Figura 72:
Secuencia de análisis de la desviación.

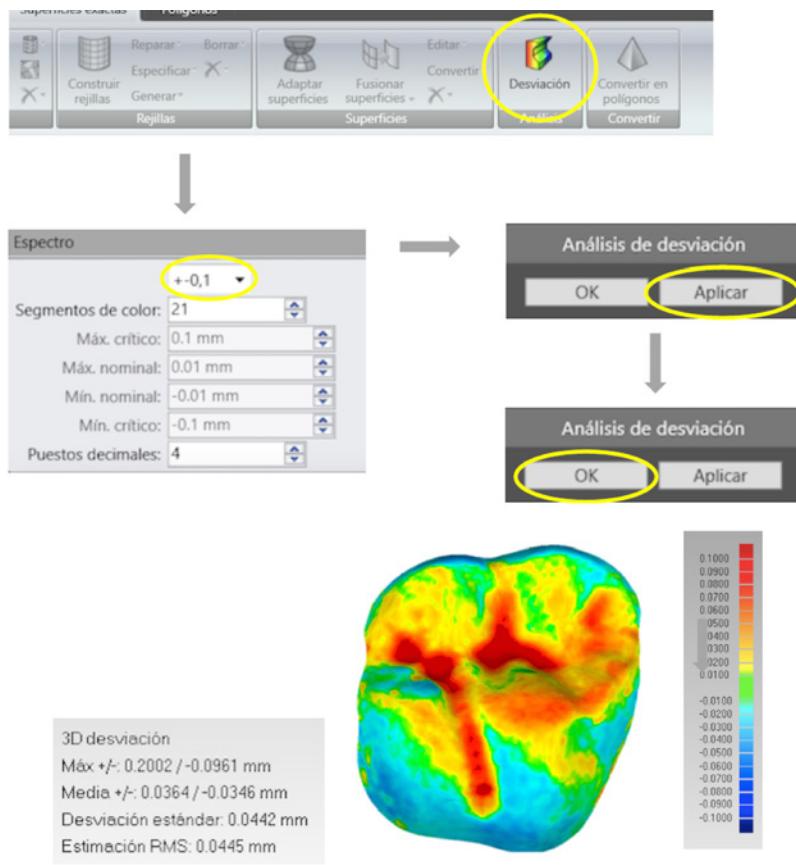


Figura 73:
Vídeo tutorial del análisis de la desviación.

Después de superponer los escaneados de las coronas de estudio a la corona maestra del mismo grupo utilizando el programa Geomagic Control 2021 (Geomagic Verify med™, Geomagic, Morrisville, USA), se aplicó un algoritmo de desviación 3D que produjo cuatro valores importantes.

El primero de ellos fue la estimación RMS, que representa la discrepancia media absoluta. Se obtuvo la desviación estándar de los valores RMS, la discrepancia máxima, que se compone de un mínimo (la distancia máxima en mm entre el STL del escaneado de estudio y el del escaneado maestro, observando la parte de la malla que está por dentro del escaneado de estudio), y un máximo (la distancia máxima en mm entre el STL del escaneado de estudio y el del escaneado maestro, observando la parte de la malla que está por fuera del escaneado de estudio), y la discrepancia promedio, que es la media entre el punto más alejado por fuera del escaneado maestro y por dentro del escaneado maestro.

Además, se midió la variación de la desviación estándar y se obtuvieron los valores promedio (+) y promedio (-), que son la distancia media de los puntos del modelo de estudio que está por fuera y por dentro del modelo maestro, respectivamente.

Estos valores se utilizaron para comparar los escaneados de las coronas de estudio con respecto a los escaneados maestros de su mismo grupo, y se representaron en la sección de resultados. Los valores de mayor relevancia fueron el RMS, que representa el error cuadrático en la superposición y proporciona información sobre la exactitud, y la desviación estándar del RMS, que indica la precisión de los escaneados.

5.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los escaneados se superpusieron al modelo de referencia (obtenido tras el escaneado del mismo por el escáner extraoral L2 Scanner (Imetric 4D®, Sàrl, Switzerland) y se obtuvieron las distancias entre ambas coronas superpuestas. Sobre estas distancias se midieron una serie de parámetros entre los que el RMS fue la variable principal a tener en cuenta pues representaba el error medio cuadrático en la superposición, indicativo de la exactitud o veracidad de nuestros escaneados. A menor RMS, mayor fue la exactitud del escaneado.

Por otro lado, la desviación estándar de los RMS medida la variabilidad o precisión de nuestros escaneados.

El **análisis descriptivo** proporcionaba los datos estadísticos más relevantes para las dimensiones de estudio: la media, la desviación estándar, el mínimo, el máximo, la mediana y los percentiles 25 y 75. Todos los datos se expresaron en milímetros.

Mediante el test de Kolmogorov-Smirnov se comprobó el ajuste a distribución normal de la variable RMS con una desviación global de la misma por cuestiones de asimetría. Como se disponía de un tamaño muestral de 60 casos por grupo y 210 por subgrupo de humedad, el enfoque del análisis fue de tipo paramétrico.

El **análisis inferencial** consistió en la aplicación de modelos ANOVA:

- unifactorial (one-way) para evaluar el efecto del material (4 grupos base) en el RMS. Se utilizaron pruebas post hoc de Bonferroni para comparar específicamente entre pares de grupos. La prueba de Levene fue empleada para valorar la homogeneidad de la desviación estándar del RMS en los grupos. También se utilizó este modelo para ver el impacto de la humedad en cada uno de los 14 grupos individuales.
- dos factores (two-way) para evaluar el efecto del material y translucidez
- tres factores (three-way) para evaluar el efecto del material, translucidez y rugosidad.

El **nivel de significatividad** empleado en los análisis fue del 5% ($\alpha=0,05$).

Se estimó que 15 mediciones por nivel de humedad para un determinado grupo serían suficientes para que valores medios de RMS diferentes en un 10% fueran detectados como estadísticamente significativos con una potencia del 75,3% y asumiendo confianza del 95%. Se ha aceptado una $SD=0,002$ (desviación estándar) a partir de los datos en seco del esmalte. ■

6

RESULTADOS:

Una vez detallada la metodología llevada a cabo para la obtención de nuestros resultados, pasaremos a exponer los mismos. El objetivo fundamental de este estudio *in vitro* consistió en evaluar el impacto de la humedad, rugosidad superficial y translucidez de diferentes materiales restauradores en la precisión y exactitud de escaneados intraorales. En el desarrollo de este apartado hablaremos de los diferentes grupos atendiendo a sus siglas como se ha explicado anteriormente en el apartado material y métodos.

6.1 COMPARACIÓN DE LOS 4 MATERIALES PRINCIPALES

El análisis comenzó con la comparación de E, ZL, DL y HL sin atender a los parámetros de rugosidad o humedad. La tabla 1 muestra el análisis descriptivo de los resultados en relación con el parámetro fundamental, el RMS con sus valores promedio (que indican la exactitud) y sus correspondientes valores de desviaciones estándar (que hacen referencia a la precisión).

Tabla 1:

Análisis de los parámetros estadísticos del RMS obtenidos de las superposiciones según grupos de referencia E, ZL, DL, HL.

		GRUPO				
		Total	E	ZL	DL	HL
RMS	N	240	60	60	60	60
	Media	,0395	,0349	,0425	,0417	,0391
	Desviación típica	,0139	,0178	,0151	,0102	,0097
	Mínimo	,0190	,0190	,0245	,0242	,0288
	Máximo	,0832	,0734	,0832	,0669	,0764
	Percentil 25	,0314	,0221	,0340	,0338	,0339
	Mediana	,0362	,0257	,0373	,0397	,0361
	Percentil 75	,0459	,0453	,0462	,0481	,0408

	E	ZL	DL	HL	p-valor
Media RMS	0,0349	0,0425	0,0417	0,0391	0,011* (F)
IC 95%	0,0303 – 0,0395	0,03856 – 0,0463	0,0391 – 0,0443	0,0366 – 0,0416	
SD RMS	0,0178	0,0151	0,0102	0,0097	<0,001*** (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio					
E					
ZL	0,015*				
DL	0,038*	1,000			
HL	0,540	1,000	1,000		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD					
E					
ZL	0,426				
DL	<0,001***	0,348			
HL	<0,001***	0,018*	0,534		

Tabla 2:

Exactitud y precisión según Grupo: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre grupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Para E, el RMS medio se cifró en $0,0349 \pm 0,0178$ mm. El intervalo de confianza al 95% para esa diferencia media fue de 0,0303 - 0,0395.

El RMS medio de ZL fue de $0,0425 \pm 0,0151$. El intervalo de confianza en este caso también fue del 95% para esa diferencia media resultando de 0,03856 – 0,0463. En el caso de DL, el RMS medio fue de $0,0417 \pm 0,0102$ y la diferencia media de 0,0391 – 0,0443 para el mismo intervalo de confianza. Por último, HL ofreció valores de RMS medios de $0,0391 \pm 0,0097$ y su diferencia media se cifró en 0,0366 – 0,0416.

Al realizar las pruebas múltiples de Bonferroni para analizar el valor RMS promedio, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los 4 grupos ($p=0,011$, test F), resultando que la exactitud del escaneado intraoral de ZL y DL fue significativamente peor que la exactitud del escaneado de E (tabla 2).

De este modo, E resultó ser el más exacto seguido de HL y DL. El material menos exacto fue ZL (tabla 3).

Tabla 3:

Tabla resumen de la exactitud, de mayor a menor. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

	RMS MEDIO
E	0,0349 ^a
HL	0,0391 ^{ab}
DL	0,0417 ^b
ZL	0,0425 ^b

Respecto a la precisión, la prueba de Levene concluyó que hay heterogeneidad en las varianzas de los 4 grupos ($p<0,001$) resultando que el escaneado intraoral de HL fue más preciso que el de E, de ZL y el de DL (tabla 2).

Pudimos ver diferencias estadísticamente significativas en la precisión de los escaneados intraorales entre HL, ZL y E. También entre DL y E (tabla 4).

	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
HL	0,0097 ^a
DL	0,0102 ^{ab}
ZL	0,0151 ^{bc}
E	0,0178 ^c

Tabla 4:

Tabla resumen de la precisión, de mayor a menor. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

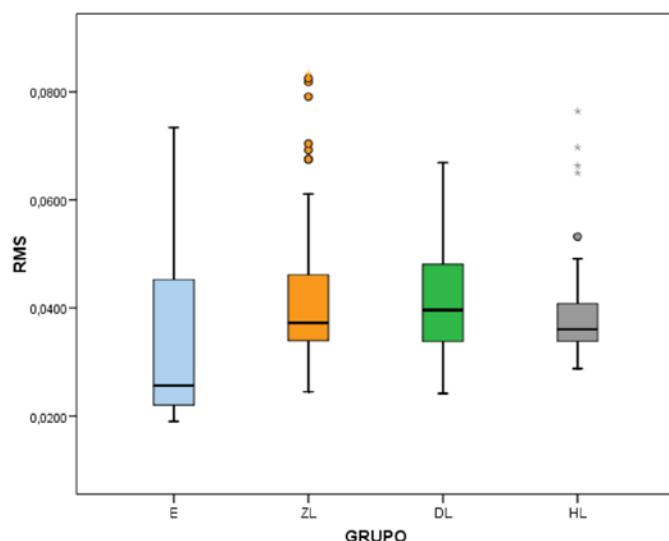


Diagrama 1:

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos E, ZL, DL, y HL.

6.2 EFECTO DE LA TRANSLUCIDEZ DEL MATERIAL RESTAURADOR

Para poder evaluar el efecto de la translucidez en la precisión y la exactitud de los escaneados intraorales se incorporaron al análisis los grupos ZH, DH y HH para compararlos a los previos ZL, DL y HL. La tabla 5 incluye los datos del esmalte E como referencia, pero no se va a tener en cuenta en el siguiente análisis.

		GRUPO							
		Total	E	ZH	ZL	DH	DL	HH	HL
RMS	N	420	60	60	60	60	60	60	60
	Media	,0393	,0349	,0332	,0425	,0292	,0417	,0543	,0391
	Desviación típica	,0148	,0178	,0159	,0151	,0044	,0102	,0117	,0097
	Mínimo	,0189	,0190	,0189	,0245	,0227	,0242	,0433	,0288
	Máximo	,0832	,0734	,0806	,0832	,0377	,0669	,0811	,0764
	Percentil 25	,0282	,0221	,0220	,0340	,0250	,0338	,0463	,0339
	Mediana	,0359	,0257	,0250	,0373	,0288	,0397	,0491	,0361
	Percentil 75	,0469	,0453	,0373	,0462	,0330	,0481	,0607	,0408

Tabla 5:

Análisis de los parámetros estadísticos del RMS obtenidos de las superposiciones según grupos E, ZH, ZL, DH, DL, HH, HL.

Tabla 6:

Exactitud según Material y Translucidez: resultados test F del modelo lineal general ANOVA de 2 vías para RMS medio.

	p-valor
Material	<0,001***
Translucidez	0,075
Material x Translucidez	<0,001***

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

La interacción (p<0,001 test f) indicó que el efecto de tener alta o baja translucidez influía en la exactitud de manera distinta según el material estudiado. Lo que podemos observar en el gráfico de líneas conectando medias de RMS (gráfico 1).

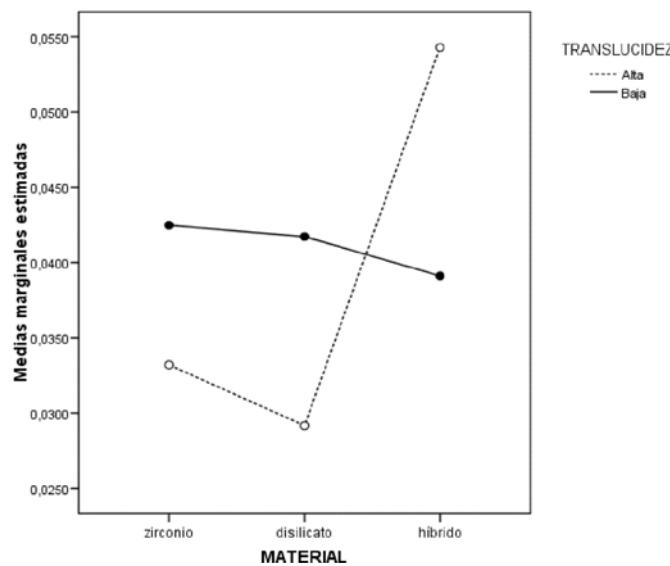


Gráfico1:
Gráfico muestra del efecto translucidez.

Tabla 7:
Exactitud y precisión según Grupo: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre grupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

Podemos deducir que con el óxido de circonio y el disilicato de litio se obtuvo una mayor exactitud en los escaneados intraorales en alta translucidez; pero sucedió lo contrario con el material híbrido nanocerámico como se deduce de la tabla 7.

	ZH	ZL	DH	DL	HH	HL	p-valor
Media RMS	0,0332	0,0425	0,0292	0,0417	0,0543	0,0391	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0291 – 0,0373	0,0386 – 0,0464	0,0280 – 0,0303	0,0391 – 0,0444	0,0513 – 0,0573	0,0366 – 0,0416	
SD RMS	0,0159	0,0151	0,0044	0,0102	0,0117	0,0097	<0,001*** (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio							
ZH							
ZL	<0,001***						
DH	0,933	<0,001***					
DL	0,001**	1,000	<0,001***				
HH	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***			
HL	0,096	1,000	<0,001***	1,000	<0,001***		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD							
ZH							
ZL	1,000						
DH	<0,001***	<0,001***					
DL	0,210	0,870	<0,001***				
HH	1,000	1,000	<0,001***	1,000			
HL	0,015*	0,045*	0,045*	1,000	0,255		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En el análisis comparativo entre los 6 grupos combinando material y grado de translucidez y aplicando el test F del modelo ANOVA del RMS medio se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=<0,001$) resultando que tanto los escaneados intraorales de ZH y DH fueron más exactos que los escaneados intraorales de esos mismos materiales de baja translucidez. Sin embargo, en el material híbrido ocurría lo contrario siendo el escaneado del material híbrido de baja translucidez significativamente más exacto que el de alta.

El material significativamente más exacto en los escaneos intraorales fue el DH (tabla 8).

	RMS MEDIO
DH	0,0292 ^a
ZH	0,0332 ^{ab}
HL	0,0391 ^{bc}
DL	0,0417 ^c
ZL	0,0425 ^c
HH	0,0543 ^d

Tabla 8:

Tabla resumen de la exactitud, de mayor a menor. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

En cuanto a la precisión, en el análisis de comparación múltiple de Bonferroni encontramos diferencias estadísticamente significativas intragrupo ($p=<0,001$) únicamente, en el caso del disilicato de litio siendo el escaneado intraoral de DH más preciso que el de DL.

En cuanto a los materiales de alta translucidez, el material que ofreció valores más precisos en los escaneados intraorales fue de nuevo el disilicato de litio.

Y cuando analizamos los materiales de baja translucidez solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el material híbrido y el óxido de circonio siendo el escaneado intraoral de este último más impreciso.

	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
DH	0,0044 ^a
HL	0,0097 ^b
DL	0,0102 ^{bcd}
HH	0,0117 ^{bcd}
ZL	0,0151 ^{cd}
ZH	0,0159 ^d

Tabla 9:

Tabla resumen de la precisión, de mayor a menor. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

Es importante reseñar que la comparación de RMS medio entre ZH y DH arrojó un p -valor = 0,933. Sin embargo, la misma comparación en la tabla 2 del apartado anterior resultó $p=0,614$. Esta diferencia tuvo lugar porque se compararon 6 grupos diferentes entre sí, mientras que antes sólo comparábamos 4. Por ello la aplicación del criterio de Bonferroni fue en este momento más estricta y proporcionó resultados más conservadores (p -valores más altos).

En resumen, dependiendo del objetivo, y por tanto del número de grupos implicados, los resultados variaron.

Todos los datos analizados se ven también reflejados en el diagrama 2.

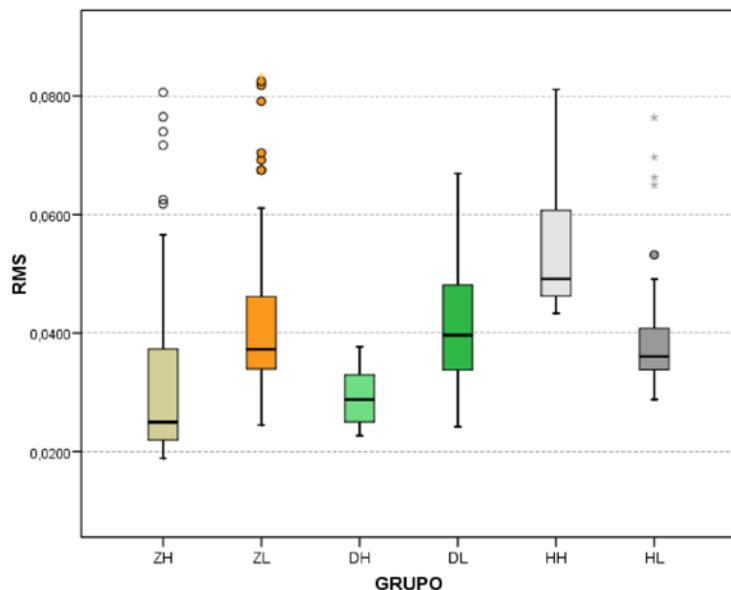
**Diagrama 2.**

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos ZH, ZL, DH, DL, HH y HL.

6.3 EFECTO DE LA RUGOSIDAD DEL MATERIAL RESTAURADOR

Se incorporaron ahora al análisis los grupos con presencia de rugosidad superficial EA, ZHA, ZLA, DHA, DLA, HH y HLA para compararlos a los previos en el estudio de la rugosidad (ver tabla 10).

		GRUPO														
		Total	E	EA	ZH	ZHA	ZL	ZLA	DH	DHA	DL	DLA	HH	HHA	HL	HLA
RMS	N	840	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	Media	,0390	,0349	,0279	,0332	,0314	,0425	,0404	,0292	,0307	,0417	,0441	,0543	,0493	,0391	,0479
	Desviación típica	,0176	,0178	,0177	,0159	,0198	,0151	,0257	,0044	,0058	,0102	,0219	,0117	,0170	,0097	,0134
	Mínimo	,0135	,0190	,0135	,0189	,0170	,0245	,0162	,0227	,0221	,0242	,0194	,0433	,0272	,0288	,0368
	Máximo	,1100	,0734	,0998	,0806	,0892	,0832	,1100	,0377	,0511	,0669	,0902	,0811	,0996	,0764	,0755
	Percentil 25	,0255	,0221	,0176	,0220	,0192	,0340	,0218	,0250	,0269	,0338	,0248	,0463	,0392	,0339	,0392
	Mediana	,0355	,0257	,0193	,0250	,0216	,0373	,0307	,0288	,0292	,0397	,0309	,0491	,0429	,0361	,0411
	Percentil 75	,0468	,0453	,0374	,0373	,0365	,0462	,0513	,0330	,0326	,0481	,0637	,0607	,0526	,0408	,0542

Tabla 10:

Análisis de los parámetros estadísticos del RMS obtenidos de las superposiciones según grupos E, EA, ZH, ZHA, ZL, ZLA, DH, DHA, DL, DLA, HH, HHA, HL y HLA.

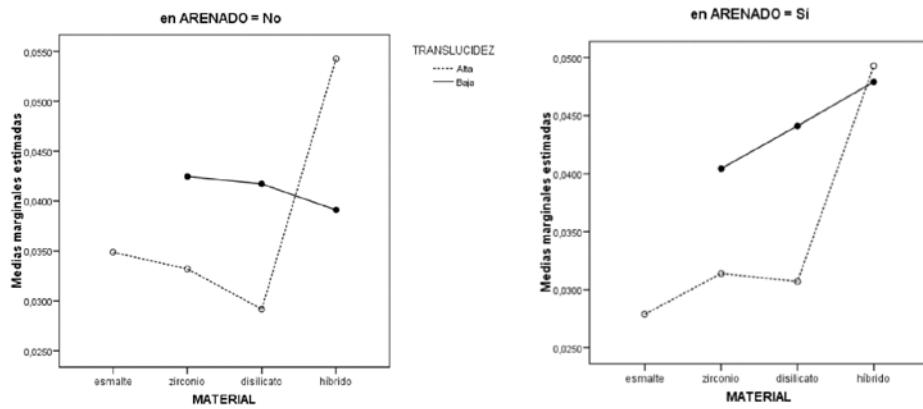
Tabla 11:

Exactitud según Material, Translucidez y Rugosidad: resultados test F del modelo lineal general ANOVA de 3 vías para RMS medio.

	p-valor
Material	<0,001***
Translucidez	<0,001***
Rugosidad	0,678
Material x Translucidez	<0,001***
Material x Rugosidad	0,185
Translucidez x Rugosidad	0,042*
Material x Translucidez x Rugosidad	0,026*

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Con la interacción triple ($p=0,026$) se interpretó que el efecto del grado de translucidez dependía del material y que esta dependencia tampoco era exactamente igual en modelos con presencia de rugosidad superficial.



Gráficos 2 Y 3:
Efecto translucidez + arenado.

Podemos observar que el grupo HH obtuvo los datos de mayor inexactitud en los escaneados intraorales respecto al resto de grupos. (tabla 12) Sin embargo, los grupos con presencia de rugosidad superficial (arenados) obtuvieron datos similares en cuanto a la exactitud de sus escaneados, siendo esta inferior a todos los grupos sin presencia de rugosidad superficial (no arenados). Esta es la diferencia más importante y una de las causas directas de la interacción previamente comentada. Podemos decir que la presencia de rugosidad superficial tiende a mejorar la exactitud de los escaneados intraorales, aunque depende del material analizado y no siempre va a haber diferencias significativas.

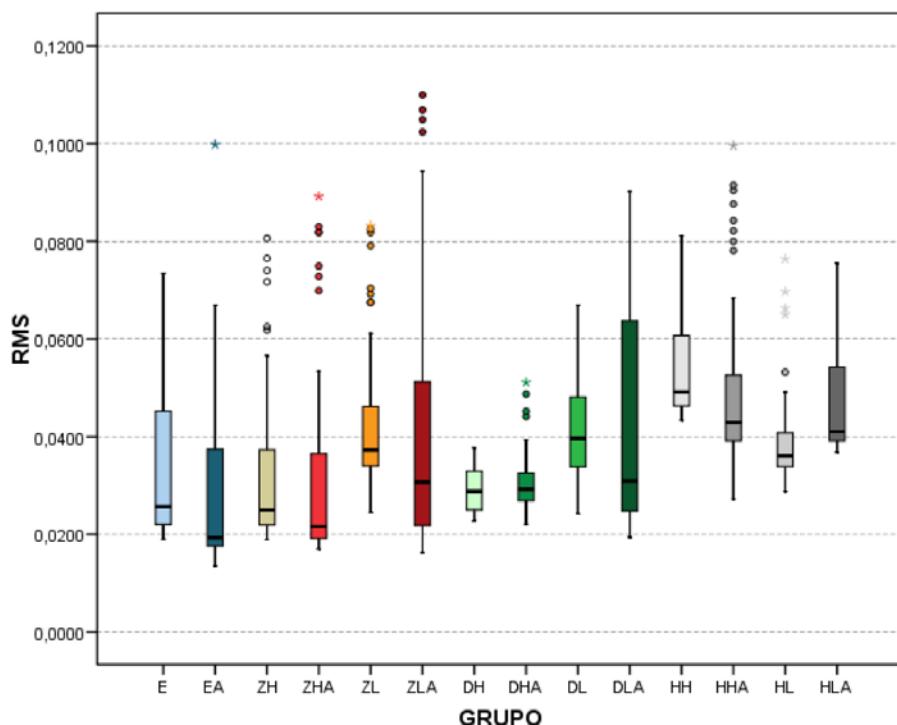


Diagrama 3:
Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos E, EA, ZH, ZHA, ZL, ZLA, DH, DHA, DL, DLA, HH, HHA, HL, HLA.

	E	EA	ZH	ZHA	ZL	ZLA	DH	DHA	DL	DLA	HH	HHA	HL	HLA	p-valor
Media RMS	0,0349	0,0279	0,0332	0,0314	0,0425	0,0404	0,0292	0,0307	0,0417	0,0441	0,0543	0,0493	0,0391	0,0479	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0303 - 0,0395	0,0233 - 0,0325	0,0291 - 0,0373	0,0263 - 0,0365	0,0386 - 0,0464	0,0338 - 0,0471	0,0280 - 0,0303	0,0292 - 0,0322	0,0391 - 0,0443	0,0385 - 0,0498	0,0513 - 0,0573	0,0449 - 0,0537	0,0366 - 0,0416	0,0444 - 0,0514	
SD RMS	0,0178	0,0177	0,0159	0,0196	0,0151	0,0257	0,0044	0,0058	0,0102	0,0219	0,0117	0,0170	0,0097	0,0134	<0,001*** (Lev)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio															
E															
EA	1,000														
ZH	1,000	1,000													
ZHA	1,000	1,000	1,000												
ZL	0,787	<0,001***	0,124	0,012*											
ZLA	1,000	0,001**	1,000	0,164	1,000										
DH	1,000	1,000	1,000	1,000	<0,001***	0,009**									
DHA	1,000	1,000	1,000	1,000	0,005**	0,071	1,000								
DL	1,000	<0,001***	0,294	0,033*	1,000	1,000	0,001**	0,013*							
DLA	0,129	<0,001***	0,015*	0,001**	1,000	1,000	<0,001***	<0,001***	1,000						
HH	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,004**	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,001**	0,041*					
HHA	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	0,205	<0,001***	<0,001***	0,819	1,000	1,000				
HL	1,000	0,010*	1,000	0,697	1,000	1,000	0,055	0,336	1,000	1,000	<0,001***	0,041*			
HLA	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	0,890	<0,001***	<0,001***	1,000	1,000	1,000	1,000	0,216		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD															
E															
EA	1,000														
ZH	1,000	1,000													
ZHA	1,000	1,000	1,000												
ZL	1,000	1,000	1,000	1,000											
ZLA	1,000	1,000	0,182	1,000	0,091										
DH	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***									
DHA	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000								
DL	<0,001***	0,182	1,000	<0,001***	1,000	<0,001***	<0,001***	<0,001***							
DLA	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,546	<0,001***	1,000	<0,001***	<0,001***							
HH	0,091	1,000	1,000	0,364	1,000	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	<0,001***					
HHA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,455	<0,001***	<0,001***	0,091	<0,001***	1,000				
HL	<0,001***	<0,001***	0,091	<0,001***	0,273	<0,001***	0,273	1,000	1,000	<0,001***	1,000	<0,001***			
HLA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	<0,001***	1,000	<0,001***			

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Tabla 12 (en la página opuesta):

Exactitud y precisión según Grupo: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre grupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

Tras el análisis de la tabla 12 podemos deducir que no se observaron diferencias de exactitud atribuibles a la presencia de rugosidad superficial ($p=1$).

Por otra parte, el grupo HH se expresó significativamente distinto respecto a la gran mayoría de otros grupos, siendo el grupo que desprendía valores más inexactos en los escaneados intraorales (caja más alta diagrama 3). HHA y HLA también presentaron numerosas diferencias debidas, de nuevo, a una mayor inexactitud de los escaneados respecto al resto (tabla 13).

	RMS MEDIO
EA	0,0279 ^a
DH	0,0292 ^{ab}
DHA	0,0307 ^{abc}
ZHA	0,0314 ^{abc}
ZH	0,0332 ^{abcd}
E	0,0349 ^{abcde}
HL	0,0391 ^{bcd}
ZLA	0,0404 ^{cdefg}
DL	0,0417 ^{defg}
ZL	0,0425 ^{defg}
DLA	0,0441 ^{efg}
HLA	0,0479 ^{fgh}
HHA	0,0493 ^{gh}
HH	0,0543 ^h

Tabla 13:

Tabla resumen de la exactitud, de mayor a menor. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

En cuanto a la precisión vemos los p-valores de las comparaciones entre cada grupo con presencia o no de rugosidad superficial (arenado y no arenado). La mayoría de las comparaciones no fueron estadísticamente significativas resultando que la presencia de rugosidad superficial no modificó la precisión de los escaneados intraorales. A excepción de DL vs. DLA y de HL vs. HLA donde la rugosidad superficial sí incrementó la imprecisión de los escaneados intraorales ($p<0,001$).

Por otro lado, los grupos DH, DHA y DLA, presentaron diferencias estadísticamente significativas con el resto de los otros grupos de materiales; resultando que los escaneados de los dos primeros fueron los más precisos del conjunto, mientras que los valores de los escaneados de DLA fueron los más imprecisos. ($p=<0,001$) (tabla 14).

	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
DH	0,0044 ^a
DHA	0,0058 ^a
HL	0,0097 ^{abcef}
DL	0,0102 ^{bcddefgh}
HH	0,0117 ^{cdefghij}
HLA	0,0134 ^{defghij}
ZL	0,0151 ^{efghijl}
ZH	0,0159 ^{fghijl}
HHA	0,0170 ^{ghijl}
EA	0,0177 ^{hijl}
E	0,0178 ^{ijl}
ZHA	0,0196 ^{ikl}
DLA	0,0219 ^{kl}
ZLA	0,0257 ^l

Tabla 14:

Tabla resumen de la precisión, de mayor a menor. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

6.4 EFECTO DE LA HUMEDAD

En los apartados anteriores todos los análisis se realizaron independientemente de la humedad, es decir, incluyendo todas las mediciones, ya fueran en seco, con humedad baja, media o alta. En este nuevo apartado la humedad pasó a ser un factor que se tuvo en cuenta.

			GRUPO															
			Total	E	EA	ZH	ZHA	ZL	ZLA	DH	DHA	DL	DLA	HH	HHA	HL	HLA	
Total	RMS		N	840	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
			Media	,0390	,0349	,0279	,0332	,0314	,0425	,0404	,0292	,0307	,0417	,0441	,0543	,0493	,0391	,0479
			Desviación típica	,0176	,0178	,0177	,0159	,0198	,0151	,0257	,0044	,0058	,0102	,0219	,0117	,0170	,0097	,0134
			Mínimo	,0135	,0190	,0135	,0189	,0170	,0245	,0162	,0227	,0221	,0242	,0194	,0433	,0272	,0288	,0368
			Máximo	,1100	,0734	,0998	,0806	,0892	,0832	,1100	,0377	,0511	,0669	,0902	,0811	,0996	,0764	,0755
			Percentil 25	,0255	,0221	,0176	,0220	,0192	,0340	,0218	,0250	,0269	,0338	,0248	,0463	,0392	,0339	,0392
			Mediana	,0355	,0257	,0193	,0250	,0216	,0373	,0307	,0288	,0292	,0397	,0309	,0491	,0429	,0361	,0411
			Percentil 75	,0468	,0453	,0374	,0373	,0365	,0462	,0513	,0330	,0326	,0481	,0637	,0607	,0526	,0408	,0542
seco	RMS		N	210	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
			Media	,0297	,0220	,0206	,0215	,0195	,0337	,0222	,0245	,0261	,0371	,0260	,0460	,0410	,0361	,0398
			Desviación típica	,0093	,0020	,0055	,0017	,0017	,0051	,0045	,0012	,0020	,0061	,0039	,0017	,0068	,0013	,0015
			Mínimo	,0162	,0190	,0168	,0189	,0176	,0245	,0162	,0231	,0221	,0281	,0219	,0437	,0317	,0328	,0368
			Máximo	,0572	,0265	,0386	,0247	,0235	,0419	,0300	,0268	,0299	,0482	,0343	,0500	,0572	,0378	,0422
			Percentil 25	,0220	,0206	,0182	,0202	,0178	,0294	,0174	,0235	,0247	,0320	,0227	,0449	,0365	,0355	,0385
			Mediana	,0267	,0220	,0190	,0215	,0192	,0339	,0220	,0240	,0263	,0358	,0246	,0459	,0406	,0361	,0398
			Percentil 75	,0376	,0231	,0201	,0228	,0206	,0374	,0253	,0251	,0274	,0442	,0302	,0466	,0433	,0374	,0413
SUBGRUPO	baja	RMS	N	210	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
			Media	,0308	,0226	,0204	,0228	,0193	,0355	,0272	,0268	,0294	,0374	,0251	,0470	,0420	,0343	,0413
			Desviación típica	,0097	,0022	,0032	,0014	,0016	,0064	,0073	,0020	,0030	,0089	,0036	,0023	,0093	,0017	,0023
			Mínimo	,0164	,0191	,0175	,0209	,0170	,0248	,0164	,0227	,0250	,0242	,0194	,0433	,0272	,0319	,0374
			Máximo	,0603	,0282	,0283	,0252	,0223	,0499	,0385	,0295	,0356	,0514	,0310	,0516	,0603	,0375	,0448
			Percentil 25	,0226	,0212	,0181	,0216	,0181	,0312	,0208	,0249	,0267	,0326	,0228	,0460	,0378	,0328	,0399
			Mediana	,0289	,0222	,0196	,0227	,0187	,0340	,0275	,0272	,0294	,0375	,0250	,0470	,0420	,0343	,0403
			Percentil 75	,0378	,0236	,0218	,0241	,0204	,0394	,0341	,0288	,0300	,0448	,0272	,0484	,0474	,0355	,0434
media	RMS		N	210	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
			Media	,0376	,0337	,0161	,0323	,0323	,0389	,0351	,0333	,0295	,0440	,0599	,0508	,0458	,0343	,0400
			Desviación típica	,0135	,0078	,0018	,0047	,0098	,0095	,0126	,0024	,0020	,0131	,0213	,0023	,0093	,0043	,0018
			Mínimo	,0135	,0248	,0135	,0234	,0200	,0282	,0180	,0285	,0266	,0250	,0250	,0475	,0324	,0288	,0373
			Máximo	,0902	,0504	,0198	,0387	,0497	,0675	,0585	,0365	,0334	,0669	,0902	,0565	,0684	,0438	,0431
			Percentil 25	,0290	,0259	,0149	,0275	,0244	,0341	,0218	,0321	,0280	,0332	,0362	,0493	,0397	,0314	,0388
			Mediana	,0354	,0336	,0160	,0336	,0333	,0371	,0332	,0332	,0287	,0388	,0633	,0500	,0424	,0330	,0400
			Percentil 75	,0431	,0373	,0177	,0368	,0395	,0395	,0464	,0353	,0315	,0595	,0815	,0523	,0519	,0371	,0415
alta	RMS		N	210	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
			Media	,0581	,0613	,0544	,0562	,0545	,0618	,0772	,0322	,0378	,0484	,0654	,0733	,0683	,0517	,0706
			Desviación típica	,0188	,0132	,0162	,0146	,0260	,0161	,0229	,0035	,0067	,0074	,0065	,0054	,0217	,0119	,0032
			Mínimo	,0213	,0271	,0370	,0364	,0213	,0348	,0501	,0258	,0281	,0356	,0567	,0650	,0350	,0380	,0636
			Máximo	,1100	,0734	,0998	,0806	,0892	,0832	,1100	,0377	,0511	,0636	,0777	,0811	,0996	,0764	,0755
			Percentil 25	,0427	,0555	,0416	,0444	,0263	,0506	,0559	,0298	,0319	,0451	,0612	,0680	,0469	,0414	,0692
			Mediana	,0573	,0673	,0545	,0562	,0534	,0611	,0659	,0312	,0362	,0472	,0640	,0758	,0781	,0487	,0698
			Percentil 75	,0709	,0714	,0638	,0717	,0818	,0791	,1024	,0359	,0441	,0526	,0700	,0781	,0876	,0650	,0729

Tabla 15:

Análisis de los parámetros estadísticos del RMS obtenidos de las superposiciones según grupos E, EA, ZH, ZHA, ZL, ZLA, DH, DHA, DL, DLA, HH, HHA, HL y HLA. y subgrupo de humedad.

En el análisis se distinguieron dos tipos de comparaciones: las realizadas entre-grupos (para un mismo nivel de humedad) y las intra-grupo (efecto de la humedad dentro de cada grupo de material).

6.4.1 ANÁLISIS DE LOS VALORES DE PRECISIÓN Y EXACTITUD DE LOS MATERIALES EN LOS DIFERENTES GRUPOS DE HUMEDAD (COMPARACIONES ENTRE GRUPOS)

6.4.1.1 Análisis de los valores de precisión y exactitud de los materiales en ambiente de humedad cero (seco)

En primer lugar, analizaremos los valores de exactitud y precisión de los escaneados intraorales para todos los materiales estudiados en un ambiente seco.

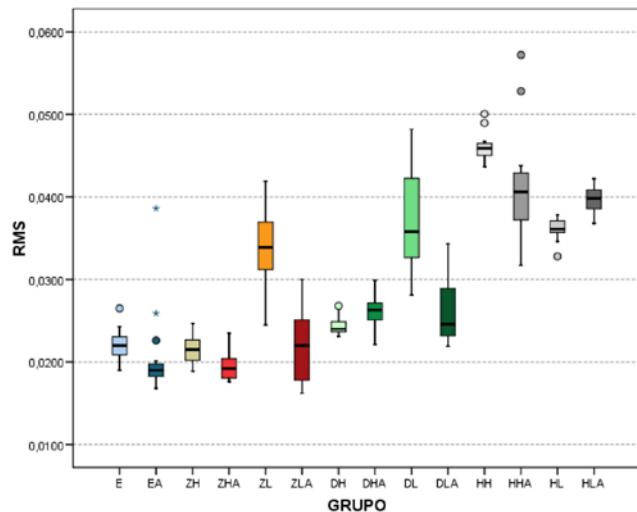


Diagrama 4:

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos E, EA, ZH, ZHA, ZL, ZLA, DH, DHA, DL, DLA, HH, HHA, HL, HLA en seco (humedad 0).

Tabla 16.:
Exactitud según Material, Translucidez y Rugosidad en SECO:
 resultados test F del modelo lineal general ANOVA de 3 vías para RMS medio.

	p-valor
Material	<0,001***
Translucidez	<0,001***
Rugosidad	<0,001***
Material x Translucidez	<0,001***
Material x Rugosidad	<0,001***
Translucidez x Rugosidad	<0,001***
Material x Translucidez x Rugosidad	<0,001***

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Los grupos fueron extremadamente distintos en condiciones de no humedad.

	E	EA	ZH	ZHA	ZL	ZLA	DH	DHA	DL	DLA	HH	HHA	HL	HLA	p-valor
Media RMS	0,0220	0,0206	0,0215	0,0195	0,0337	0,0222	0,0245	0,0261	0,0371	0,0260	0,0460	0,0410	0,0361	0,0398	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0209 - 0,0231	0,0176 - 0,0236	0,0206 - 0,0224	0,0185 - 0,0204	0,0309 - 0,0365	0,0197 - 0,0247	0,0238 - 0,0251	0,0250 - 0,0272	0,0337 - 0,0406	0,0238 - 0,0281	0,0451 - 0,0469	0,0373 - 0,0447	0,0354 - 0,0369	0,0389 - 0,0406	
SD RMS	0,0020	0,0206	0,0215	0,0195	0,0337	0,0222	0,0245	0,0261	0,0371	0,0260	0,0460	0,0410	0,0361	0,0398	<0,001*** (Lev)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio															
E															
EA	1,000														
ZH	1,000	1,000													
ZHA	1,000	1,000	1,000												
ZL	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***											
ZLA	1,000	1,000	1,000	1,000	<0,001***										
DH	1,000	0,480	1,000	0,028*	<0,001***	1,000									
DHA	0,251	0,007**	0,076	<0,001***	<0,001***	0,433	1,000								
DL	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	<0,001***	<0,001***	<0,001***							
DLA	0,357	0,011*	0,112	<0,001***	<0,001***	0,604	1,000	1,000	<0,001***						
HH	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***				
HHA	<0,001***	0,010*	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,414	<0,001***	0,029*			
HL	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	<0,001***	<0,001***	0,042*			
HLA	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,001**	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	<0,001***	0,001**	1,000	0,737		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD															
E															
EA	1,000														
ZH	1,000	1,000													
ZHA	1,000	1,000	1,000												
ZL	1,000	1,000	0,637	0,637											
ZLA	0,728	1,000	0,364	0,364	1,000										
DH	1,000	1,000	1,000	1,000	0,182	0,091									
DHA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,728	1,000								
DL	0,091	1,000	<0,001***	<0,001***	1,000	1,000	<0,001***	0,092							
DLA	0,819	1,000	0,364	0,364	1,000	1,000	<0,001***	0,819	1,000						
HH	1,000	1,000	1,000	1,000	0,455	0,273	1,000	1,000	<0,001***	0,182					
HHA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,455	1,000	1,000	1,000	1,000	0,819				
HL	1,000	1,000	1,000	1,000	0,182	0,182	1,000	1,000	<0,001***	0,182	1,000	0,455			
HLA	1,000	1,000	1,000	1,000	0,455	0,455	1,000	1,000	<0,001***	0,182	1,000	0,819	1,000		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En cuanto a la exactitud fue evidente que en los grupos ZL, DL y todos los híbridos (HH, HHA, HL, HLA) los resultados fueron significativamente más inexactos ($p=<0,001$, prueba F) que el resto (ver diagrama 4 de cajas con posiciones más elevadas y tabla 18) por lo que puede deducirse que presentaban valores de exactitud de escaneado peores. Por el contrario, los grupos E, EA, ZH y ZHA ofrecieron mejores valores de exactitud de escaneado.

Tabla 17:
Exactitud y precisión según Grupo en SECO:
 Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre grupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

	RMS MEDIO
ZHA	0,0195 ^a
EA	0,0206 ^{ab}
ZH	0,0215 ^{abc}
E	0,0220 ^{abc}
ZLA	0,0222 ^{abc}
DH	0,0245 ^{bc}
DLA	0,0260 ^c
DHA	0,0261 ^c
ZL	0,0337 ^d
HL	0,0361 ^{de}
DL	0,0371 ^{def}
HLA	0,0398 ^{ef}
HHA	0,0410 ^f
HH	0,0460 ^g

Tabla 18:

Tabla resumen de la exactitud, de mayor a menor. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

En cuanto a la precisión, DL destacó como el grupo que presentó valores significativamente menos precisos frente al resto que ofrecieron resultados relativamente parecidos. Los escaneados intraorales de DH en condiciones de humedad cero son los más precisos que los del resto de los grupos estudiados (tabla 19).

	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
DH	0,0012 ^a
HL	0,0013 ^a
HLA	0,0015 ^a
ZHA	0,0017 ^a
ZH	0,0017 ^a
HH	0,0017 ^a
E	0,0020 ^{ab}
DHA	0,0020 ^{ab}
DLA	0,0039 ^{ab}
ZLA	0,0045 ^{ab}
ZL	0,0051 ^{ab}
EA	0,0055 ^{ab}
DL	0,0061 ^b
HHA	0,0068 ^{ab}

Tabla 19:

Tabla resumen de la precisión, de mayor a menor. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

6.4.1.2 Análisis de los valores de precisión y exactitud de los materiales en ambiente de humedad baja(1ml/min)

Vamos ahora a analizar los valores de exactitud y precisión de los escaneados intraorales para todos los materiales estudiados en un ambiente de humedad baja.

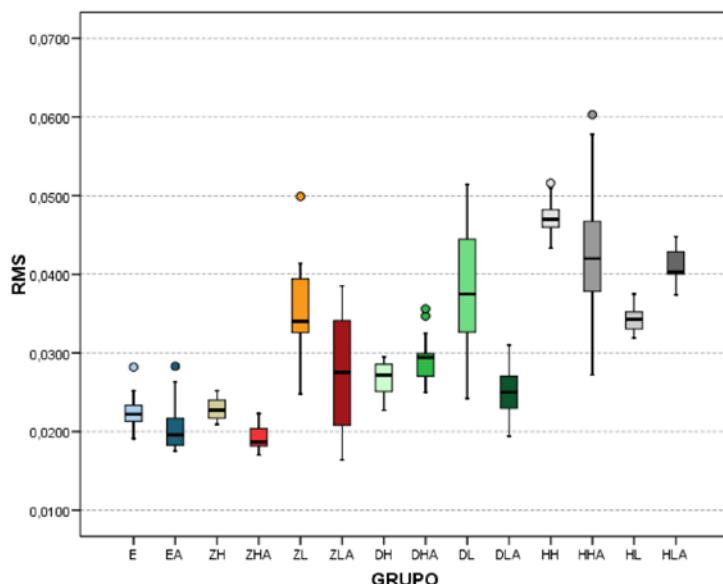


Diagrama 5:

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos E, EA, ZH, ZHA, ZL, ZLA, DH, DHA, DL, DLA, HH, HHA, HL, HLA (humedad baja).

	p-valor
Material	<0,001***
Translucidez	0,002**
Rugosidad	<0,001***
Material x Translucidez	<0,001***
Material x Rugosidad	0,001**
Translucidez x Rugosidad	0,077
Material x Translucidez x Rugosidad	<0,001***

Tabla 20:
Exactitud según Material, Translucidez y Rugosidad en Humedad BAJA:
 resultados test F del modelo lineal general ANOVA de 3 vías para RMS medio.

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Tras el análisis de las tablas (tabla 20) y del diagrama de cajas (diagrama 5), se puede deducir que como la situación de humedad cero, la exactitud en los escaneados intraorales de los grupos estudiados va a depender de la combinación simultánea de los 3 factores (material restaurador, translucidez y rugosidad superficial).

	E	EA	ZH	ZHA	ZL	ZLA	DH	DHA	DL	DLA	HH	HHA	HL	HLA	p-valor
Media RMS	0,0226	0,0204	0,0228	0,0193	0,0355	0,0272	0,0268	0,0294	0,0374	0,0251	0,0470	0,0420	0,0343	0,0413	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0213 - 0,0238	0,0187 - 0,0222	0,0220 - 0,0236	0,0184 - 0,0202	0,0319 - 0,0390	0,0232 - 0,0313	0,0257 - 0,0279	0,0277 - 0,0311	0,0325 - 0,0423	0,0231 - 0,0271	0,0457 - 0,0483	0,0369 - 0,0472	0,0333 - 0,0352	0,0399 - 0,0425	
SD RMS	0,0022	0,0032	0,0014	0,0016	0,0064	0,0073	0,0020	0,0030	0,0089	0,0036	0,0023	0,0093	0,0017	0,0023	<0,001*** (Lev)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio															
E															
EA	1,000														
ZH	1,000	1,000													
ZHA	1,000	1,000	1,000												
ZL	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***											
ZLA	0,712	0,012*	1,000	0,001**	<0,001***										
DH	1,000	0,032*	1,000	0,002**	<0,001***	1,000									
DHA	0,011*	<0,001***	0,020*	<0,001***	0,057	1,000	1,000								
DL	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	<0,001***	<0,001***	0,001**							
DLA	1,000	0,712	1,000	0,086	<0,001***	1,000	1,000	1,000	<0,001***						
HH	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***				
HHA	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,021*	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,812	<0,001***	0,418				
HL	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	0,007**	<0,001***	0,526	1,000	<0,001***	<0,001***	0,001**			
HLA	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,097	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	<0,001***	0,103	1,000	0,008**		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD															
E															
EA	1,000														
ZH	1,000	1,000													
ZHA	1,000	1,000	1,000												
ZL	0,637	1,000	0,182	0,273											
ZLA	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000										
DH	1,000	1,000	1,000	1,000	0,546	<0,001***									
DHA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	<0,001***	1,000								
DL	<0,001***	0,182	<0,001***	<0,001***	1,000	1,000	<0,001***	0,092							
DLA	1,000	1,000	0,637	0,364	1,000	0,092	1,000	0,819	0,364						
HH	1,000	1,000	1,000	1,000	0,728	<0,001***	1,000	1,000	<0,001***	1,000					
HHA	0,277	1,000	0,182	0,182	1,000	1,000	0,364	1,000	1,000	1,000	0,364				
HL	1,000	1,000	1,000	1,000	0,273	<0,001***	1,000	1,000	<0,001***	1,000	1,000	0,182			
HLA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	<0,001***	1,000	1,000	<0,001***	1,000	1,000	0,455	1,000		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Tras el análisis de la tabla 21 se puede interpretar que los grupos E, EA, ZH y ZHA fueron significativamente más exactos ($p<0,001$) frente al grupo de los híbridos en términos de escaneados intraorales para ese grado de humedad. Así pues, tanto el esmalte como el óxido de circonio de alta translucidez con presencia de rugosidad superficial o no, ofrecen escaneados intraorales más exactos que el resto de los grupos analizados (tabla 22).

Tabla 21 (en la página anterior):

Exactitud y precisión según Grupo en Humedad BAJA: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre grupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

	RMS MEDIO
ZHA	0,0193 ^a
EA	0,0204 ^a
E	0,0226 ^{ab}
ZH	0,0228 ^{ab}
DLA	0,0251 ^{abc}
ZLA	0,0272 ^{bc}
DH	0,0286 ^{bc}
DHA	0,0294 ^{cd}
HL	0,0343 ^{de}
ZL	0,0355 ^{def}
DL	0,0374 ^{efg}
HLA	0,0413 ^{fgh}
HHA	0,0420 ^{gh}
HH	0,0470 ^h

Tabla 22:

Tabla resumen de la exactitud, de mayor a menor. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

En cuanto a términos de precisión, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ZLA y DL y el resto ($p<0,001$), resultando ser los más imprecisos de la totalidad de los grupos. Siendo el material más impreciso HHA. ZH y ZHA fueron los materiales más precisos en este grado de humedad sin ofrecer sin embargo diferencias estadísticamente significativas con el resto (tabla 23).

	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
ZH	0,0014 ^a
ZHA	0,0016 ^a
HL	0,0017 ^a
DH	0,0020 ^a
E	0,0022 ^a
HLA	0,0023 ^a
HH	0,0023 ^a
DHA	0,0030 ^{ac}
EA	0,0032 ^{ac}
DLA	0,0036 ^{abc}
ZL	0,0064 ^{abc}
ZLA	0,0073 ^{bc}
DL	0,0089 ^c
HHA	0,0093 ^{abc}

Tabla 23:

Tabla resumen de la precisión, de mayor a menor. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

6.4.1.3 Análisis de los valores de precisión y exactitud de los materiales en ambiente de humedad media (4ml/min)

A continuación, se muestran los resultados estadísticos de los valores de exactitud y precisión de los escaneados intraorales para todos los materiales estudiados en un ambiente de humedad media.

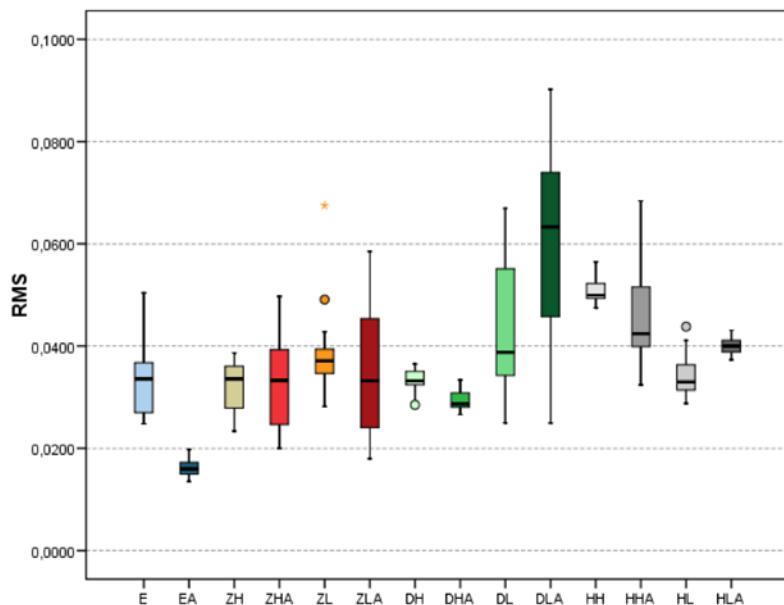


Diagrama 6:

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos E, EA, ZH, ZHA, ZL, ZLA, DH, DHA, DL, DLA, HH, HHA, HL, HLA (humedad media).

Tabla 24:
Exactitud según
Material, Translucidez
y Rugosidad en
Humedad MEDIA:
 resultados test F del
 modelo lineal general
 ANOVA de 3 vías para
 RMS medio.

	p-valor
Material	<0,001***
Translucidez	0,001**
Rugosidad	0,258
Material x Translucidez	<0,001***
Material x Rugosidad	<0,001***
Translucidez x Rugosidad	0,001**
Material x Translucidez x Rugosidad	<0,001***

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Según los resultados del test F, la exactitud de los grupos dependió de la combinación simultánea de los 3 factores (material restaurador, translucidez y rugosidad superficial) según se desprende de la tabla 24).

	E	EA	ZH	ZHA	ZL	ZLA	DH	DHA	DL	DLA	HH	HHA	HL	HLA	p-valor
Media RMS	0,0337	0,0161	0,0323	0,0323	0,0389	0,0351	0,0333	0,0295	0,0440	0,0599	0,0508	0,0458	0,0343	0,0400	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0293 - 0,0379	0,0151 - 0,0171	0,0296 - 0,0349	0,0269 - 0,0378	0,0336 - 0,0441	0,0281 - 0,0421	0,0319 - 0,0345	0,0284 - 0,0306	0,0367 - 0,0512	0,0481 - 0,0717	0,0495 - 0,0521	0,0406 - 0,0509	0,0319 - 0,0367	0,0390 - 0,0409	
SD RMS	0,0078	0,0018	0,0047	0,0098	0,0095	0,0126	0,0024	0,0020	0,0131	0,0213	0,0023	0,0093	0,0043	0,0018	<0,001*** (Lev)

Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio

	E	EA	ZH	ZHA	ZL	ZLA	DH	DHA	DL	DLA	HH	HHA	HL	HLA	
E															
EA	<0,001***														
ZH	1,000	<0,001***													
ZHA	1,000	<0,001***	1,000												
ZL	1,000	<0,001***	1,000	1,000											
ZLA	1,000	<0,001***	1,000	1,000	1,000										
DH	1,000	<0,001***	1,000	1,000	1,000	1,000									
DHA	1,000	<0,001***	1,000	1,000	0,542	1,000	1,000								
DL	0,225	<0,001***	0,056	0,060	1,000	0,802	0,152	0,002**							
DLA	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***					
HH	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,042*	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	0,641					
HHA	0,034*	<0,001***	0,007**	0,008**	1,000	0,148	0,022*	<0,001***	1,000	0,003**	1,000				
HL	1,000	<0,001***	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,409	<0,001***	<0,001***	0,068			
HLA	1,000	<0,001***	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	<0,001***	0,138	1,000	1,000		

Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD

	E	EA	ZH	ZHA	ZL	ZLA	DH	DHA	DL	DLA	HH	HHA	HL	HLA	
E															
EA	0,273														
ZH	1,000	0,092													
ZHA	1,000	<0,001***	0,327												
ZL	1,000	1,000	1,000	1,000											
ZLA	0,819	<0,001***	<0,001***	1,000	1,000										
DH	0,546	1,000	0,545	<0,001***	1,000	<0,001***									
DHA	0,364	1,000	0,182	<0,001***	1,000	<0,001***	1,000								
DL	1,000	<0,001***	<0,001***	1,000	1,000	1,000	<0,001***	<0,001***							
DLA	0,545	<0,001***	0,092	1,000	0,545	1,000	<0,001***	<0,001***	1,000						
HH	0,545	1,000	0,545	<0,001***	1,000	<0,001***	1,000	1,000	<0,001***	<0,001***					
HHA	1,000	<0,001***	1,000	1,000	1,000	1,000	0,092	<0,001***	1,000	1,000	0,092				
HL	1,000	0,545	1,000	0,182	1,000	<0,001***	1,000	1,000	<0,001***	0,192	1,000	1,000			
HLA	0,327	1,000	0,192	<0,001***	1,000	<0,001***	1,000	1,000	<0,001***	<0,001***	1,000	<0,001***	0,545		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Tabla 25 (arriba):

Exactitud y precisión según Grupo en Humedad MEDIA: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre grupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

Analizando cada material y aplicando el test de ANOVA, EA resultó ser el grupo que ofrecía escaneados intraorales más exactos con $p<0,001$, es decir con diferencias estadísticamente significativas frente a DLA y HH. Estos grupos fueron los más inexactos de todos los grupos estudiados, ofreciendo diferencias estadísticamente significativas ($p<0,001$) (tablas 25,26 y diagrama 6).

	RMS MEDIO
EA	0,0161 ^a
DHA	0,0295 ^b
ZH	0,0323 ^{bc}
ZHA	0,0323 ^{bc}
DH	0,0333 ^{bc}
E	0,0337 ^{bc}
HL	0,0343 ^{bcd}
ZLA	0,0351 ^{bcd}
ZL	0,0389 ^{bcd}
HLA	0,0400 ^{bcd}
DL	0,0440 ^{cde}
HHA	0,0458 ^{de}
HH	0,0508 ^{ef}
DLA	0,0599 ^f

Tabla 26:

Tabla resumen de la exactitud, de mayor a menor. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

En cuanto a la precisión y según el análisis de comparación múltiple de Bonferroni, EA, DH, DHA, HH y HLA se comportaron de forma muy precisa lo que significó que sus escaneados intraorales fueron los más precisos de todos los grupos. En el extremo opuesto aparecieron ZLA, DL, DLA que brindaron los peores valores con diferencias estadísticamente significativas respecto a los demás grupos estudiados ($p<0,001$) como vemos en la tabla 27.

	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
EA	0,0018 ^a
HLA	0,0018 ^a
DHA	0,0020 ^a
HH	0,0023 ^{ab}
DH	0,0024 ^{ab}
HL	0,0043 ^{abcde}
ZH	0,0047 ^{abcde}
E	0,0078 ^{abcde}
HHA	0,0093 ^{bcd e}
ZL	0,0095 ^{abcde}
ZHA	0,0098 ^{cde}
ZLA	0,0126 ^{d e}
DL	0,0131 ^{d e}
DLA	0,0213 ^e

Tabla 27:

Tabla resumen de la precisión, de mayor a menor. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

6.4.1.4 Análisis de los valores de precisión y exactitud de los materiales en ambiente de humedad alta (8ml/min)

A continuación, se muestran los resultados estadísticos generados de los valores de exactitud y precisión de los escaneados intraorales para todos los materiales estudiados en un ambiente de humedad alta.

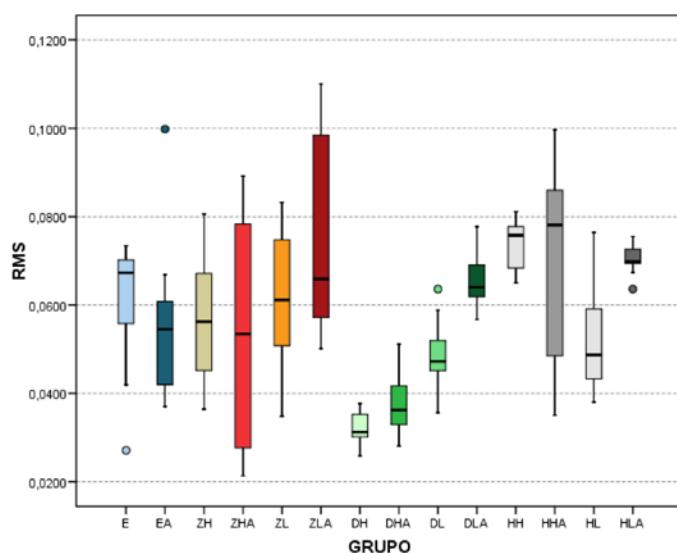
**Diagrama 7:**

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos E, EA, ZH, ZHA, ZL, ZLA, DH, DHA, DL, DLA, HH, HHA, HL, HLA (humedad alta).

	p-valor
Material	<0,001***
Translucidez	<0,001***
Rugosidad	0,001**
Material x Translucidez	<0,001***
Material x Rugosidad	0,555
Translucidez x Rugosidad	<0,001***
Material x Translucidez x Rugosidad	0,496

Tabla 28:
Exactitud según
Material, Translucidez
y Rugosidad en
Humedad ALTA:
 resultados test F del
 modelo lineal general
 ANOVA de 3 vías para
 RMS medio.

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Una vez más, la exactitud de los grupos dependió de la combinación simultánea de los 3 factores (material restaurador, translucidez y rugosidad superficial) teniendo que investigar todas las comparaciones múltiples entre pares de grupos.

	E	EA	ZH	ZHA	ZL	ZLA	DH	DHA	DL	DLA	HH	HHA	HL	HLA	p-valor
Media RMS	0,0613	0,0544	0,0562	0,0545	0,0618	0,0772	0,0322	0,0378	0,0484	0,0654	0,0733	0,0683	0,0517	0,0706	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0539 - 0,0685	0,0454 - 0,0633	0,0481 - 0,0642	0,0401 - 0,0688	0,0529 - 0,0707	0,0645 - 0,0898	0,0302 - 0,0341	0,0340 - 0,0414	0,0443 - 0,0525	0,0618 - 0,0690	0,0703 - 0,0763	0,0563 - 0,0803	0,0451 - 0,0583	0,0688 - 0,0723	
SD RMS	0,0132	0,0162	0,0146	0,0260	0,0161	0,0229	0,0035	0,0067	0,0074	0,0065	0,0054	0,0217	0,0119	0,0032	<0,001*** (Lev)

Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio

	E	EA	ZH	ZHA	ZL	ZLA	DH	DHA	DL	DLA	HH	HHA	HL	HLA	
E															
EA	1,000														
ZH	1,000	1,000													
ZHA	1,000	1,000	1,000												
ZL	1,000	1,000	1,000	1,000											
ZLA	0,260	0,002**	0,009**	0,002**	0,361										
DH	<0,001***	0,003**	0,001**	0,003**	<0,001***	<0,001***									
DHA	<0,001***	0,168	0,053	0,155	<0,001***	<0,001***	1,000								
DL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	<0,001***	0,207	1,000							
DLA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	<0,001***	<0,001***	0,134						
HH	1,000	0,037*	0,122	0,041*	1,000	1,000	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000					
HHA	1,000	0,803	1,000	0,859	1,000	1,000	0,022*	<0,001***	0,020*	1,000	1,000				
HL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	<0,001***	0,024*	0,786	1,000	1,000	<0,001***	0,172			
HLA	1,000	0,216	0,615	0,2333	1,000	1,000	<0,001***	<0,001***	0,004**	1,000	1,000	1,000	0,039*		

Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD

	E	EA	ZH	ZHA	ZL	ZLA	DH	DHA	DL	DLA	HH	HHA	HL	HLA	
E															
EA	1,000														
ZH	1,000	1,000													
ZHA	0,192	0,673	0,327												
ZL	1,000	1,000	1,000	1,000											
ZLA	<0,001***	0,727	0,182	1,000	1,000										
DH	1,000	0,545	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***								
DHA	1,000	1,000	0,365	<0,001***	0,182	<0,001***	1,000								
DL	1,000	1,000	0,363	<0,001***	0,273	<0,001***	1,000	1,000							
DLA	1,000	1,000	0,273	<0,001***	0,092	<0,001***	1,000	1,000	1,000						
HH	1,000	1,000	0,092	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,545	1,000	1,000	1,000					
HHA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***				
HL	1,000	1,000	1,000	<0,001***	1,000	<0,001***	0,092	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,092		
HLA	0,092	0,363	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	1,000	<0,001***	1,000	1,000	1,000	0,192	<0,001***	<0,001***	

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Tabla 29 (arriba):

Exactitud y precisión según Grupo en Humedad ALTA: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre grupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

En cuanto a la exactitud de los escaneados intraorales y basándonos en las pruebas F, destacó el buen comportamiento del DH, que apareció como el material más exacto a la hora de escanear con un RMS medio de 0,0322. Por el contrario, el grupo ZLA fue el más inexacto en los registros de escaneado intraoral de todos los estudiados (RMS medio de 0,0772 con pruebas F) (tablas 28,29, 30 y diagrama 7).

	RMS MEDIO
DH	0,0322 ^a
DHA	0,0378 ^{ab}
DL	0,0484 ^{abc}
HL	0,0517 ^{bcd}
EA	0,0544 ^{bcd}
ZHA	0,0545 ^{bcd}
ZH	0,0562 ^{bcd}
E	0,0613 ^{cdefg}
ZL	0,0618 ^{cdefg}
DLA	0,0654 ^{cdefg}
HHA	0,0683 ^{defg}
HLA	0,0706 ^{efg}
HH	0,0733 ^{fg}
ZLA	0,0772 ^g

Tabla 30:

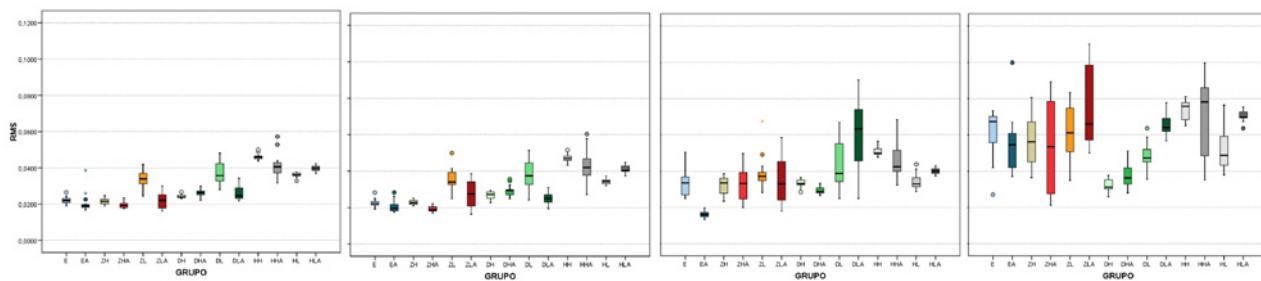
Tabla resumen de la exactitud, de mayor a menor. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

Cuando aplicamos las pruebas de Bonferroni, DH y HLA fueron los materiales con escaneados más precisos frente a ZHA, ZLA y HHA, grupos extremadamente imprecisos en los escaneados y con diferencias estadísticamente significativas ($p=<0,001$) (tablas 29 y 31).

	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
HLA	0,0032 ^a
DH	0,0035 ^a
HH	0,0054 ^{ab}
DLA	0,0065 ^{abc}
DHA	0,0067 ^{abc}
DL	0,0074 ^{abc}
HL	0,0119 ^{abcd}
E	0,0132 ^{abcdef}
ZH	0,0146 ^{bcd}
ZL	0,0161 ^{cdef}
EA	0,0162 ^{abcdef}
HHA	0,0217 ^{def}
ZLA	0,0229 ^{ef}
ZHA	0,0260 ^f

Tabla 31:

Tabla resumen de la precisión, de mayor a menor. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

**Diagrama 8:**

Diagramas de **síntesis para diferentes niveles de humedad** (seco, baja, media, alta).

En esta serie gráfica (diagrama 8) podemos interpretar las comparaciones entre grupos previamente realizadas, así como a la de las intragrupo, que desarrollaremos a continuación.

La impresión general que se desprendió fue que un nivel bajo de humedad alteraba escasamente la exactitud y precisión respecto al estado seco.

Con nivel medio de humedad hubo una pérdida evidente de exactitud en grupos E, ZH, ZHA y DLA. En los híbridos se observó poco impacto y EA sorprendió por su buen comportamiento. La imprecisión aumentaba en modo parecido a niveles medios de humedad; la precisión disminuía en E, ZH, ZHA y DLA, no apareciendo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la precisión en los grupos híbridos. El grupo más preciso y exacto fue el EA a ese nivel de humedad.

Con niveles altos de humedad, la pérdida de exactitud fue evidente en todos los E y Z; pero impactó menos en los D, donde incluso la precisión fue estable respecto al nivel anterior.

6.4.2 ANÁLISIS DE LOS VALORES DE PRECISIÓN Y EXACTITUD DE LOS MATERIALES EN LOS DIFERENTES GRUPOS DE HUMEDAD (COMPARACIONES INTRAGRUPO)

A continuación, se analizaron las diferencias intragrupo para evaluar el efecto de la humedad como vemos en la tabla 32.

				GRUPO															
				Total	E	EA	ZH	ZHA	ZL	ZLA	DH	DHA	DL	DLA	HH	HHA	HL	HLA	
Total	RMS		N	840	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
			Media	,0390	,0349	,0279	,0332	,0314	,0425	,0404	,0292	,0307	,0417	,0441	,0543	,0493	,0391	,0479	
			Desviación típica	,0176	,0178	,0177	,0159	,0198	,0151	,0257	,0044	,0058	,0102	,0219	,0117	,0170	,0097	,0134	
			Mínimo	,0135	,0190	,0135	,0189	,0170	,0245	,0162	,0227	,0221	,0242	,0194	,0433	,0272	,0288	,0368	
			Máximo	,1100	,0734	,0998	,0806	,0892	,0832	,1100	,0377	,0511	,0669	,0902	,0811	,0996	,0764	,0755	
			Percentil 25	,0255	,0221	,0176	,0220	,0192	,0340	,0218	,0250	,0269	,0338	,0248	,0463	,0392	,0339	,0392	
			Mediana	,0355	,0257	,0193	,0250	,0216	,0373	,0307	,0288	,0292	,0397	,0309	,0491	,0429	,0361	,0411	
			Percentil 75	,0468	,0453	,0374	,0373	,0365	,0462	,0513	,0330	,0326	,0481	,0637	,0607	,0526	,0408	,0542	
seco	RMS		N	210	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
			Media	,0297	,0220	,0206	,0215	,0195	,0337	,0222	,0245	,0261	,0371	,0260	,0460	,0410	,0361	,0398	
			Desviación típica	,0093	,0020	,0055	,0017	,0017	,0051	,0045	,0012	,0020	,0061	,0039	,0017	,0068	,0013	,0015	
			Mínimo	,0162	,0190	,0168	,0189	,0176	,0245	,0162	,0231	,0221	,0281	,0219	,0437	,0317	,0328	,0368	
			Máximo	,0572	,0265	,0386	,0247	,0235	,0419	,0300	,0268	,0299	,0482	,0343	,0500	,0572	,0378	,0422	
			Percentil 25	,0220	,0206	,0182	,0202	,0178	,0294	,0174	,0235	,0247	,0320	,0227	,0449	,0365	,0355	,0385	
			Mediana	,0267	,0220	,0190	,0215	,0192	,0339	,0220	,0240	,0263	,0358	,0246	,0459	,0406	,0361	,0398	
			Percentil 75	,0376	,0231	,0201	,0228	,0206	,0374	,0253	,0251	,0274	,0442	,0302	,0466	,0433	,0374	,0413	
SUBGRUPO	baja	RMS	N	210	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
			Media	,0308	,0226	,0204	,0228	,0193	,0355	,0272	,0268	,0294	,0374	,0251	,0470	,0420	,0343	,0413	
			Desviación típica	,0097	,0022	,0032	,0014	,0016	,0064	,0073	,0020	,0030	,0089	,0036	,0023	,0093	,0017	,0023	
			Mínimo	,0164	,0191	,0175	,0209	,0170	,0248	,0164	,0227	,0250	,0242	,0194	,0433	,0272	,0319	,0374	
			Máximo	,0603	,0282	,0283	,0252	,0223	,0499	,0385	,0295	,0356	,0514	,0310	,0516	,0603	,0375	,0448	
			Percentil 25	,0226	,0212	,0181	,0216	,0181	,0312	,0208	,0249	,0267	,0326	,0228	,0460	,0378	,0328	,0399	
			Mediana	,0289	,0222	,0196	,0227	,0187	,0340	,0275	,0272	,0294	,0375	,0250	,0470	,0420	,0343	,0403	
			Percentil 75	,0378	,0236	,0218	,0241	,0204	,0394	,0341	,0288	,0300	,0448	,0272	,0484	,0474	,0355	,0434	
SUBGRUPO	media	RMS	N	210	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
			Media	,0376	,0337	,0161	,0323	,0323	,0389	,0351	,0333	,0295	,0440	,0599	,0508	,0458	,0343	,0400	
			Desviación típica	,0135	,0078	,0018	,0047	,0098	,0095	,0126	,0024	,0020	,0131	,0213	,0023	,0093	,0043	,0018	
			Mínimo	,0135	,0248	,0135	,0234	,0200	,0282	,0180	,0285	,0266	,0250	,0250	,0475	,0324	,0288	,0373	
			Máximo	,0902	,0504	,0198	,0387	,0497	,0675	,0585	,0365	,0334	,0669	,0902	,0565	,0684	,0438	,0431	
			Percentil 25	,0290	,0259	,0149	,0275	,0244	,0341	,0218	,0321	,0280	,0332	,0362	,0493	,0397	,0314	,0388	
			Mediana	,0354	,0336	,0160	,0336	,0333	,0371	,0332	,0332	,0287	,0388	,0633	,0500	,0424	,0330	,0400	
			Percentil 75	,0431	,0373	,0177	,0368	,0395	,0395	,0464	,0353	,0315	,0595	,0815	,0523	,0519	,0371	,0415	
SUBGRUPO	alta	RMS	N	210	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
			Media	,0581	,0613	,0544	,0562	,0545	,0618	,0772	,0322	,0378	,0484	,0654	,0733	,0683	,0517	,0706	
			Desviación típica	,0188	,0132	,0162	,0146	,0260	,0161	,0229	,0035	,0067	,0074	,0065	,0054	,0217	,0119	,0032	
			Mínimo	,0213	,0271	,0370	,0364	,0213	,0348	,0501	,0258	,0281	,0356	,0567	,0650	,0350	,0380	,0636	
			Máximo	,1100	,0734	,0998	,0806	,0892	,0832	,1100	,0377	,0511	,0636	,0777	,0811	,0996	,0764	,0755	
			Percentil 25	,0427	,0555	,0416	,0444	,0263	,0506	,0559	,0298	,0319	,0451	,0612	,0680	,0469	,0414	,0692	
			Mediana	,0573	,0673	,0545	,0562	,0534	,0611	,0659	,0312	,0362	,0472	,0640	,0758	,0781	,0487	,0698	
			Percentil 75	,0709	,0714	,0638	,0717	,0818	,0791	,1024	,0359	,0441	,0526	,0700	,0781	,0876	,0650	,0729	

Tabla 32:

Análisis de los parámetros estadísticos del RMS obtenidos de las superposiciones según grupos E, EA, ZH, ZHA, ZL, ZLA, DH, DHA, DL, DLA, HH, HHA, HL y HLA y subgrupo de humedad.

6.4.2.1 Efecto de los diferentes grados de humedad sobre el esmalte (Grupo E)

En primer lugar, estudiamos la exactitud y precisión de los escaneados intraorales del esmalte sometido a diferentes situaciones de humedad.

	Seco	Baja	Media	Alta	p-valor
Media RMS	0,0220	0,0226	0,0337	0,0613	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0209 – 0,0231	0,0213 – 0,0238	0,0293 – 0,0379	0,0539 – 0,0686	
SD RMS	0,0020	0,0022	0,0078	0,0132	<0,001*** (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio					
	Seco	Baja	Media	Alta	
Seco					
Baja	1,000				
Media	0,001**	0,002**			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001***		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD					
	Seco	Baja	Media	Alta	
Seco					
Baja	1,000				
Media	0,018*	0,024*			
Alta	<0,001***	<0,001***	0,545		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Al aplicar el test F obtuvimos diferencias estadísticamente significativas ($p<0,001$) en cuanto a la exactitud entre los subgrupos de humedad. Exceptuando la comparativa entre seco y humedad baja donde no se hallaron diferencias.

Para analizar la precisión, se aplicó la prueba de Levene, concluyendo que hay heterogeneidad en las varianzas de los 4 subgrupos de humedad ($p<0,001$). Tras corregir por Bonferroni, se pudo concluir que existen diferencias estadísticamente significativas entre los subgrupos seco-baja humedad, respecto a humedad media y alta siendo estas dos más imprecisas significativamente que las anteriores (tablas 33, 34 y diagrama 9).

Tabla 33:
Exactitud y precisión según Humedad para grupo E: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre subgrupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

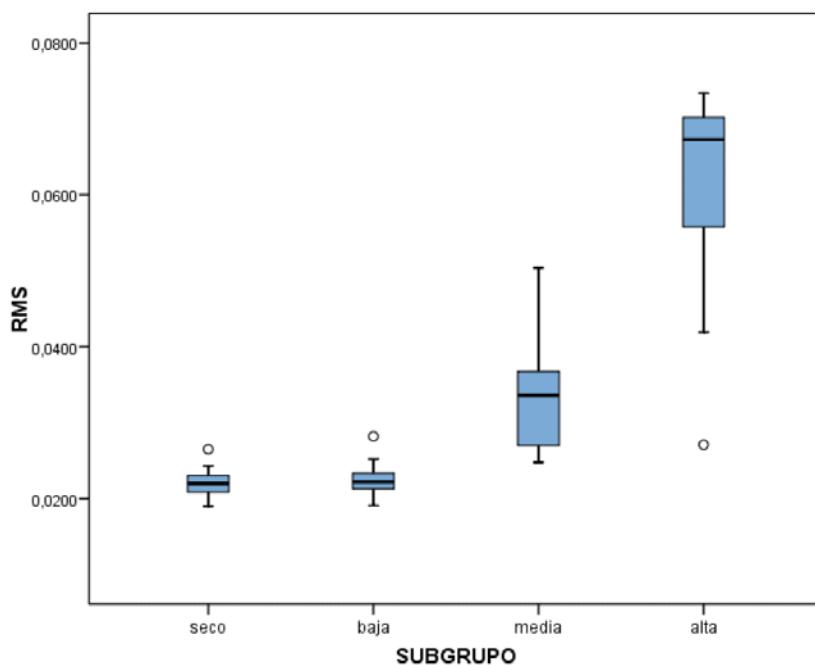
**Diagrama 9:**

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos E según su nivel de humedad (seco, baja, media y alta).

	RMS MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
Seco	0,0220 ^a	0,0020 ^a
Baja	0,0226 ^a	0,0022 ^a
Media	0,0337 ^b	0,0078 ^b
Alta	0,0613 ^c	0,0132 ^c

Tabla 34:

Tabla resumen de la exactitud y la precisión según los niveles de humedad. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

6.4.2.2 Efecto de los diferentes grados de humedad sobre el esmalte con rugosidad superficial (Grupo EA)

A continuación, se muestran los resultados generados por el análisis de las superposiciones de los escaneados de estudio comparados con el modelo maestro del grupo del esmalte con rugosidad superficial.

	Seco	Baja	Media	Alta	p-valor
Media RMS	0,0206	0,0204	0,0161	0,0544	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0175 – 0,0236	0,0186 – 0,0221	0,0150 – 0,0171	0,0454 – 0,0633	
SD RMS	0,0055	0,0032	0,0018	0,0162	<0,001*** (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio					
	Seco	Baja	Media	Alta	
Seco					
Baja	1,000				
Media	0,966	1,000			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001***		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD					
Seco					
Baja	1,000				
Media	0,564	0,618			
Alta	0,072	0,024*	0,006**		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En el caso del grupo EA pudimos encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los 4 grupos de humedad (seco, baja, media y alta) tanto para la exactitud ($p<0,001$, test F) como para la precisión ($p<0,001$, test Levene). Resultando que ambas disminuían a medida que aumentaba la humedad (tablas 35, 36 y diagrama 10).

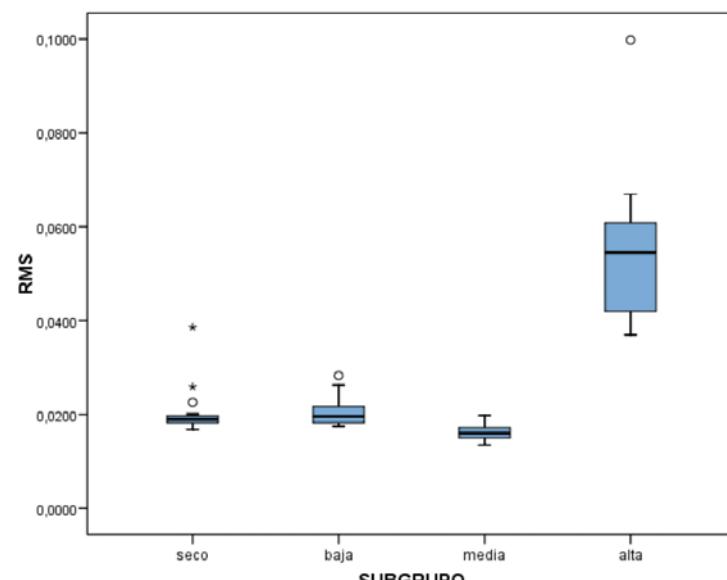


Diagrama 10.

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos EA según su nivel de humedad (seco, baja, media y alta).

	RMS MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
Seco	0,0206 ^a	0,0055 ^a
Baja	0,0204 ^a	0,0032 ^a
Media	0,0161 ^a	0,0018 ^a
Alta	0,0544 ^b	0,0162 ^b

Tabla 36.

Tabla resumen de la exactitud y la precisión según los niveles de humedad. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

6.4.2.3 Efecto de los diferentes grados de humedad sobre el óxido circonio de alta translucidez (Grupo ZH)

Se analizan a continuación la exactitud y precisión de los escaneados intraorales del óxido de circonio de alta translucidez sometido situaciones de humedad diferentes.

	Seco	Baja	Media	Alta	p-valor
Media RMS	0,0215	0,0228	0,0323	0,0562	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0205 – 0,0224	0,0220 – 0,0236	0,0296 – 0,0349	0,0481 – 0,0642	
SD RMS	0,0017	0,0014	0,0047	0,0146	<0,001*** (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio					
Seco					
Baja	1,000				
Media	0,002**	0,009**			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001***		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD					
Seco					
Baja	1,000				
Media	<0,001***	<0,001***			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001***		

Tabla 37:

Exactitud y precisión según Humedad para grupo ZH: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre subgrupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Para el grupo ZH existían diferencias significativas del RMS medio entre los 4 subgrupos de humedad ($p<0,001$, test F).

Las diferencias también eran significativas en cuanto a precisión ($p<0,001$, test Levene). En ambos casos, el subgrupo seco y humedad baja obtuvieron datos similares; sin embargo, la exactitud y la precisión empeoraban progresivamente con niveles más elevados de humedad (tablas 37,38 y diagrama 11).

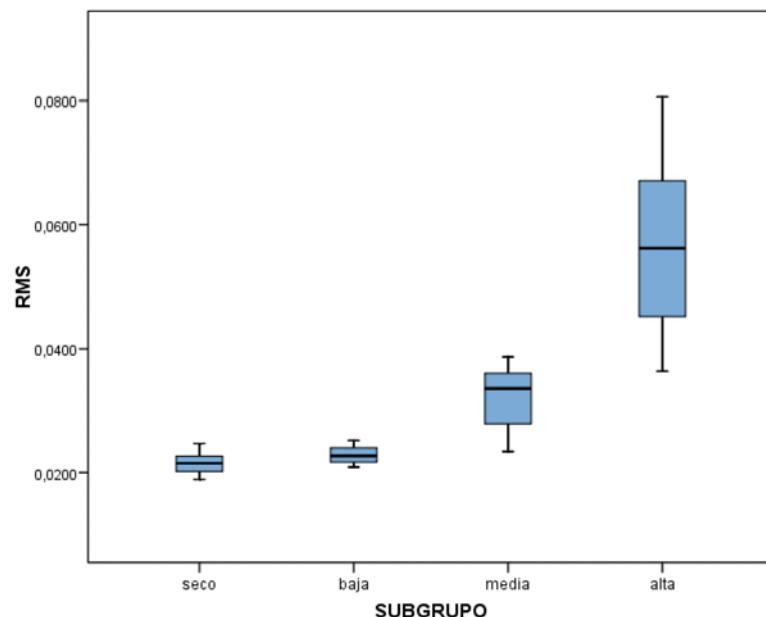


Diagrama 11:

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos ZH según su nivel de humedad (seco, baja, media y alta).

Tabla 38:

Tabla resumen de la exactitud y la precisión según los niveles de humedad. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

	RMS MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
Seco	0,0215 a	0,0017 a
Baja	0,0228 a	0,0014 a
Media	0,0323 b	0,0047 b
Alta	0,0562 c	0,0146 c

6.4.2.4 Efecto de los diferentes grados de humedad sobre el óxido de circonio de alta translucidez con rugosidad superficial (Grupo ZHA)

En este momento fue valorado el efecto de la humedad sobre la exactitud y la precisión de los escaneados intraorales en el óxido de circonio de alta translucidez con presencia de rugosidad superficial.

	Seco	Baja	Media	Alta	p-valor
Media RMS	0,0195	0,0193	0,0323	0,0545	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0185 – 0,0203	0,0183 – 0,0201	0,0268 – 0,0377	0,0401 – 0,0688	
SD RMS	0,0017	0,0016	0,0098	0,0260	<0,001*** (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio					
Seco					
Baja	1,000				
Media	0,085	0,077			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001***		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD					
Seco					
Baja	1,000				
Media	<0,001***	<0,001***			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001***		

Tabla 39:

Exactitud y precisión según Humedad para grupo ZHA: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre subgrupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

El comportamiento del grupo ZHA fue similar al ZH ya que existían diferencias significativas del RMS medio entre los 4 subgrupos de humedad ($p<0,001$, test F).

Las diferencias también fueron significativas en cuanto a la precisión ($p<0,001$, test Levene). En ambos casos, el subgrupo seco y humedad baja fueron similares; sin embargo, la exactitud y la precisión empeoraban progresivamente con niveles más elevados de humedad (tablas 39,40 y diagrama 12).

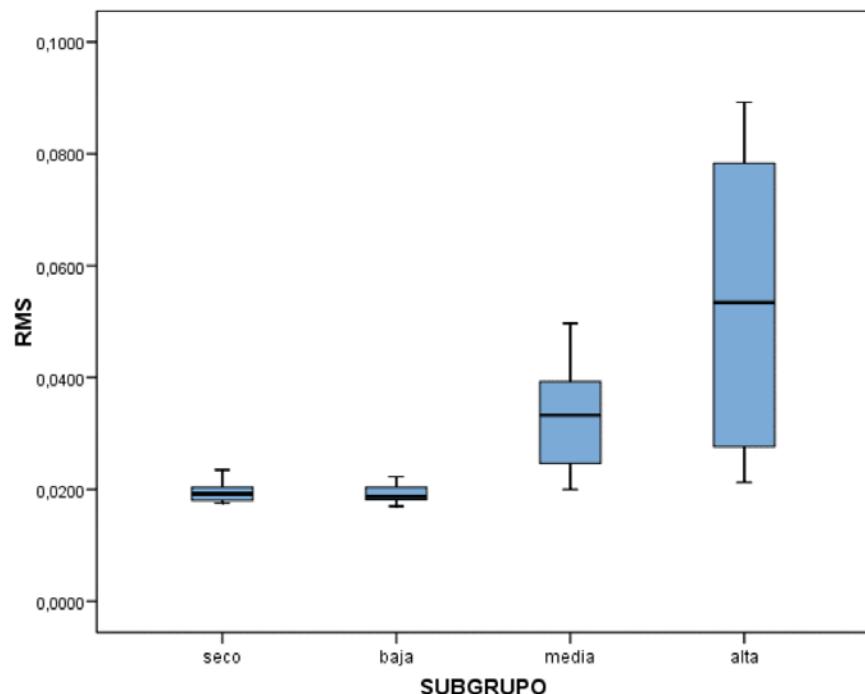
**Diagrama 12:**

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos ZHA según su nivel de humedad (seco, baja, media y alta).

Tabla 40:

Tabla resumen de la exactitud y la precisión según los niveles de humedad. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

	RMS MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
Seco	0,0195 ^a	0,0017 ^a
Baja	0,0193 ^a	0,0016 ^a
Media	0,0323 ^a	0,0098 ^b
Alta	0,0545 ^b	0,0260 ^c

6.4.2.5 Efecto de los diferentes grados de humedad sobre el óxido de circonio de baja translucidez (Grupo ZL)

A continuación, se muestran los resultados generados por el análisis de las superposiciones de los escaneados de estudio comparados con el modelo maestro del grupo del óxido de circonio de baja translucidez.

	Seco	Baja	Media	Alta	p-valor
Media RMS	0,0337	0,0355	0,0389	0,0618	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0309 – 0,0365	0,0319 – 0,0389	0,0336 – 0,0440	0,0529 – 0,0707	
SD RMS	0,0051	0,0064	0,0095	0,0161	<0,001*** (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio					
Seco					
Baja	1,000				
Media	1,000	1,000			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001***		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD					
Seco					
Baja	1,000				
Media	<0,001***	<0,001***			
Alta	<0,001***	0,001***	0,072		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Tras el análisis de las tablas se dedujo que existían diferencias significativas del RMS medio, o sea en la exactitud, entre los 4 subgrupos de humedad ($p<0,001$, test F).

Las diferencias también fueron significativas en cuanto a la precisión ($p<0,001$, test Levene).

Podemos concluir que la exactitud y la precisión sólo aparecen afectadas cuando ZL se somete a un nivel alto de humedad (tablas 41,42 y diagrama 13).

Tabla 41:
Exactitud y precisión según Humedad para grupo ZL: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre subgrupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

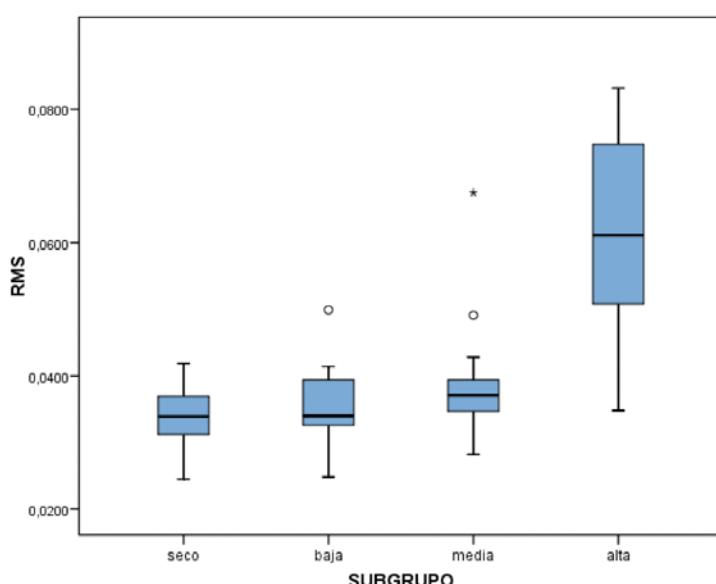


Diagrama 13:
Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos ZL según su nivel de humedad (seco, baja, media y alta).

Tabla 42:

Tabla resumen de la exactitud y la precisión según los niveles de humedad. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

	RMS MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
Seco	0,0337 ^a	0,0051 ^a
Baja	0,0355 ^a	0,0064 ^a
Media	0,0389 ^a	0,0095 ^b
Alta	0,0618 ^b	0,0161 ^b

6.4.2.6 Efecto de los diferentes grados de humedad sobre el óxido de circonio de baja translucidez con rugosidad superficial (Grupo ZLA)

Se estudió en este momento, el efecto de la humedad en los registros de escaneado intraoral sobre el circonio de baja de translucidez con presencia de rugosidad superficial.

	Seco	Baja	Media	Alta	p-valor
Media RMS	0,0222	0,0272	0,0351	0,0772	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0197 – 0,0247	0,0231 – 0,0313	0,0280 – 0,0420	0,0645 – 0,0898	
SD RMS	0,0045	0,0073	0,0126	0,0229	<0,001*** (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio					
Seco					
Baja	1,000				
Media	0,080	0,749			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001***		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD					
Seco					
Baja	0,054				
Media	<0,001***	0,042*			
Alta	<0,001***	0,001***	0,072		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Una vez analizadas las tablas, dedujimos que existían diferencias significativas del RMS medio entre los 4 subgrupos de humedad (p<0,001, test F). La exactitud empeoraba con niveles altos de humedad; por el contra, no se apreciaron diferencias entre niveles bajos y medios de humedad.

Tabla 43:

Exactitud y precisión según Humedad para grupo ZLA: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre subgrupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

En cuanto a la precisión, las diferencias que aparecieron fueron también significativas ($p<0,001$, test Levene), resultando que a medida que aumentaba la humedad disminuía la precisión de ZLA. De nuevo el factor humedad aparece como un factor de impacto (tablas 43,44 y diagrama 14).

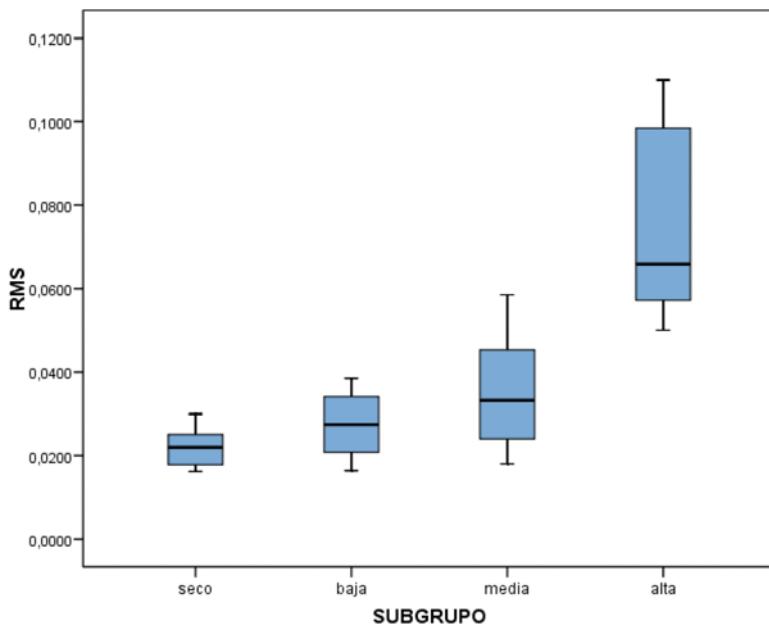


Diagrama 14:

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos ZL según su nivel de humedad (seco, baja, media y alta).

	RMS MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
Seco	0,0222 ^a	0,0045 ^a
Baja	0,0272 ^a	0,0073 ^a
Media	0,0351 ^a	0,0126 ^b
Alta	0,0772 ^b	0,0229 ^b

Tabla 44.

Tabla resumen de la exactitud y la precisión según los niveles de humedad. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

6.4.2.7 Efecto de los diferentes grados de humedad sobre el disilicato de litio de alta translucidez (Grupo DH)

Una vez expuestos los resultados del óxido de circonio, pasamos a exponer los del disilicato de litio. En primer lugar, analizamos el efecto de la humedad en los escaneados intraorales sobre el disilicato de alta translucidez con superficie lisa.

	Seco	Baja	Media	Alta	p-valor
Media RMS	0,0245	0,0268	0,0333	0,0322	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0238 – 0,0251	0,0319 – 0,0345	0,0302 – 0,0341	0,0302 – 0,0340	
SD RMS	0,0012	0,0020	0,0024	0,0035	0,004** (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio					
	Seco	Baja	Media	Alta	
Seco					
Baja	0,067				
Media	<0,001***	<0,001***			
Alta	<0,001***	<0,001***	1,000		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD					
	Seco				
Baja	0,162				
Media	0,396	1,000			
Alta	0,006**	0,258	0,576		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

De la tabla 45 podemos concluir que se observaron diferencias significativas del RMS medio entre los 4 subgrupos de humedad ($p<0,001$, test F). La exactitud empeoró progresivamente a medida que aumentaban los niveles de humedad, aunque no se encontraron diferencias entre niveles medios y altos de humedad.

Al aplicar el test de Levene, se hallaron diferencias significativas en la precisión ($p=0,004$) siendo muy dispares los datos obtenidos entre los niveles secos y de alta humedad (tabla 46 y diagrama 15).

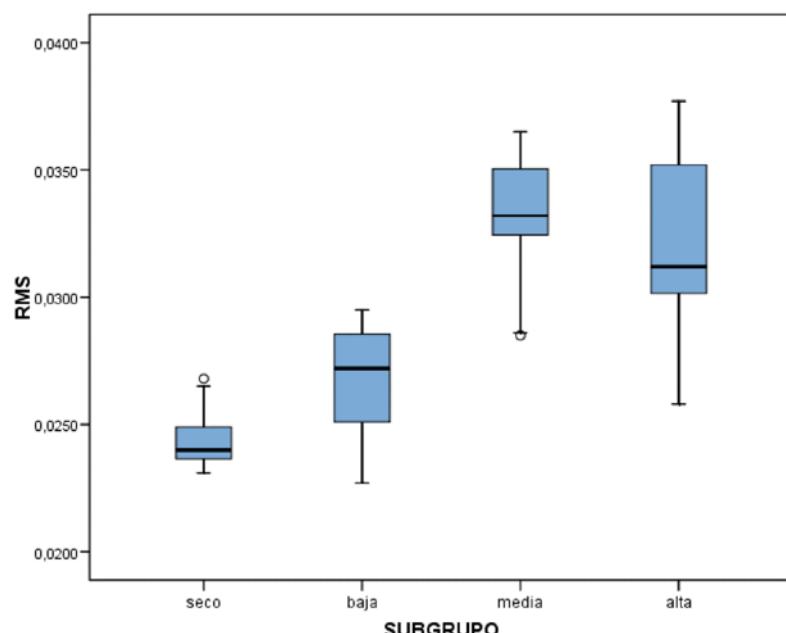


Diagrama 15:

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos DH según su nivel de humedad (seco, baja, media y alta).

	RMS MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
Seco	0,0245 ^a	0,0012 ^a
Baja	0,0268 ^a	0,0020 ^{ab}
Media	0,0333 ^b	0,0024 ^{ab}
Alta	0,0322 ^b	0,0035 ^b

Tabla 46:

Tabla resumen de la exactitud y la precisión según los niveles de humedad. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

6.4.2.8 Efecto de los diferentes grados de humedad sobre el disilicato de litio de alta translucidez con rugosidad superficial (Grupo DHA)

Es el turno ahora de exponer los resultados del efecto de diferentes niveles de humedad sobre los escaneados intraorales del disilicato de litio de alta translucidez con rugosidad superficial.

	Seco	Baja	Media	Alta	p-valor
Media RMS	0,0261	0,0294	0,0295	0,0378	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0250 – 0,0272	0,0277 – 0,0310	0,0284 – 0,0306	0,0340 – 0,0414	
SD RMS	0,0020	0,0030	0,0020	0,0067	<0,001*** (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio					
	Seco	Baja	Media	Alta	
Seco					
Baja	0,159				
Media	0,133	1,000			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001**		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD					
	Seco				
Baja	1,000				
Media	1,000	1,000			
Alta	0,006**	0,060	0,012*		

Tabla 47:

Exactitud y precisión según Humedad para grupo DHA: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre subgrupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Para el grupo DHA, existían diferencias significativas del RMS medio entre los 4 subgrupos de humedad (p<0,001, test F).

Las diferencias también resultaron significativas en cuanto a la precisión ($p<0,001$, test Levene) (Tabla 47 y 48).

En ambos casos, los niveles altos de humedad fueron los que se diferenciaron de los otros 3 niveles disminuyendo la exactitud y la precisión, lo que puede verse en el diagrama de cajas presentado a continuación (diagrama 16).

Diagrama 16:

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos DHA según su nivel de humedad (seco, baja, media y alta).

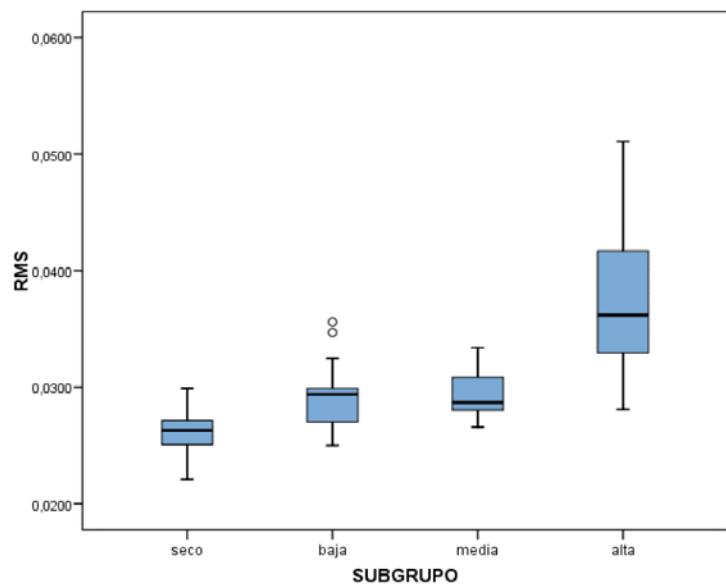


Tabla 48:

Tabla 10.1
Tabla resumen de la exactitud y la precisión según los niveles de humedad. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

	RMS MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
Seco	0,0261 ^a	0,0020 ^a
Baja	0,0294 ^a	0,0030 ^{ab}
Media	0,0295 ^a	0,0020 ^a
Alta	0,0378 ^b	0,0067 ^b

6.4.2.9 Efecto de los diferentes grados de humedad sobre el disilicato de litio de baja translucidez (Grupo DL)

Seguidamente se presentan los resultados obtenidos de los diferentes registros de los escaneados intraorales sobre el disilicato de litio de baja translucidez en diferentes niveles de humedad.

	Seco	Baja	Media	Alta	p-valor
Media RMS	0,0371	0,0374	0,0440	0,0484	0,003** (F)
IC 95%	0,0337 – 0,0404	0,0325 – 0,0423	0,0366 – 0,0512	0,0443 – 0,0525	
SD RMS	0,0061	0,0089	0,0131	0,0074	0,005** (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio					
	Seco	Baja	Media	Alta	
Seco					
Baja	1,000				
Media	0,280	0,350			
Alta	0,008**	0,011*	1,000		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD					
	Seco				
Seco					
Baja	0,781				
Media	0,012*	0,378			
Alta	1,000	1,000	0,054		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En el estudio de este grupo, se observaron diferencias significativas del RMS medio entre los 4 subgrupos de humedad (p<0,001, test F).

Las diferencias también fueron estadísticamente significativas en cuanto a la precisión (p<0,001, test Levene). De hecho, con humedad, alta la exactitud fue menor que en seco o con nivel bajo. Con humedad media se alcanzó la mayor imprecisión respecto a seco (tablas 49, 50 y diagrama 17).

Tabla 49:

Exactitud y precisión según Humedad para grupo DL:

Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre subgrupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

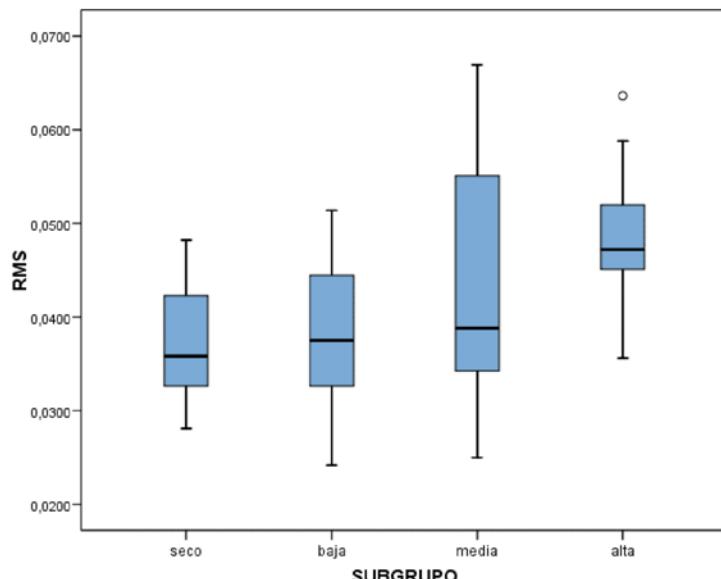


Diagrama 17:

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos DL según su nivel de humedad (seco, baja, media y alta).

Tabla 50:

Tabla resumen de la exactitud y la precisión según los niveles de humedad. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

	RMS MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
Seco	0,0371 ^a	0,0061 ^{ab}
Baja	0,0374 ^a	0,0089 ^a
Media	0,0440 ^{ab}	0,0131 ^b
Alta	0,0484 ^b	0,0074 ^{ab}

6.4.2.10 Efecto de los diferentes grados de humedad sobre el disilicato de litio de baja translucidez con rugosidad superficial (Grupo DLA)

Se estudió en este momento, el efecto de la humedad en los registros de escaneado intraoral sobre el disilicato de litio de baja de translucidez con presencia de rugosidad superficial.

	Seco	Baja	Media	Alta	p-valor
Media RMS	0,0260	0,0251	0,0599	0,0654	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0238 – 0,0281	0,0231 – 0,0271	0,0481 – 0,0717	0,0618 – 0,0690	
SD RMS	0,0039	0,0036	0,0213	0,0065	<0,001*** (Levene)

Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio

	Seco	Baja	Media	Alta	
Seco					
Baja	1,000				
Media	<0,001***	<0,001***			
Alta	<0,001***	<0,001***	1,000		

Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD

	Seco	Baja	Media	Alta	
Seco					
Baja	1,000				
Media	<0,001***	<0,001***			
Alta	0,540	0,276	0,018*		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En cuanto a la exactitud, una vez más existían diferencias significativas del RMS medio entre los 4 subgrupos de humedad ($p<0,001$, test F). Los grupos seco-bajo presentaron una exactitud mayor que los niveles medio-alto de humedad.

Tabla 51:

Exactitud y precisión según Humedad para grupo DLA:

Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre subgrupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

Las diferencias también fueron significativas en cuanto a la precisión ($p<0,001$, test Levene). Para DLA, la imprecisión alcanzó su máximo en un nivel medio de humedad (tablas 51, 52 y diagrama 18).

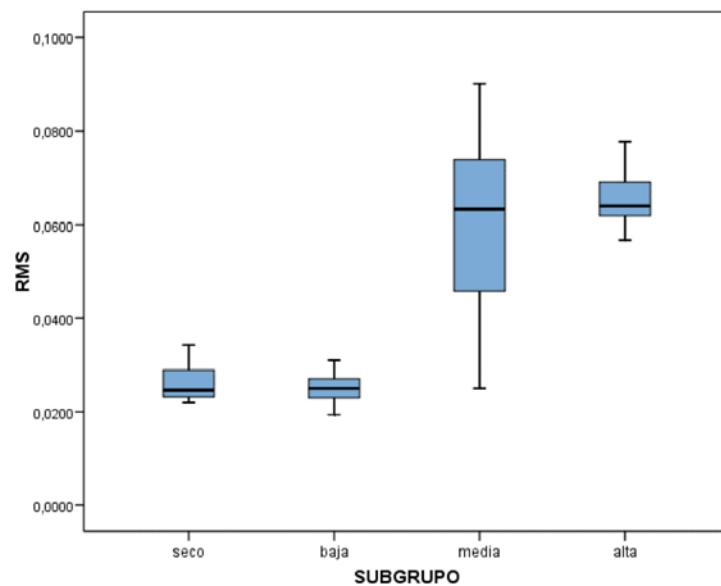


Diagrama 18:

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos DLA según su nivel de humedad (seco, baja, media y alta).

	RMS MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
Seco	0,0260 ^a	0,0039 ^a
Baja	0,0251 ^a	0,0036 ^{ab}
Media	0,0599 ^b	0,0213 ^b
Alta	0,0654 ^b	0,0065 ^a

Tabla 52:

Tabla resumen de la exactitud y la precisión según los niveles de humedad. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

6.4.2.11 Efecto de los diferentes grados de humedad sobre el material híbrido nanocerámico de alta translucidez (Grupo HH)

En este momento pasamos a estudiar los materiales híbridos. En primer lugar, se analizó el efecto de la humedad en el escaneado intraoral del material híbrido nanocerámico de alta translucidez.

	Seco	Baja	Media	Alta	p-valor
Media RMS	0,0460	0,0470	0,0508	0,0733	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0284 – 0,0309	0,0295 – 0,321	0,0357 – 0,0393	0,0555 – 0,0606	
SD RMS	0,0017	0,0023	0,0023	0,0054	<0,001*** (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio					
	Seco	Baja	Media	Alta	
Seco					
Baja	1,000				
Media	<0,001***	<0,001***			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001***		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD					
	Seco				
Baja	1,000				
Media	0,078	0,096			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001***		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Al aplicar el test F del modelo ANOVA pudieron apreciarse diferencias significativas del RMS medio entre los 4 subgrupos de humedad existiendo pues diferencias significativas en la exactitud.

Las diferencias también son significativas en cuanto a la precisión (p<0,001, test Levene), observándose que, cualquier nivel de humedad, por bajo que sea, implicaba ya una cierta pérdida tanto de la exactitud como de la precisión respecto al ambiente seco. La tendencia fue pues como en el resto de los materiales. A medida que aumenta la humedad disminuye la exactitud y la precisión del escaneado intraoral del material híbrido de alta translucidez (tablas 53, 54 y diagrama 19).

Tabla 53:
Exactitud y precisión según Humedad para grupo HH: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre subgrupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

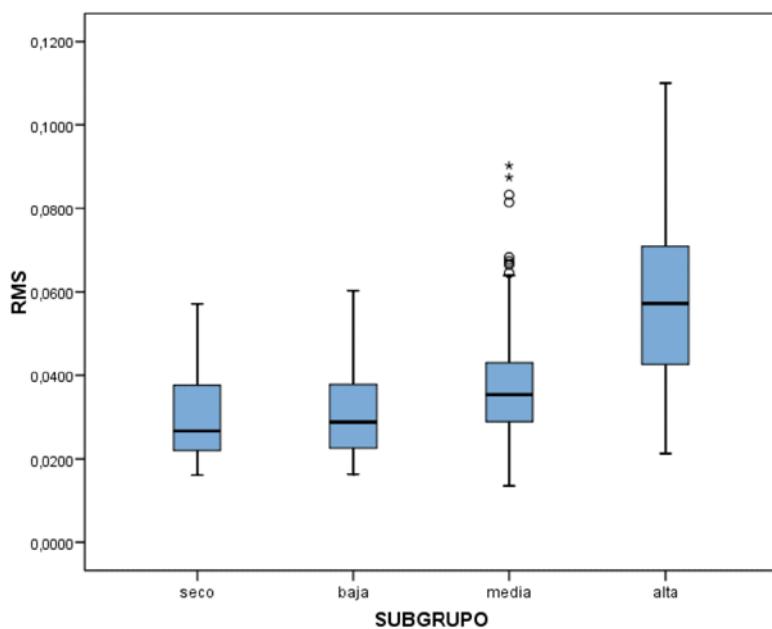
**Diagrama 19:**

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos HH según su nivel de humedad (seco, baja, media y alta).

	RMS MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
Seco	0,0460 ^a	0,0017 ^a
Baja	0,0470 ^a	0,0023 ^a
Media	0,0508 ^b	0,0023 ^a
Alta	0,0733 ^c	0,0054 ^b

Tabla 54:

Tabla resumen de la exactitud y la precisión según los niveles de humedad. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

6.4.1.12 Efecto de los diferentes grados de humedad sobre el material híbrido de alta translucidez con rugosidad superficial (Grupo HHA)

Pasamos seguidamente a exponer los resultados del efecto de los diferentes flujos de humedad sobre los escaneados intraorales del material híbrido de alta translucidez con presencia de rugosidad superficial.

	Seco	Baja	Media	Alta	p-valor
Media RMS	0,0410	0,0420	0,0458	0,0683	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0372 – 0,0447	0,0368 – 0,0471	0,0406 – 0,0509	0,0563 – 0,0803	
SD RMS	0,0068	0,0093	0,0093	0,0217	<0,001*** (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio					
	Seco	Baja	Media	Alta	
Seco					
Baja	1,000				
Media	1,000	1,000			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001***		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD					
	Seco	Baja	Media	Alta	
Seco					
Baja	1,000				
Media	1,000	1,000			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001***		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Como ocurre en la totalidad de los grupos estudiados, existían diferencias significativas del RMS medio entre los 4 subgrupos de humedad ($p<0,001$, test F). Ofreciendo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la exactitud en todos los subgrupos de humedad.

Las diferencias también son significativas en cuanto a precisión ($p<0,001$, test Levene).

Se pudieron observar que los niveles altos de humedad ofrecían resultados peores respecto a cualquier otro nivel (tablas 55,56 y diagrama 20).

Tabla 55:
Exactitud y precisión
según Humedad para
grupo HHA: Media, SD
 (desviación estándar),
 IC95% y resultado del
 test F del modelo
 ANOVA para RMS
 medio entre subgrupos,
 pruebas de comparación
 múltiple de Bonferroni y
 test de Levene para
 homogeneidad de
 varianzas.

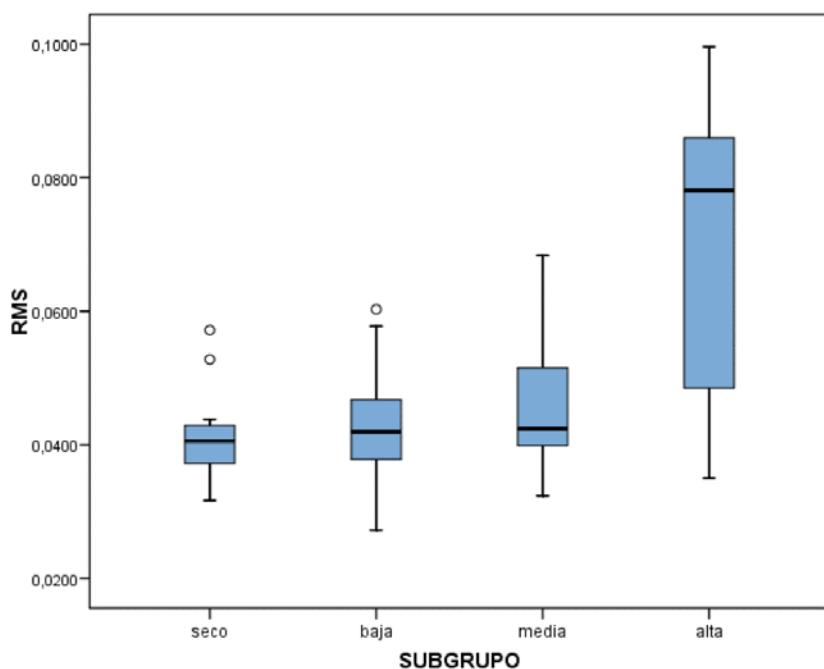
**Diagrama 20:**

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos HHA según su nivel de humedad (seco, baja, media y alta).

	RMS MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
Seco	0,0410 ^a	0,0068 ^a
Baja	0,0420 ^a	0,0093 ^a
Media	0,0458 ^a	0,0093 ^a
Alta	0,0683 ^b	0,0217 ^b

Tabla 56:

Tabla resumen de la exactitud y la precisión según los niveles de humedad. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

6.4.2.13 Efecto de los diferentes grados de humedad sobre el material híbrido nanocerámico de baja translucidez (Grupo HL)

Es el turno ahora de exponer los resultados del efecto de diferentes niveles de humedad sobre los escaneados intraorales del material híbrido de baja translucidez.

	Seco	Baja	Media	Alta	p-valor
Media RMS	0,0361	0,0343	0,0343	0,0517	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0353 – 0,0368	0,0333 – 0,0352	0,0319 – 0,0366	0,0451 – 0,0583	
SD RMS	0,0013	0,0017	0,0043	0,0119	<0,001*** (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio					
	Seco	Baja	Media	Alta	
Seco					
Baja	1,000				
Media	1,000	1,000			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001***		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD					
Seco					
Baja	1,000				
Media	0,030*	0,024*			
Alta	<0,001***	<0,001***	0,012*		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En el estudio de este grupo pudimos hallar diferencias estadísticamente significativas tanto en la exactitud ($p<0,001$, test F) como en la precisión ($p<0,001$, test Levene) en todos los subgrupos de humedad.

Los niveles altos de humedad implicaron una pérdida clara de exactitud. Sin embargo, también se pudo constatar que un nivel medio de humedad ya comenzaba a afectar a la precisión (tablas 57, 58 y diagrama 21).

Tabla 57:

Exactitud y precisión según Humedad para grupo HL: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre subgrupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

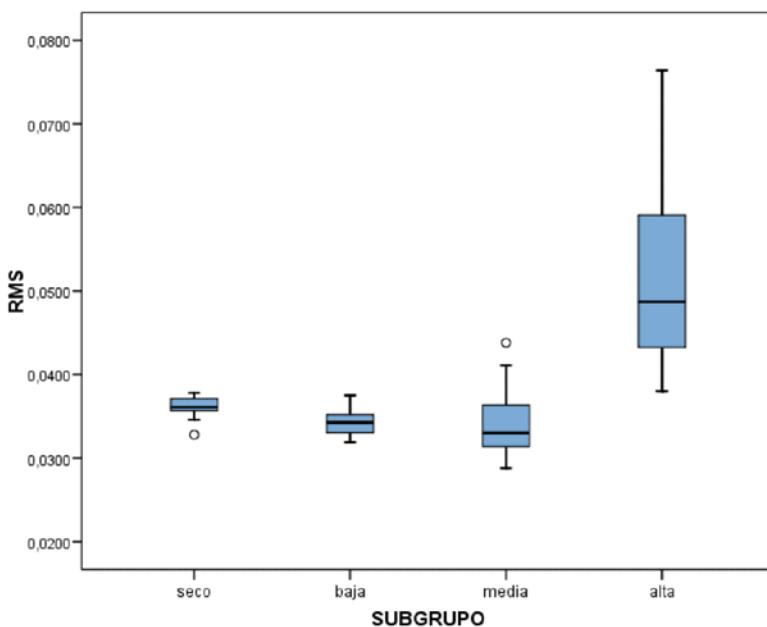
**Diagrama 21:**

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos HL según su nivel de humedad (seco, baja, media y alta).

	RMS MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
Seco	0,0361 ^a	0,0013 ^a
Baja	0,0343 ^a	0,0017 ^a
Media	0,0343 ^a	0,0043 ^b
Alta	0,0517 ^b	0,0119 ^c

Tabla 58:

Tabla resumen de la exactitud y la precisión según los niveles de humedad. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

6.4.2.14 Efecto de los diferentes grados de humedad sobre el material híbrido de baja translucidez con rugosidad superficial (Grupo HLA)

Por último, se exponen los resultados obtenidos de la exactitud y la precisión de los escaneados intraorales en diferentes niveles de humedad para el material híbrido nanocerámico de baja translucidez con presencia de rugosidad superficial.

	Seco	Baja	Media	Alta	p-valor
Media RMS	0,0398	0,0413	0,0400	0,0706	<0,001*** (F)
IC 95%	0,0389 – 0,0406	0,0399 – 0,0425	0,0390 – 0,0409	0,0688 – 0,0724	
SD RMS	0,0015	0,0023	0,0018	0,0032	0,048* (Levene)
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS medio					
	Seco	Baja	Media	Alta	
Seco					
Baja	0,496				
Media	1,000	0,827			
Alta	<0,001***	<0,001***	<0,001***		
Pruebas comparación múltiple de Bonferroni para RMS SD					
	Seco				
Seco					
Baja	0,301				
Media	1,000	1,000			
Alta	0,184	1,000	0,450		

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Por último y como ha ocurrido en los 14 grupos estudiados, HLA no fue una excepción y se apreciaron diferencias significativas del RMS medio (por lo tanto, en la exactitud) entre los 4 subgrupos de humedad ($p<0,001$, test F).

En cuanto a la precisión, también aparecieron diferencias sin embargo estas no fueron significativas ($p=0,048$, test Levene).

Los niveles altos de humedad implicaban una pérdida de exactitud de los escaneados. Respecto a la precisión, el nivel alto también ofrecía resultados más imprecisos que el seco, aunque sin presentar diferencias estadísticamente significativas (tablas 59,60 y diagrama 22).

Tabla 59:
Exactitud y precisión según Humedad para grupo HLA: Media, SD (desviación estándar), IC95% y resultado del test F del modelo ANOVA para RMS medio entre subgrupos, pruebas de comparación múltiple de Bonferroni y test de Levene para homogeneidad de varianzas.

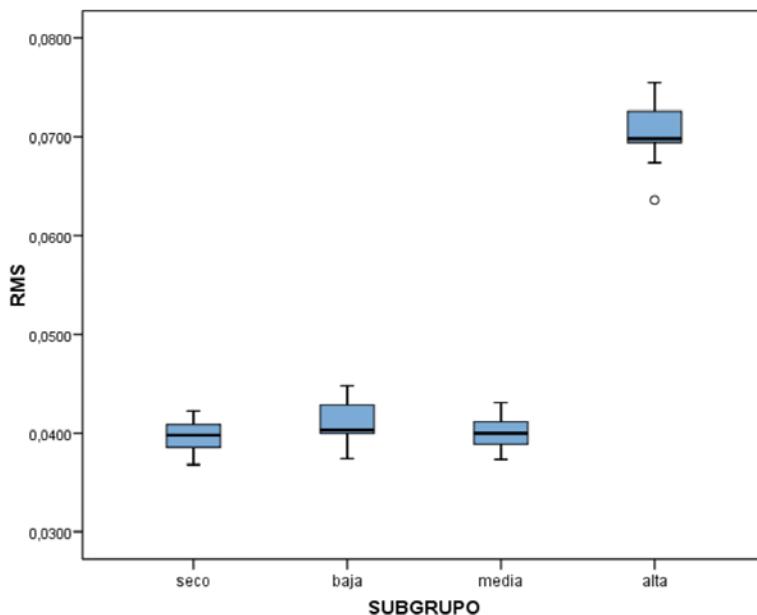
**Diagrama 22:**

Diagrama de cajas sobre la distribución de los valores del RMS de los grupos HLA según su nivel de humedad (seco, baja, media y alta).

	RMS MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RMS
Seco	0,0398 ^a	0,0015 ^a
Baja	0,0413 ^a	0,0023 ^a
Media	0,0400 ^a	0,0018 ^a
Alta	0,0706 ^b	0,0032 ^a

Tabla 60:

Tabla resumen de la exactitud y la precisión según los niveles de humedad. Los subíndices compartidos describen la no diferencia estadísticamente significativa.

El material, la translucidez, la rugosidad y el nivel de humedad fueron factores que afectaron significativamente en la exactitud y precisión de los escaneados intraorales. Su influencia no respondió a un patrón general, sino que dependió de la combinación específica de los factores estudiados.

Por otro lado, entre los 4 materiales de referencia (E, ZL, DL y HL), los escaneados intraorales de E resultaron más exactos que los de ZL y DL.

En términos de precisión el grupo E fue, sin embargo, más impreciso que HL y DL.

Los materiales con alta translucidez obtuvieron mejores valores exactitud de los escaneados intraorales en los grupos Z (ZH, ZHA) y D (DH, DHA); sin embargo, en el material híbrido nanocerámico los grupos HH y HHA (alta translucidez) fueron los grupos que peores resultados ofrecieron en términos de exactitud.

La precisión del D mejoró en los grupos de alta translucidez (DH, DHA). En cambio, los grupos con baja translucidez (ZL, ZLA, DL, DLA, HL, HLA) fueron los más imprecisos.

Analizando la variable rugosidad superficial, el grupo que peores resultados ofreció en términos de exactitud fue el material híbrido nanoceídrico y, en cuanto a la precisión, los grupos Z arenados. La rugosidad superficial fue la variable que por sí misma menos influyó en los resultados en general.

El incremento de humedad afectó a la exactitud y precisión de los escaneados intraorales. En algunos grupos el impacto fue progresivo; pero en otros sólo un nivel medio-alto de humedad generó diferencias respecto a seco-bajo (entre estos dos prácticamente no se observaron nunca diferencias estadísticamente significativas). ■

7

DISCUSIÓN

7.1 DISCUSIÓN DEL MATERIAL**7.1.1 FABRICACIÓN
DEL MODELO**

El propósito de esta investigación fue examinar cómo la humedad y la rugosidad superficial afectaban a varios materiales restauradores cuando se sometían a un escaneado intraoral. Para ello, se planteó realizar un estudio *in vitro* utilizando un modelo de trabajo compuesto por tres dientes naturales montados en una base de resina. Aunque existe una normativa ISO 20896-1 (48, 53) que establece pautas para la preparación de modelos de estudio en odontología digital, ninguna de las especificaciones de los modelos mencionados en la norma cumplía con las condiciones ideales para este estudio. Por lo tanto, se creó un modelo siguiendo las pautas básicas de la ISO, eligiendo la resina como material para la base del modelo. Sin embargo, es crucial señalar que la creación de modelos con dientes naturales presenta una limitada reproducibilidad debido a que su confección es manual. También influye la variabilidad en la anatomía de los dientes producida por el grosor y las fisuras del esmalte o diferente color y forma, entre otras características.

A pesar de haber seleccionado este modelo para comparar los dientes naturales con diferentes materiales restauradores, se debe tener en cuenta una limitación debido a las discrepancias anatómicas significativas entre las tres coronas fabricadas a partir de un encerado virtual y el diente natural. Un estudio realizado por Jin-Young en 2020 (12) señaló que la precisión de los modelos STL obtenidos a partir de escaneos depende de la anatomía de las preparaciones. De la misma forma, Kyu-Bok en 2021 (49) pudo demostrar que los sistemas IOS tienen limitaciones en cuanto a la profundidad de campo, lo que implica que las superficies profundas, como los surcos de los dientes naturales, no pueden registrarse más allá de cierta una profundidad (18 mm en el caso del sistema Trios 3 de 3Shape®, Copenhague, Dinamarca).

DeLong afirmó en 2001 (50), que la precisión de los modelos STL puede depender de la angulación entre la superficie escaneada y el cabezal del sistema de escaneo. En consecuencia, no se puede determinar, a ciencia cierta, cómo afectan las diferencias anatómicas entre las coronas fabricadas y el diente natural en los resultados obtenidos.

Las discrepancias en la forma de las coronas fabricadas se deben a las limitaciones de los sistemas de fresado actuales. A diferencia del esmalte natural, que presenta una estructura compleja con surcos y fosas profundas en su superficie masticatoria, las coronas fabricadas no pueden reproducir estas complejidades anatómicas debido al tamaño de la fresa utilizada para su confección. Entre los materiales utilizados para fabricar las coronas, tanto el disilicato de litio como los materiales híbridos nanocerámicos presentan similitudes notables, ya que se fresan a una escala 1:1 en relación con el diseño CAD y se obtienen a partir del mismo modelo digital.

Por contra, el óxido de circonio se mecaniza en un estado de sinterización parcial que permite crear restauraciones con formas más complejas y cercanas a la realidad.

El aspecto de las coronas protésicas (de óxido de circonio, disilicato y material híbrido nanocerámico) y la corona clínica del diente natural (esmalte) se asemejan entre sí en pares (figura 73).

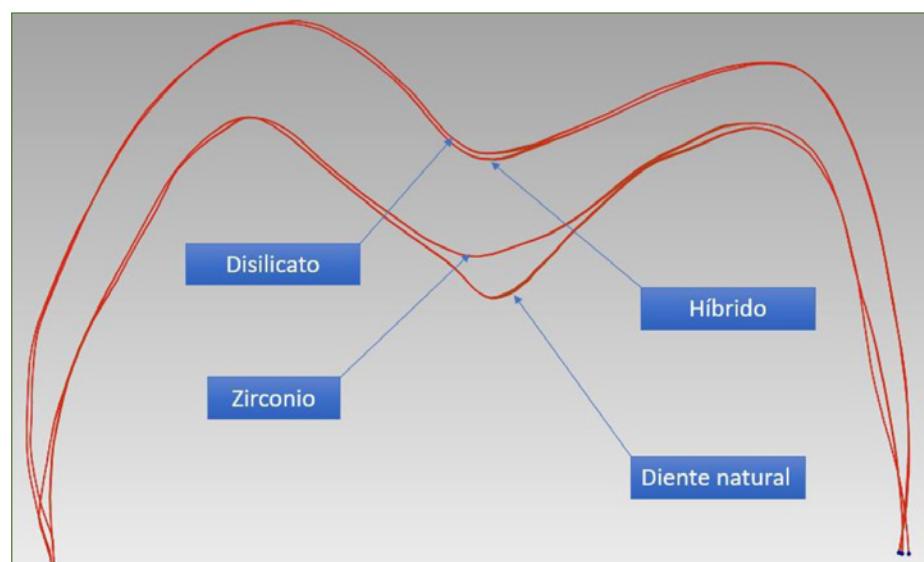


Figura 73:
Sección de coronas maestras.

7.1.2 PROPIEDADES ÓPTICAS DE LOS MATERIALES ESTUDIADOS

La composición del material desempeña un papel crucial en las propiedades físicas, mecánicas y estéticas, así como en el comportamiento clí-

nico del mismo. Los sistemas de captación utilizan tecnologías ópticas sensibles a las características estéticas y ópticas del material en estudio, lo que puede influir en la precisión y exactitud de los datos obtenidos en los modelos STL. Aspectos como la textura de la superficie, la translucidez y el brillo o reflectividad son algunos de los elementos ópticos que afectan los resultados de los escaneos (50,51).

En cuanto al impacto del color en los modelos STL obtenidos con sistemas IOS y una fuente de luz blanca, no se observa un efecto significativo debido a la técnica de escaneo empleada, la relativa importancia de la información de color y las limitaciones de la fuente de luz blanca para capturar con precisión la información sobre el color en la cavidad oral (50).

La opacidad y translucidez de los materiales están directamente relacionadas con la interacción de la luz, que puede reflejarse, dispersarse, refractarse, transmitirse o absorberse en su interior. Entendemos por reflexión de la luz cuando esta entra en contacto con una superficie cambiando de dirección. Por otro lado, la refracción, es aquel fenómeno por el cual la luz, que se propaga en forma de onda, cambia de velocidad al pasar de un medio material a otro distinto. La dispersión, en cambio, es aquel fenómeno que se produce cuando un haz de luz blanca atraviesa un medio transparente y se refracta mostrando al cambiar de medio los colores que la constituyen. Los materiales opacos reflejan y absorben la mayor parte de la luz incidente evitando que la luz los atraviese. En contraste, los materiales translúcidos permiten que la luz pase a través de ellos, pero la dispersan y refractan, creando así una apariencia translúcida. Los materiales transparentes, por otro lado, permiten que la luz pase a través de ellos sin dispersión ni refracción, lo que resulta en una apariencia completamente transparente (52). Por lo tanto, la manera en que los materiales dentales interactúan con la luz es crucial para su estética, y la capacidad de los escáneres IOS para capturar y reproducir esta interacción luminosa es esencial. Los escáneres IOS deben tener la capacidad de capturar y reproducir fielmente cómo los materiales dentales interactúan con la luz, abarcando, como hemos descrito anteriormente, aspectos como la reflexión, dispersión, refracción, transmisión y absorción. Esto garantiza una reproducción precisa de la opacidad y translucidez de los materiales dentales.

La corona clínica del diente natural, en condiciones óptimas, está formada por esmalte y dentina. En dientes jóvenes y sin patologías, el esmalte cubre la dentina; sin embargo, diversos procesos, como la erosión, la abrasión o la preparación para diferentes restauraciones, pueden provocar la pérdida del esmalte. En estas situaciones, el registro intraoral se realiza directamente sobre la dentina. En este estudio, nos hemos centrado exclusivamente en examinar el diente natural que no muestra ex-

posición de la dentina, considerando el esmalte y la dentina como una entidad única.

La composición del esmalte y la dentina varía entre individuos, generando una amplia diversidad en las propiedades ópticas de los dientes. Además, la estructura del diente no es homogénea en su superficie; por ejemplo, el espesor del esmalte disminuye a medida que nos acercamos al cuello del diente, resaltando así las propiedades ópticas de la dentina en esta área. En un estudio llevado a cabo por Spitzery Ten Bosch en 1975 (53), se examinó la absorción y dispersión de la luz en el esmalte y la dentina. Utilizando técnicas de espectroscopía, los investigadores midieron la absorción de la luz en diversas longitudes de onda en muestras de esmalte y dentina. Con ello, mostraron que tanto la absorción como la dispersión eran más fuertes en la dentina que en el esmalte, de forma que de cara al escaneado la dentina actúa como una capa más opaca en la que los haces de luz del sistema IOS penetran menos que en el esmalte, siendo este material más translúcido. A su vez, la dentina y el esmalte disponen de diferentes índices de refracción cambiando el comportamiento de la luz incidente. El índice de refracción de la dentina es 1,540 y el del esmalte es 1,63118 (52). Por tanto, los escaneados pueden variar en función de si la superficie escaneada es esmalte o dentina.

En consecuencia, la luz se comporta de manera dispar al incidir en el esmalte y la dentina. En el esmalte, la organización de sus cristales provoca una reflexión regular de la luz, mientras que, en la dentina, la reflexión es difusa. Es importante señalar que estas características pueden variar en áreas que han experimentado procesos de desmineralización (54), y también es necesario considerar fenómenos como la opalescencia del esmalte, que le confiere un brillo azulado (52). Este comportamiento lumínico difiere significativamente del que ocurre al incidir en materiales de restauración, ya sean de naturaleza cerámica o plástica. El esmalte, y, por tanto, el diente natural, se destaca como el material más translúcido entre los seleccionados para este estudio.

Como se ha expuesto con anterioridad, las propiedades ópticas del diente natural y los materiales empleados en la restauración dental pueden ser distintas, repercutiendo en los sistemas de captación utilizados en los escáneres intraorales (IOS). En el año 2001, DeLong R. (50) propuso la idea de que el registro digital de objetos con una superficie ligeramente rugosa, en contraposición a una superficie lisa, podía mejorar la precisión y exactitud del escaneado. Este planteamiento se fundamenta en que la dispersión de la luz, derivada de la reflexión en superficies lisas, podría registrar imágenes inexactas.

Por otra parte, materiales con elevada translucidez, como los glaseados de cerámica, o aquellos con marcada reflectividad, como los metales, pueden empeorar el proceso de escaneo. El estudio realizado en 2019 por Song y Kim (51) investigó sobre el impacto de diversos materiales de

brackets en los escaneados intraorales. Dentro de este estudio, se examinaron los efectos de la translucidez y reflectividad de los materiales de los brackets en la precisión y la exactitud de los escaneados. Los resultados del estudio indicaron que los materiales con mayor translucidez y reflectividad presentan discrepancias significativas en los escaneados, lo que podría conllevar a una reducción de la exactitud de los resultados obtenidos. Además, se evidenció que los materiales de tonalidad blanca y cerámica podían generar inconvenientes adicionales en el escaneo debido a su elevada translucidez. En consecuencia, se estableció que los materiales con alta translucidez y reflectividad podían incidir negativamente en la precisión y exactitud de los escaneados.

En lo referente a los materiales restauradores incluidos en la presente investigación, el óxido de circonio se presenta como un óxido policristalino derivado del circonio, cuyas propiedades ópticas se encuentran sujetas a diversas influencias. Estos factores abarcan su estructura cristalina, composición, presencia de impurezas, tamaño del grano previo al sinterizado, nivel de porosidad, calidad del pulido y los procedimientos durante su proceso de sinterización. Como consecuencia, la estandarización de las propiedades ópticas del óxido de circonio se ve dificultada, ya que estas dependen de las variaciones clínicas en el tratamiento de la cerámica y su composición. No obstante, se reconoce que los materiales compuestos por granos de circonia sinterizados tienden a manifestar opacidad, debido a la difusión de la luz ocasionada por la orientación de la estructura cristalina de sus granos, las interfaces entre ellos y la presencia de poros submicrométricos tanto intra como intergranulares (52).

En esta investigación, se seleccionaron dos coronas de óxido de circonio monolítico. Una de óxido de circonio translúcido IPS e.max ZirCard HT (Ivoclar Vivadent®, Schaan, Alemania) y una segunda de óxido de circonio de baja translucidez IPS e.max ZirCard LT (Ivoclar Vivadent®, Schaan, Alemania). Estas coronas integran dos tipos de materias primas: en la región oclusal, se utilizó un óxido de circonio translúcido con estructura 5Y-TZP, mientras que en la región cervical se optó por un óxido de circonio más opaco con estructura 4Y-TZP, que presentaba una translucidez similar a las cerámicas feldespáticas de alta resistencia. La circonia empleada en este estudio exhibe una estructura tetragonal policristalina compuesta principalmente de $ZrO_2 + HfO_2 + Y_2O_3$. Su grado de translucidez varía según la longitud de onda incidente, mostrándose más opaca para longitudes de onda de 690 nm y más transparente para longitudes de onda de 400 nm a pesar de que los índices de refracción de este material son inferiores a los de las cerámicas de óxido convencionales, su elevado índice de refracción proporciona un brillo característico denominado “brillo diamante”, derivado de la refracción total de la luz.

En relación con el disilicato de litio, IPS e.max CAD se configura mayormente con cristales de metasilicato de litio, constituyendo un 40% del

total. Estos cristales, de tamaño comprendido entre 0,2-1,0 μm y forma de plaquetas, se encuentran incrustados en una matriz vítreo junto con núcleos de disilicato de litio. Para minimizar las interfasas entre los materiales y reducir la presencia de partículas, se optó por un bloque de alta translucidez con cristales de 1,5x0.8mm dispersos en una matriz vítreo. Esta estrategia busca equiparar los índices de refracción de la fase cristalina y vítreo, resultando en una mayor translucidez del material. Con índices de refracción medios de 1,6 y 1,4 para estas fases, respectivamente, estos valores se asemejan considerablemente a los del diente natural, proporcionando un brillo y translucidez similares. A pesar de ello, su opacidad es superior a la del esmalte debido a la presencia de interfasas entre ambas fases, generando una mayor dispersión de la luz. En síntesis, el disilicato de litio emerge como el segundo material más translúcido después del óxido de circonio. En este estudio se utilizaron no obstante 2 grados de translucidez diferentes.

En cuanto al material híbrido nanocerámico, VOCO Grandio Blocs, está compuesto predominantemente por partículas de relleno nanohíbridas y una matriz orgánica de metacrilato que incluye principalmente UDMA y DMA (55). Su índice de refracción ronda aproximadamente 1,6, aunque es importante considerar que este valor puede experimentar variaciones ligeras según las condiciones de prueba y la composición específica del material. Ciertos estudios indican que este material puede presentar baja translucidez debido a las distintas propiedades de los índices de refracción de las partículas de relleno y la matriz orgánica de resina, interfiriendo en la dispersión de la luz visible (56). En términos de brillo, al contar con un mayor contenido orgánico en comparación con otros materiales, exhibe un brillo menor que el obtenido con estructuras cristalinas, situándolo como el material menos brillante entre los utilizados en el estudio. De nuevo hay que recordar que de igual manera que ocurría con el óxido de circonio y el disilicato de litio, en este caso también se analizaron dos grados de translucidez diferentes.

La capacidad de un material para reflejar la luz en una dirección específica, conocida como brillo, es una propiedad óptica fundamental. Dicha característica depende de factores como el índice de refracción del material, el ángulo de incidencia de la luz y la textura de la superficie. La textura, mejorada mediante el pulido, es esencial para lograr una estética adecuada en las restauraciones dentales. Aunque algunos estudios recientes, como el de Matzinger y cols. en 2019 (57), sugieren que diferentes protocolos de pulido no afectan significativamente la rugosidad superficial, con valores entre 0,02 y 0,16 μm , existe la percepción de que el alto brillo obtenido podría disminuir la calidad de los escaneos digitales. Sin embargo, se concluye que es necesario proporcionar un acabado brillante similar al que tendría la restauración en su cementación final para lograr una estética adecuada.

En una parte de este estudio, se optó por dar una rugosidad superficial a las restauraciones tras un proceso de arenado con partículas de óxido de aluminio en la superficie oclusal de las restauraciones y del diente natural, en consideración de la observación de DeLong R. y cols. (50) sobre el posible impacto negativo del alto brillo en los escaneos digitales.

Es esencial destacar que el esmalte natural puede experimentar cambios en su composición, como fisuras que alteran su estructura y modifican la trayectoria de los rayos de luz incidentes. Por el contrario, los materiales restauradores tienden a presentar superficies más uniformes. En consecuencia, el diente natural no solo exhibe una mayor capacidad de transmisión de luz, sino también propiedades ópticas más complejas.

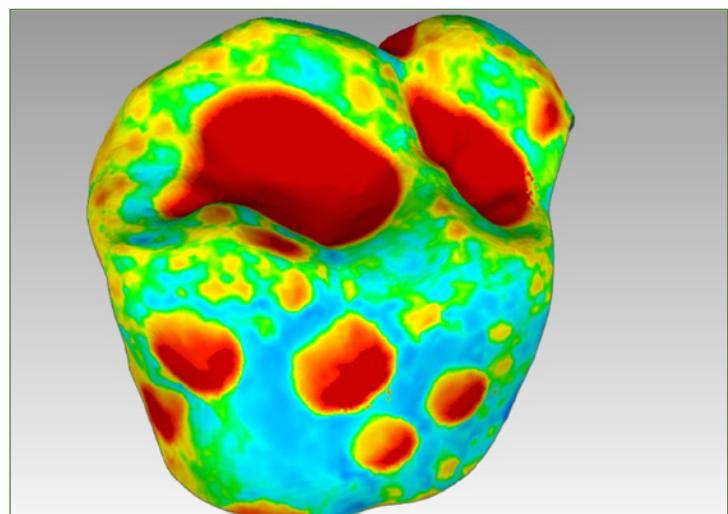
7.1.3 HUMECTIBILIDAD DE LOS MATERIALES

Durante el transcurso de la investigación, se constató que los diversos materiales restauradores exhibieron distintos niveles de mojabilidad. Específicamente, se observó que el óxido de circonio demostró una mojabilidad más pronunciada (figura 74) en comparación con los demás materiales investigados. Este comportamiento se manifestó con un patrón de mojado en forma de gota en las caras libres (vestibular y palatino) y un patrón en placas extensas en la cara oclusal. En contraste, los otros materiales presentaron patrones de mojado similares, caracterizados por una mojabilidad en forma de placas extensas en la cara oclusal y una mojabilidad de menor intensidad en las caras libres. Estos resultados pusieron de manifiesto la existencia de diferencias significativas en los niveles de mojabilidad entre los materiales examinados.

En relación con el óxido de circonio, se evidenció una capacidad de humectación baja, manifestándose en patrones de pequeñas gotas en las superficies libres y en placas extensas en la cara oclusal. El proceso de arenado con partículas de óxido de aluminio contribuyó a este patrón. Aunque el sistema de mojado utilizado puede saturar el óxido de circonio en el estudio, su comportamiento en boca podría variar, ya que las gotas no se adhieren a las mucosas. A pesar de su respuesta menos favorable al mojado durante el escaneo, el óxido de circonio tiene una menor tendencia a retener la humedad, lo que puede ser beneficioso en ciertas situaciones clínicas (figura 74).

Figura 74:

Ejemplo de patrón de mojado en la corona de óxido de circonio de baja translucidez con rugosidad superficial.



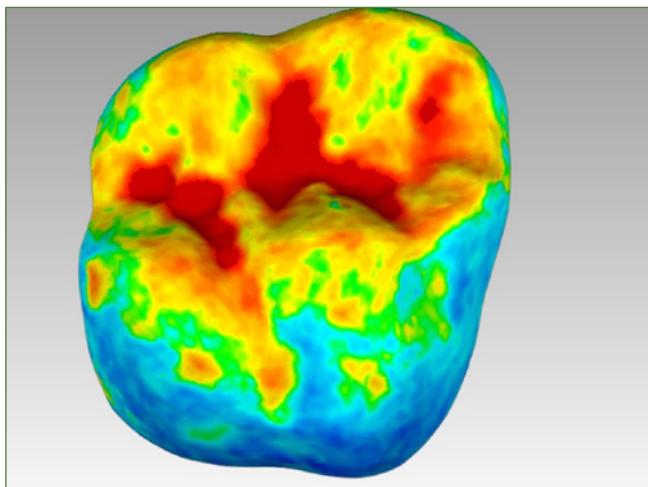


Figura 75:

Ejemplo de patrón de mojado en la corona de disilicato de litio de baja translucidez con rugosidad superficial.

Por otro lado, el disilicato de litio mostró un comportamiento distintivo al ser expuesto a saliva artificial sobre la corona central (figura 75). Se observó que la humedad tenía a dispersarse en las superficies libres de la corona, formando capas delgadas de líquido que se distribuían de manera uniforme, excepto en áreas retentivas como el surco palatino. No se evidenció una saturación significativa de humedad en la corona, y la capa delgada se dispersó fácilmente sin aumentar su grosor. Sin embargo, en áreas excluidas en el recorte con curva de las coronas, como los espacios interproximales y el surco gingival, la saliva artificial se acumuló debido a errores intrínsecos en el escaneo.

En cuanto al material híbrido nanocerámico, se observó una respuesta positiva ante la exposición a la humedad (figura 76). Se identificaron patrones distintivos en placas extensas, donde las áreas de humedad presentaban ángulos de contacto agudos, especialmente en las zonas rugosas sometidas al proceso de arenado.

Esto implicó una mayor acumulación de humedad en la superficie del esmalte en relación con el material híbrido y el disilicato de litio.

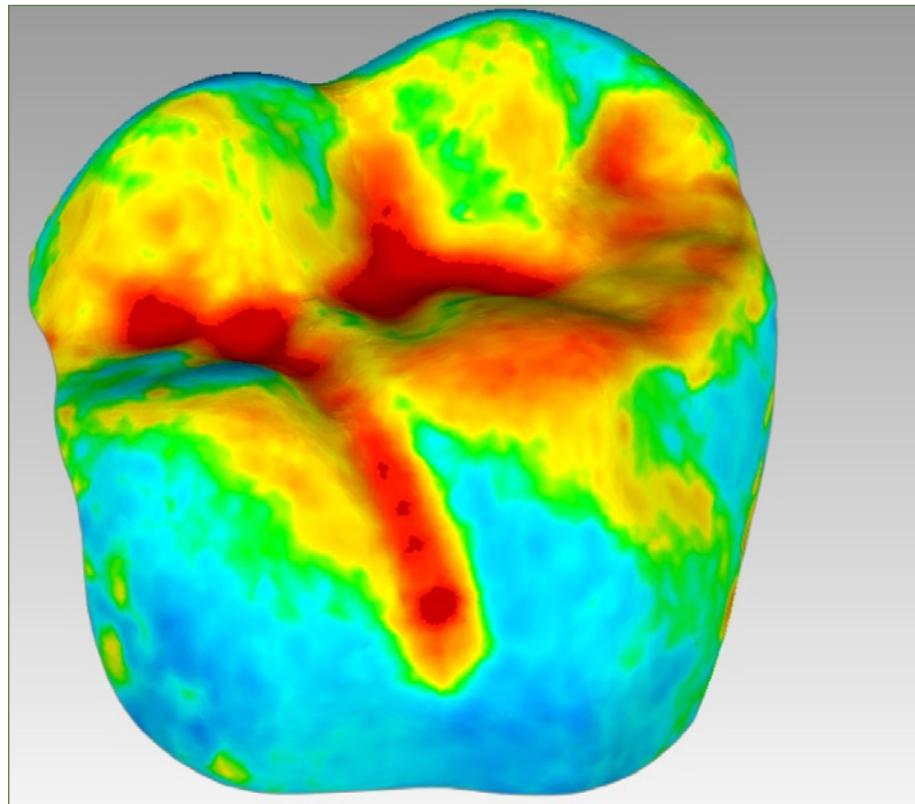


Figura 76:

Ejemplo de patrón de mojado en la corona de material híbrido nanocerámico de baja translucidez con rugosidad superficial.

Comparativamente, el esmalte también respondió de manera similar al mojado (figura 77), aunque con ángulos de contacto más obtusos en comparación con el material híbrido.

El estudio de Strassser y colaboradores en 2018(58), que analizó la capacidad de mojado de los materiales restauradores, mostró que la cerámica E.max ZirCAD, la cerámica E.Max CAD y la resina Grandio Blocs presentaban energías de superficie de 27,8 mN/m, 29,2 mN/m y 41,9 mN/m, respectivamente. Aunque el disilicato era más fácil de mojar que el óxido de circonio, los resultados no coincidieron con otros estudios, atribuyendo estas diferencias a la presencia de polímeros hidrofóbicos en el material híbrido, reduciendo su capacidad de mojado. Es esencial tener en cuenta que las condiciones de la cavidad oral, como la presencia de saliva, pueden influir en la capacidad de mojado en la práctica clínica. Además, el estudio de Strassser destacó que el tratamiento de las superficies oclusales con partículas de óxido de aluminio mejoró la capacidad de mojado de todos los grupos analizados.

Respecto al esmalte, las investigaciones de Nalin en 2021(59) midieron su energía de superficie en $28,8 \pm 4,6$ mN/m estudiando esmalte porcino. Sin embargo, la energía de superficie del esmalte y la dentina humana puede verse afectada por factores como la presencia de saliva, según Weekamp en 2021(60). Diferentes protocolos de pulido también pueden influir en la humectabilidad, como concluyó Strassser en 2018(58), donde indicaron que la energía de superficie disminuye después del pulido seco y aumenta después del pulido con pasta de pulido y chorro de arena.

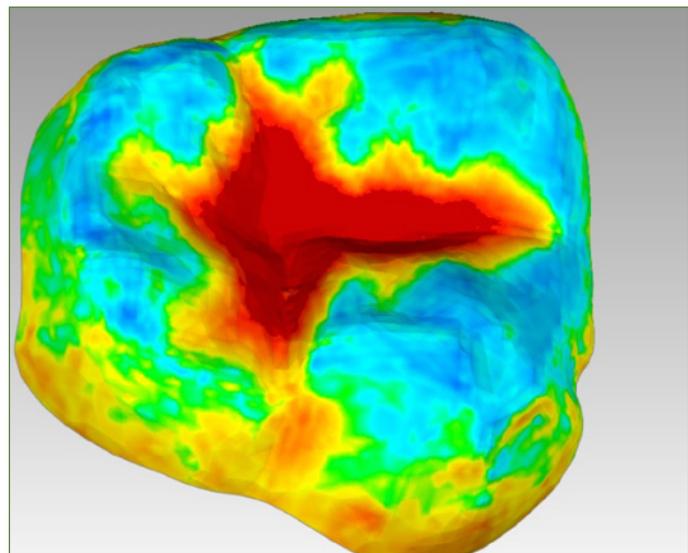


Figura 77:
Ejemplo de patrón de mojado esmalte con rugosidad superficial.

7.2 DISCUSIÓN DEL MÉTODO

7.2.1 SISTEMA DE PULVERIZACIÓN DE SALIVA

En la literatura actual, se encuentran tres métodos distintos para la aplicación de humedad a un modelo dental: el método de vapor (40), el método de aerosol (51) y el método de inmersión en una cuba (25). El método de vapor, reconocido por su capacidad para humedecer de manera uniforme la superficie del modelo y prevenir la formación de burbujas de aire o zonas secas, se utiliza comúnmente en la investigación de los efectos de la humedad ambiental en los escáneres intraorales. Sin embargo, presenta limitaciones al estudiar la humedad superficial, ya que requiere

tiempos de espera prolongados para lograr una humectación significativa y exige una cámara hermética.

El método de inmersión en una cuba, por otro lado, simula el mojado fisiológico de la cavidad oral, logrando una cobertura uniforme de toda la superficie del modelo, incluso en áreas de difícil acceso. Este enfoque puede mejorar la precisión del escáner intraoral y reduce la necesidad de manipulación manual, disminuyendo así posibles errores humanos. Sin embargo, presenta dos limitaciones notables: la incapacidad de regular el grosor de la capa de humedad, lo que puede afectar la coherencia de los resultados, y la distribución desigual de la capa de humedad entre diferentes materiales debido a la tensión superficial del líquido y la energía de superficie del material.

Por ende, el método de aerosol se considera actualmente el más favorable para evaluar la humectabilidad de un material, ya que ofrece la posibilidad de ajustar el grosor de la capa superficial de líquido y proporciona una distribución más uniforme de agua en la superficie del modelo, favoreciendo una captura de imágenes más precisa (51). A pesar de sus ventajas, este método también presenta ciertos inconvenientes, siendo el principal, la dificultad para estandarizar el caudal debido a múltiples variables como el flujo del compresor, el torque de las mangueras de aire comprimido y la viscosidad del líquido, entre otros. Además, su aplicación requiere una técnica adecuada para evitar la formación de burbujas de aire en la superficie del modelo. Para minimizar posibles errores humanos en este estudio, se ha empleado una base fija para el aerógrafo y se ha calibrado el flujo mediante una báscula de precisión.

En relación con la cantidad de líquido aplicado a los modelos, el nivel de humedad en la boca de los pacientes puede variar significativamente debido a factores individuales como la composición y el flujo de la saliva. Establecer un estándar universal para el grado de humedad en la cavidad oral resulta difícil. Por lo tanto, se optó por simular el flujo mínimo de saliva estimulada a 1 ml/min (61), incrementándose gradualmente mediante la apertura de un cuarto de vuelta en la tuerca del aerógrafo.

7.2.2 SISTEMA DE ARENADO DE PARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ALUMINIO

Con el propósito de reproducir las condiciones de rugosidad superficial derivadas del ajuste oclusal final post-cementado de la restauración sobre el diente central, se llevó a cabo un proceso de arenado utilizando partículas de óxido de aluminio. Este sistema de arenado implica la proyección a alta velocidad de partículas de óxido de aluminio sobre la superficie del modelo mediante una pistola de aire comprimido. La interacción de estas partículas con la superficie provoca una abrasión que elimina las capas superficiales y genera una rugosidad controlada. La manipulación de parámetros como el tamaño de las partículas, la veloci-

dad de proyección y la distancia entre la pistola y la superficie permite ajustar el proceso para obtener el resultado deseado.

El óxido de aluminio un material comúnmente utilizado en el arenado debido a su dureza y resistencia a la fractura. Además, su bajo costo y su característica no tóxica lo convierten en una alternativa segura y efectiva en comparación con otros materiales abrasivos. Sin embargo, es esencial su aplicación con precaución y bajo la supervisión de profesionales capacitados para garantizar la seguridad y la calidad del resultado final.

El estudio realizado por Strasser y colaboradores en 2018 (58) destaca que el tratamiento con chorro de arena ejerce un impacto significativo en la rugosidad, energía y daños superficiales de los materiales CAD/CAM utilizados en odontología. En comparación con otras técnicas de tratamiento superficial, como el pulido y el grabado con ácido, el uso de partículas de óxido de aluminio en el chorro de arena generó la mayor rugosidad superficial y los mayores daños en la superficie de los materiales. Además, este procedimiento también resultó en un aumento de la energía superficial de los materiales, indicando una alteración sustancial en las propiedades superficiales. Estos hallazgos sugieren que el tratamiento con partículas de óxido de aluminio puede ser una opción válida para incrementar la rugosidad de la superficie de los materiales CAD/CAM en odontología, lo que podría mejorar la adhesión y retención de dichos materiales en la práctica clínica. No obstante, hay que considerar que este aumento en la rugosidad y energía superficial puede aumentar el riesgo de acumulación de placa dental y la subsiguiente inflamación gingival, por lo que se debe evaluar detenidamente las ventajas y desventajas de cada tratamiento en cada situación clínica individual.

En cuanto a la influencia de la rugosidad superficial en la precisión y exactitud del escaneado intraoral, la literatura actual no ha presentado estudios específicos al respecto. No obstante, en un artículo reciente publicado por Revilla en 2022 (62), se analizó la influencia de los materiales y el acabado de las restauraciones dentales en la precisión del escaneado intraoral. Este estudio abordó diversas técnicas de acabado y midió la precisión de escaneado de cada muestra, utilizando diferentes materiales de restauración dental, como resina compuesta, cerámica, óxido de circonio y amalgama de plata. Los resultados revelaron que tanto el tipo de material como la técnica de acabado incidieron significativamente en la precisión del escaneado intraoral. Las restauraciones definitivas de cerámica y de óxido de circonio demostraron una mayor precisión de escaneado en comparación con las provisionales de resina compuesta y amalgama de plata. Asimismo, se observó que la técnica de glaseado tuvo un impacto negativo en la precisión de escaneado en comparación con la técnica de pulido. Es importante destacar que en la actualidad no existe un protocolo estandarizado para replicar las condiciones de rugosidad superficial en los modelos, por lo que el método de

arenado con partículas de óxido de aluminio empleado en este estudio es aceptado. De manera similar, en el artículo de Revilla de 2022, el pulido se llevó a cabo con fresas específicas, siendo una práctica habitual aceptada en el ámbito clínico (62).

7.2.3 ESCÁNER EMPLEADO

En la realización de este estudio, se empleó el sistema de escaneado intraoral TRIOS 3 (3Shape®, Copenhague, Dinamarca), reconocido como uno de los dispositivos más avanzados en el mercado. Este equipo destaca por su alta resolución de imagen y excepcional precisión, lo que le permite capturar incluso los detalles más pequeños en la cavidad oral del paciente. Además, goza de amplia popularidad en la literatura científica actual, respaldado por diversos estudios sobre odontología digital (7, 8, 25, 27, 38, 51, 63). La elección de este sistema nos brindó la oportunidad de comparar nuestros resultados con los de otras investigaciones en el mismo campo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las variaciones en las tecnologías de captación y los softwares de postprocesado entre distintos sistemas de escaneado pueden influir en los resultados, por lo que la extrapolación de los hallazgos del TRIOS 3 a otros sistemas debe hacerse con cautela.

Es relevante señalar que, para asegurar la aplicabilidad práctica de nuestros resultados, optamos por utilizar un escáner intraoral en lugar de un escáner extraoral. Aunque un escáner extraoral puede ofrecer mediciones más precisas y aisladas al explorar una superficie, el uso de un escáner intraoral resulta más pertinente para la práctica clínica. En este estudio, los archivos STL derivados del escáner extraoral se emplearon para analizar la exactitud del sistema de escaneado intraoral utilizado. Mientras que los archivos STL obtenidos a partir del escáner intraoral se utilizaron para evaluar la precisión del sistema IOS empleado.

7.2.4 TRATAMIENTO DE POSTPROCESADO

Tras la obtención de los archivos STL, se procedió al alineamiento de cada subgrupo mediante un modelo maestro correspondiente a cada grupo. En este proceso, se empleó la selección manual de las coronas de los dientes adyacentes, considerados elementos fijos del modelo que no experimentan variaciones. Sin embargo, es relevante destacar, que existe la posibilidad de que haya diferencias en el tamaño de las áreas seleccionadas entre modelos, lo que podría afectar el resultado del alineamiento. Aunque se asume la presencia de un error sistemático leve en el postprocesado del alineamiento, no se puede determinar con certeza si este error ha tenido un impacto significativo en la investigación.

El postprocesado de los archivos STL conlleva la posibilidad de varios errores sistemáticos que inciden en la calidad y precisión del modelo resultante. Estos errores abarcan problemas de orientación, interpolación incorrecta, cierre de superficies incompleto, errores de tolerancia y límites de la malla, entre otros.

La orientación incorrecta del archivo STL puede dar lugar a fallos en las operaciones de mecanizado o resultados inesperados. La interpolación incorrecta puede manifestarse en defectos en la superficie de la pieza, como escalones u ondulaciones. La presencia de huecos o bordes abiertos en los modelos STL requiere un cierre adecuado antes del postprocesado, y la incapacidad del software para realizar este cierre de manera efectiva puede ocasionar problemas en la geometría del modelo final. Además, es esencial establecer una tolerancia adecuada para evitar cortes incompletos o excesivamente profundos. Asegurar la calidad del modelo final implica contar con un software de diseño y postprocesado de alta calidad y verificar el uso de las configuraciones adecuadas para cada operación.

Las limitaciones asociadas con los límites de la malla surgen cuando se superponen mallas con bordes diferentes, que suelen ser imprecisos e irregulares, generando discrepancias en las distancias entre ambas mallas. Esto resulta en un aumento de los valores de RMS y otros indicadores de precisión, lo que se traduce en errores potencialmente significativos, incluso a nivel de varios centímetros (figura 78).

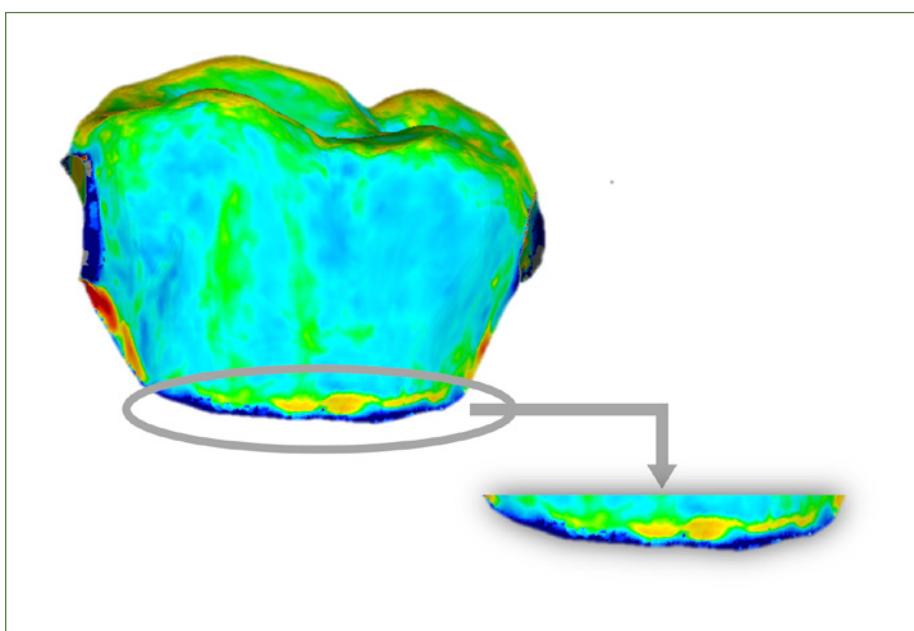


Figura 78:
Error de las superposiciones en el margen gingival antes de realizar el recorte de las coronas de los modelos de prueba.

En el estudio de Revilla publicado en 2020 (8), se aborda el problema conocido como “error de borde” durante el postprocesado de escaneados intraorales digitales. Los autores destacan que se pueden observar discrepancias en los bordes de la malla generada a partir del escaneo, afectando potencialmente la precisión del modelo resultante. Diversos factores, como la calidad del escaneo, la orientación de la cámara y la técnica de procesamiento de la malla, pueden contribuir a estas discrepancias. El estudio evalúa el impacto de las condiciones de luz ambiental en la precisión de diferentes escáneres intraorales, identificando que algunos escáneres tienen una mayor propensión a generar errores en los bordes de la malla. Se concluye que es fundamental tener en cuenta este problema durante el postprocesado y se sugiere realizar pruebas de calidad para evaluar la precisión de los modelos, aplicando correcciones si es necesario.

No obstante, mientras que Revilla aborda este problema mediante modificaciones en la estadística, nuestro estudio aplica correcciones directas en el postprocesado para resolverlo. Es importante señalar que no existe actualmente un protocolo estandarizado para limitar este tipo de error, por lo que ambas soluciones son aceptadas.

Para controlar y reducir el error en el postprocesado, implementamos una curva personalizada para cada modelo maestro, sirviendo como referencia para realizar un recorte individualizado de las coronas centrales de los modelos de estudio. Se aseguró que el límite de la malla en los modelos de estudio coincidiera con el del modelo maestro. Es relevante mencionar que la curva personalizada se ajusta perfectamente al modelo maestro, pero no necesariamente a otros modelos. Por lo tanto, al proyectar la curva personalizada sobre otros modelos, pueden surgir discrepancias que resulten en diferentes límites de la malla, introduciendo un error significativo. Este proceso de proyección está determinado por el software utilizado en el postprocesado.

El recorte de la corona con curva libre presenta una limitación importante, ya que se requiere una curva diferente para cada modelo maestro, lo que puede llevar a que, en algunos casos, el área de las coronas de estudio sea mayor. Esto ha resultado en que algunas coronas abarquen zonas anatómicas más complejas, como las caras interproximales. Para mitigar este error, ajustamos la curva libre a 1 mm del margen gingival y utilizamos detección automática de la curva en las zonas interproximales. Manualmente alejamos la curva de áreas con mayor densidad de triángulos para evitar incluir áreas innecesarias.

7.3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Hasta el momento, no existen investigaciones previas en la literatura que posibiliten la comparación de los resultados alcanzados en el presente

estudio. Sin embargo, este estudio ha permitido identificar de manera efectiva el impacto de la humedad, la rugosidad superficial y el diferente grado de translucidez de los materiales estudiados sobre los escaneados intraorales, abriendo la puerta a la aplicación de protocolos apropiados. En consecuencia, los hallazgos de esta investigación son originales y podrían sentar las bases para el desarrollo de protocolos clínicos que permitan la obtención de escaneos con niveles de precisión y exactitud óptimos.

7.3.1 GRADO DE TRANSLUCIDEZ DEL MATERIAL

En cuanto a la influencia de la translucidez en la precisión y la exactitud de los escaneados intraorales, el estudio de Song en 2019(51) analizó el efecto de la humedad superficial en los escaneados intraorales en modelos de plástico con brackets metálicos y cerámicos, empleando saliva artificial pulverizada con un aerógrafo. Los resultados indicaron que los materiales más translúcidos y brillantes exhibían diferencias significativas en los escaneados. Estos hallazgos reflejan conclusiones similares a los resultados obtenidos de nuestro estudio, en el cual la translucidez superficial demostró un impacto variable en la exactitud y/o la precisión, dependiendo de la combinación específica de material y nivel de humedad.

En el óxido de circonio y el disilicato de litio la translucidez mejora los niveles de exactitud de los escaneados, pero no ocurre lo mismo en los materiales híbridos. En cuanto a la precisión no vemos un patrón definido y de nuevo es la conjunción de los factores estudiados los que van a dar unos resultados variables.

En el análisis realizado por Delong y cols. en 2001 (51), los materiales con alta translucidez, como los glaseados de cerámica, o con alta reflexión como los metales pueden afectar a la precisión y exactitud de los escaneados, como ocurre en nuestro estudio.

7.3.2 RUGOSIDAD SUPERFICIAL

En relación con la influencia de la rugosidad superficial en la precisión y exactitud de los escaneados intraorales, se encontró un artículo similar publicado en 2022 por Revilla y colaboradores (62). En dicho estudio, se evaluó cómo los materiales restauradores y el acabado de las superficies dentales incidían en la precisión del escaneado intraoral. Los resultados obtenidos indicaron que tanto el tipo de material empleado como la técnica de acabado tenían un impacto significativo en la precisión y la exactitud de los escaneos intraorales. Aunque la investigación no se centró directamente en los efectos de la rugosidad superficial en los escaneos, se observó que la técnica de glaseado afectaba negativamente a la preci-

sión y la exactitud del escaneo en comparación con la técnica de pulido. Estos hallazgos coinciden con las conclusiones obtenidas en nuestro estudio, donde la rugosidad superficial demostró tener un impacto variable en la exactitud y/o precisión, dependiendo de la combinación específica de material y nivel de humedad.

El estudio de Strasser y colaboradores, publicado en 2018 (58), propuso analizar y comparar los efectos de diversos tratamientos superficiales en materiales CAD/CAM utilizados en odontología, como el disilicato de litio, el óxido de circonio y la resina de polimetilmetacrilato. En esta investigación, se evaluaron tratamientos como el grabado con ácido, chorreado de arena y pulido mecánico, y se analizaron las propiedades superficiales (rugosidad y daños superficiales) de dichos materiales. Los resultados revelaron que tanto el chorreado de arena como el grabado ácido generaron un aumento significativo en la rugosidad superficial, mientras que el tratamiento con láser y el pulido mecánico provocaron una disminución en dicha rugosidad. Además, se observó que el tratamiento con chorreado de arena incrementó la energía superficial de los materiales, mejorando su capacidad de mojado. Estos hallazgos coinciden con los resultados de nuestra investigación, donde la mejora en la capacidad de mojado se atribuyó al tratamiento de la superficie oclusal mediante el chorreado con partículas de óxido de aluminio.

7.3.3 HUMEDAD SUPERFICIAL

En relación con la influencia de la humedad superficial, se encontró una investigación previa realizada por Song en 2019 (51), la cual abordó de manera semejante los efectos de la humedad superficial en escaneados intraorales, específicamente en modelos de plástico con brackets de diversos materiales, como brackets metálicos y cerámicos. En dicho estudio, se utilizó saliva artificial pulverizada mediante un aerógrafo para aplicar una capa uniforme sobre el modelo. No obstante, se observó que esta técnica de pulverización era altamente susceptible a errores humanos. Los resultados revelaron que los materiales más translúcidos y brillantes manifestaban diferencias más notables en los escaneados. Aunque el análisis no se centró directamente en los efectos de la humedad en los escaneados, se constató que la acumulación de saliva artificial en el contorno del bracket generaba imprecisiones en los resultados. Los hallazgos confirmaron que el incremento de la humedad superficial disminuía la exactitud de los escaneados intraorales tal y como ocurría con la totalidad de los grupos analizados en nuestro estudio.

En el año 2022, se llevó a cabo un estudio dirigido por Chen y col. (25), donde se examinó el impacto de la presencia de líquidos en la superficie dental en la precisión y exactitud de los escaneados intraorales. Los resultados obtenidos indicaron que la presencia de líquidos podría com-

prometer la exactitud de los resultados, respaldando hallazgos similares a los de nuestra propia investigación. Sin embargo, es importante destacar que no se dispone de información detallada sobre los diferentes grados de humedad utilizados en su investigación, lo que limita la posibilidad de realizar una comparación más exhaustiva con nuestro propio estudio.

En el estudio realizado por Park y colaboradores en 2018 (40), se evaluó la exactitud y la precisión de los sistemas de escaneo intraoral mediante un simulador que replicaba las condiciones del entorno intraoral. Los resultados obtenidos señalaron que ni la humedad ni la temperatura ambiental ejercían un impacto significativo en la precisión y exactitud de los escaneos intraorales. Estos hallazgos guardan similitud con los resultados de nuestro propio estudio, donde se constató que el grupo con menor nivel de humedad no presentó diferencias significativas en la exactitud y precisión de los escaneos intraorales.

De acuerdo con la literatura científica consultada, actualmente no existe una recomendación establecida acerca del empleo de técnicas de aislamiento absoluto previas al escaneado, tal como propuso Henarejos-Domingo y cols. en 2021 (64). No obstante, investigaciones realizadas por Salmanpour y cols. en 2020 (63), así como por Chen y cols. en 2022 (25), han resaltado la eficacia de utilizar técnicas de aislamiento relativo mediante el uso de rollos de algodón y eyector de saliva. Estas técnicas, según estos estudios, mejoran de manera significativa la exactitud de los escaneados intraorales. Es crucial señalar que, según estos autores, este tipo de enfoques permite tolerar niveles mínimos de humedad, eliminando la necesidad de recurrir al aislamiento absoluto en muchos casos.

7.4 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En términos generales este estudio ofrece una serie de limitaciones. En primer lugar, se trata de un estudio *in vitro* por lo que no siempre se pueden extrapolar los resultados obtenidos en situaciones reales. Como ya se ha explicado, se ha trabajado con saliva artificial y se ha intentado que todas las variables externas no influyeran en el estudio, pero el medio oral en sí ofrece unas circunstancias de humedad y temperatura específicas del organismo que difícilmente se pueden replicar en un estudio *in vitro*.

Por otro lado, una de las variables analizadas fue el efecto de la translucidez en la exactitud y precisión de los escaneados intraorales de diferentes materiales restauradores. El cemento utilizado como se explicó en el apartado material y métodos fue el cemento provisional Temp Bond NE™ (Temp Bond NE™, Kerr, Salerno, Italia) que es un cemento opaco con lo que podría haber alterado los resultados obtenidos.

De todas formas y en términos generales, la creación del dispositivo para simular los diferentes niveles de humedad resulta de gran utilidad y puede servir en futuros estudios que sigan esta línea de investigación.

7.5 DISCUSIÓN DE LAS HIPÓTESIS DE TRABAJO

En relación con las hipótesis planteadas en nuestro estudio, la primera hipótesis (H0) en la que se afirma que “No habrá diferencias en la precisión y exactitud del escaneado intraoral en función del material restaurador (esmalte, circonio, disilicato y material híbrido nanocerámico)” se rechaza ya que sí se observan diferencias estadísticamente significativas entre algunos de los materiales en su exactitud, siendo E el material que obtuvo mejores escaneados intraorales. En términos de precisión ocurrió algo parecido apareciendo de nuevo diferencias estadísticamente significativas entre los materiales estudiados. En esta ocasión fue HH el material más preciso en los escaneados intraorales sin tener en cuenta el resto de las variables estudiadas.

En segundo lugar, se planteó la hipótesis(H1) en la que “El incremento de la humedad no afectará a la exactitud y la precisión de los escaneados intraorales”. Esta hipótesis es rechazada parcialmente. La impresión general que se desprendió fue que un nivel bajo de humedad (grupos analizados en seco y humedad baja 1ml/min.) alteraba escasamente la exactitud y la precisión de los escaneados intraorales.

Con nivel medio de humedad hubo una pérdida evidente de exactitud en grupos E, ZH, ZHA y DLA. En los híbridos se observó poco impacto y EA sorprendió por su buen comportamiento; ese nivel de humedad no afectaba la exactitud de los escaneados intraorales. La imprecisión aumentaba en modo parecido a niveles medios de humedad; la precisión disminuía en E, ZH, ZHA y DLA, no apareciendo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la precisión en los grupos híbridos. El grupo más preciso y exacto fue el EA a ese nivel de humedad. Con niveles altos de humedad, la pérdida de exactitud fue evidente en E, EA y todos los Z; pero impactó menos en los D, donde incluso la precisión fue estable respecto al nivel anterior.

Respecto a H2 donde se plantea si “Los materiales rugosos no obtendrán mejores resultados de precisión y exactitud, en comparación con el esmalte natural rugoso independientemente del grado de humedad superficial” podemos afirmar que esta hipótesis es parcialmente aceptada.

En términos de exactitud es aceptada ya que es EA el material que ofrece mejores resultados, pero sin embargo no existen diferencias estadísticamente significativas con DHA y ZHA. Aunque sí con ZLA, DLA, HLA y HHA.

En cuanto a la precisión esta hipótesis es rechazada ya que DH, DHA, HL, DL, HH, HLA, ZL, ZH y HHA fueron más precisos en los escaneados intraorales que EA, aunque no siempre de manera significativa.

Analizando la H3 que afirma que "La translucidez de los materiales restauradores (óxido de circonio, disilicato y material híbrido) no afectará a la precisión y exactitud del escaneado intraoral" podemos decir que se rechaza. En cuanto a la exactitud de los escaneados intraorales el efecto de tener alta o baja translucidez influyó de manera distinta según el material estudiado. DH y ZH obtuvieron escaneados más exactos que DL y ZL, es decir que la alta translucidez mejora la exactitud de los escaneados, sin embargo, en los materiales híbridos ocurrió justamente lo contrario.

Analizando la desviación media de los RMS de nuevo rechazamos la hipótesis planteada. La translucidez no resulta ser un factor determinante: la precisión va a aumentar o disminuir dependiendo del material.

Sí podemos afirmar que el material más preciso y exacto fue DH.

Por último y en relación con H4 de que "En condiciones de humedad superficial alta, el escaneado del esmalte no obtendrá valores más precisos y exactos que los materiales restauradores (óxido de circonio, disilicato y material híbrido) esta hipótesis es aceptada.

En cuanto a la exactitud de los escaneados intraorales y basándonos en las pruebas F, destacó el buen comportamiento del DH, que apareció como el material más exacto a la hora de escanear. Por el contrario, el grupo ZLA fue el más inexacto en los registros de escaneado intraoral de todos los estudiados.

Por otro lado, DH y HLA fueron los materiales con escaneados más precisos frente a ZHA, ZLA y HHA, grupos extremadamente imprecisos en los escaneados y con diferencias estadísticamente significativas ($p=<0,001$).

7.6 IMPLICACIONES CLÍNICAS

El material, la translucidez, la rugosidad y el nivel de humedad fueron factores que afectaron significativamente en la exactitud y la precisión de los escaneados intraorales. Su influencia no respondió a un patrón general, sino que dependió de la combinación específica de los factores estudiados.

Entre los 4 materiales de referencia (E, ZL, DL y HL), los escaneados intraorales del esmalte E resultaron más exactos que los de ZL y DL. En términos de precisión el esmalte fue, sin embargo, más impreciso que HL y DL.

7.6.1 TRANSLUCIDEZ

Los materiales con alta translucidez obtuvieron mejores valores exactitud de los escaneados intraorales en los grupos Z (ZH, ZHA) y D (DH, DHA); sin embargo, en el material híbrido nanocerámico los grupos HH y HHA (alta translucidez) fueron los grupos que peores resultados ofrecieron en términos de exactitud.

La precisión del D mejoró en los grupos de alta translucidez (DH, DHA). En cambio, los grupos con baja translucidez (ZL, ZLA, DL, DLA, HL, HLA) fueron los más imprecisos.

De estos resultados podemos deducir que cuando escaneamos restauraciones de óxido de circonio y disilicato de litio más translúcidas estas ofrecen un escaneado más exacto que las restauraciones de material híbrido nanocerámico.

En términos generales, la tendencia de los resultados es que los materiales translúcidos van a ofrecer un mejor escaneado intraoral.

7.6.2 RUGOSIDAD SUPERFICIAL

La rugosidad superficial fue la variable que por sí misma menos influyó en los resultados en general. Sin embargo, el material que peores resultados ofreció fue el HLA. De esta parte del estudio se puede concluir que cuando se realiza un retoque o reajuste oclusal en alguna restauración, este no va a influir en la calidad de escaneados intraorales.

7.6.3 HUMEDAD SUPERFICIAL

El incremento de humedad afectó a la exactitud y precisión de los escaneados intraorales. En algunos grupos el impacto fue progresivo; pero en otros sólo un nivel medio-alto de humedad generó diferencias respecto a seco-baja humedad (entre estos dos prácticamente no se observaron nunca diferencias estadísticamente significativas). El material al que menos le afectaron los niveles altos de humedad fue el disilicato de litio. Podemos concluir que no resulta necesario realizar técnicas de aislamiento absoluto para escanear y que únicamente se recomienda el uso del aspirador de saliva y de la jeringa del equipo para asegurar un mejor registro de escaneado intraoral. ■

8

CONCLUSIONES

1. Al analizar los 4 materiales de referencia (esmalte, óxido de circonio, disilicato de litio y material híbrido nanocerámico) y sin tener en cuenta la translucidez, la rugosidad superficial y la humedad, el esmalte ofreció resultados más exactos a la hora de ser escaneado. Sin embargo, el material más preciso fue el material híbrido nanocerámico de baja translucidez.
2. Al analizar qué material de la totalidad de los estudiados ofreció escaneados más exactos o precisos según su translucidez, podemos concluir que:
 - 2.1 Los materiales altamente translúcidos exhibieron una mayor exactitud en los escaneados intraorales en los grupos óxido de circonio y disilicato de litio. Contrariamente, el material híbrido nanocerámico de alta translucidez, presentó los resultados peores en términos de exactitud.
 - 2.2 La precisión del disilicato de litio es superior en los grupos de alta translucidez. La totalidad de los grupos con baja translucidez fueron los menos precisos.
3. Tras comparar las muestras pulidas o rugosas:
 - 3.1 El material más exacto en los escaneados intraorales fue el esmalte con presencia de rugosidad superficial seguido del disilicato de litio de alta translucidez pulido. Resultando los materiales más inexactos los materiales híbridos nanocerámicos de alta translucidez con o sin presencia de rugosidad superficial.
 - 3.2 En términos de precisión fue el disilicato de litio de alta translucidez con y sin presencia de rugosidad superficial el material más preciso. Los más imprecisos fueron el disilicato de litio y el óxido de circonio de baja translucidez rugosos. La rugosidad superficial tuvo una influencia relativamente menor en los resultados en general.

4. El aumento de humedad afectó tanto a la exactitud como a la precisión de los escaneados intraorales. En la totalidad de los grupos estudiados los niveles seco-bajo de humedad no presentaban diferencias estadísticamente significativas. Los escaneados intraorales ofrecían unos niveles parecidos de exactitud y precisión. Por el contrario, niveles más altos de humedad y sobre todo en condiciones de humedad alta sí aparecían diferencias estadísticamente significativas en también la totalidad de los grupos.
 - 4.1 El disilicato de litio de baja translucidez con presencia de rugosidad superficial en condiciones de humedad media mostró los peores niveles de precisión de escaneado intraoral.
 - 4.2 El material híbrido nanocerámico de baja translucidez no ofrece diferencia alguna de precisión de los escaneados entre los diferentes niveles de humedad.
 - 4.3 En términos generales, el disilicato de litio fue el material que mejor comportamiento presentó en niveles altos de humedad.
5. Los factores como el material, la translucidez, la rugosidad y el nivel de humedad ejercieron una influencia considerable en la exactitud y precisión de los escaneados intraorales. Su efecto no siguió un patrón uniforme, sino que dependió de la combinación específica de los factores examinados.

Es necesario llevar a cabo más investigaciones *in vitro*, pero sobre todo clínicas para analizar el efecto de material restaurador, grado de translucidez, rugosidad superficial y humedad en la exactitud y precisión de los escaneados intraorales. ■

9

BIBLIOGRAFÍA

9

BIBLIOGRAFÍA

1. Revilla-León M, Frazier K, da Costa JB, Kumar P, Duong ML, Khajotia S, et al. Intraoral scanners: An American Dental Association Clinical Evaluators Panel survey. *J Am Dent Assoc.* 2021; 152(8):669-70.
2. Io Russo L, Caradonna G, Troiano G, Salamini A, Guida L, Ciavarella D. Three-dimensional differences between intraoral scans and conventional impressions of edentulous jaws: A clinical study. *J Prosthet Dent.* 2020; 123(2):264-8.
3. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, et al. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent.* 2017; 118(1):36-42.
4. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, et al. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. *J Healthc Eng.* 2017; 2017:8427595.
5. Kim J, Park JM, Kim M, Heo SJ, Shin IH, Kim M. Comparison of experience curves between two 3-dimensional intraoral scanners. *J Prosthet Dent.* 2016; 116(2):221-30.
6. Lim JH, Park JM, Kim M, Heo SJ, Myung JY. Comparison of digital intraoral scanner reproducibility and image trueness considering repetitive experience. *J Prosthet Dent.* 2018; 119(2):225-32.
7. Müller P, Ender A, Joda T, Katsoulis J. Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRIOS Pod scanner. *Quintessence Int.* 2016; 47(4):343-9.
8. Revilla-León M, Jiang P, Sadeghpour M, Piedra-Cascón W, Zandinejad A, Özcan M, et al. Intraoral digital scans-Part 1: Influence of ambient scanning light conditions on the 108 accuracy (trueness and precision) of different intraoral scanners. *J Prosthet Dent.* 2020; 124(3):372-8.

9. Moon YG, Lee KM. Comparison of the accuracy of intraoral scans between complete-arch scan and quadrant scan. *Prog Orthod*. 2020; 21(1):36.
10. Park JM. Comparative analysis on reproducibility among 5 intraoral scanners: sectional analysis according to restoration type and preparation outline form. *J Adv Prosthodont*. 2016; 8(5):354–62.
11. Abduo J, Elseyoufi M. Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2018; 26(3):101–21.
12. Jin-Young Kim R, Benic GI, Park JM. Trueness of intraoral scanners in digitizing specific locations at the margin and intaglio surfaces of intracoronal preparations. *J Prosthet Dent*. 2021; 126(6):779–86.
13. Anh J won, Park JM, Chun YS, Kim M, Kim M. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: effects of tooth irregularity and scanning direction. *Korean J Orthod*. 2016; 46(1):3-12.
14. Fraile Benítez C, Pradíes Ramiro G. Estudio clínico descriptivo transversal de la fiabilidad de registros intermaxilares obtenidos mediante escaneado digital intraoral [Trabajo de fin de máster]. [Madrid]: Universidad Complutense de Madrid; 2014.
15. Donovan TE, Chee WWL. A review of contemporary impression materials and techniques. *Dent Clin North Am*. 2004; 48(2):vi–vii, 445–70.
16. Hamid AH, Haidar AH, Ahmad AH. Review of the Intraoral Scanners at IDS 2019. *Institute of digital dentistry*. 2019.
17. Van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PLoS One*. 2012; 7(8):43312.
18. García-Martínez I, CáceresMonllor D, Solaberrieta E, Ferreiroa A, Pradíes G. Accuracy of digitization obtained from scannable and nonscannable elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent*. 2021; 125(2):300–6.
19. Mosier M, Barmak BA, Gómez-Polo M, Zandinejad A, Revilla-León M. Digital and analog vertical dimension measurements: A clinical observational study. *Int J Prosthodont*. 34(4):419–27.
20. Piedra-Cascón W, Meyer MJ, Methani MM, Revilla-León M. Accuracy (trueness and precision) of a dual-structured light facial scanner and interexaminer reliability. *J Prosthet Dent*. 2020; 124(5):567–74.

21. Piedra-Cascón W, Fountain J, Att W, Revilla-León M. 2D and 3D patient's representation of simulated restorative esthetic outcomes using different computer-aided design software programs. *J Esthet Restor Dent.* 2021; 33(1):143–51.
22. Robles-Medina M, Romeo-Rubio M, Salido MP, Pradíes G. Digital Intraoral Impression Methods: An Update on Accuracy. *Curr Oral Health Rep.* 2020; 7(4):361–75.
23. Oh KC, Park JM, Moon HS. Effects of Scanning Strategy and Scanner Type on the Accuracy of Intraoral Scans: A New Approach for Assessing the Accuracy of Scanned Data. *J Prosthodont.* 2020; 29(6):518–23.
24. Medina-Sotomayor P, Pascual-Moscardó A, Camps I. Accuracy of four digital scanners according to scanning strategy in complete-arch impressions. *PLoS One.* 2018; 13(9):0202916.
25. Chen Y, Zhai Z, Li H, Yamada S, Matsuoka T, Ono S, et al. Influence of Liquid on the Tooth Surface on the Accuracy of Intraoral Scanners: An In Vitro Study. *J Prosthodont.* 2022; 31(1):59–64.
26. Logozzo S, Franceschina G, Kilpela A, Caponi M, Governi L, Blois L. A Comparative Analysis Of Intraoral 3d Digital Scanners For Restorative Dentistry. *J Medical Internet Res.* 2011; 5 (1).
27. Medina-Sotomayor P, Ordóñez P, Ortega G. Accuracy of Intraoral Digital Impression Systems in Restorative Dentistry: A Review of the Literature. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2020; 205–16.
28. Vélez Jaramillo AS, Martínez Saravia JA, Villarraga Rodríguez AM. Exactitud de escáneres intraorales en protodoncia. Una revisión de la literatura [Internet]. Pontificia Universidad Javeriana: 2020. [Consultado agosto 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/1308>
29. Al-Hassiny A. iDD Compares Intraoral Scanner Reviews from IDS 2021[Internet]. Digital Dentistry Reviews, Institute of Digital Dentistry: 2023. [Consultado agosto 2023]. Disponible en: <https://instituteofdigitaldentistry.com/ios-reviews/intraoral-scanner-reviews-from-ids-2021-ios-market-update/>
30. Al-Hassiny DA. Trios 4 review: Intraoral Scanner [Internet]. Digital Dentistry Blog, Institute of Digital Dentistry: 2021. [Consultado 25 agosto 2023]. Disponible en: <https://instituteofdigitaldentistry.com/ios-reviews/trios-4-intra-oral-scanner-review/>
31. Trios 5 de 3shape - El escáner intraoral higiénico y Fácil de Usar [Internet]. 3Shape. [Consultado agosto 2023]. Disponible en: <https://www.3shape.com/es/scanners/trios-5>

32. Persson ASK, Andersson M, Odén A, Sandborgh-Englund G. Computer aided analysis of digitized dental stone replicas by dental CAD/CAM technology. *Dent Mater*. 2008; 24(8):1123–30.
33. Persson A, Andersson M, Oden A, Sandborgh-Englund G. A three-dimensional evaluation of a laser scanner and a touch-probe scanner. *J Prosthet Dent*. 2006; 95(3):194–200.
34. Quaas S, Rudolph H, Luthardt RG. Direct mechanical data acquisition of dental impressions for the manufacturing of CAD/CAM restorations. *J Dent*. 2007; 35(12):903–8.
35. Piedra-Cascón W, Methani MM, Quesada-Olmo N, Jiménez-Martínez MJ, Revilla-León M. Scanning accuracy of nondental structured light extraoral scanners compared with that of a dental-specific scanner. *J Prosthet Dent*. 2021; 126(1):110–4.
36. Zarone F, Ruggiero G, Ferrari M, Mangano F, Joda T, Sorrentino R. Accuracy of a chairside intraoral scanner compared with a laboratory scanner for the completely edentulous maxilla: An in vitro 3-dimensional comparative analysis. *J Prosthet Dent*. 2020; 124(6):1-7.
37. Diker B, Tak Ö. Accuracy of six intraoral scanners for scanning complete-arch and 4-unit fixed partial dentures: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2022;128(2):187-94.
38. Revilla-León M, Jiang P, Sadeghpour M, Piedra-Cascón W, Zandinejad A, Özcan M, et al. Intraoral digital scans: Part 2-influence of ambient scanning light conditions on the mesh quality of different intraoral scanners. *J Prosthet Dent*. 2020; 124(5):575–80.
39. Revilla-León M, Subramanian SG, Özcan M, Krishnamurthy VR. Clinical Study of the Influence of Ambient Lighting Conditions on the Mesh Quality of an Intraoral Scanner. *J Prosthodont*. 2020; 29(8):651–5.
40. Park HN, Lim YJ, Yi WJ, Han JS, Lee SP. A comparison of the accuracy of intraoral scanners using an intraoral environment simulator. *Journal Adv Prosthodont*. 2018; 10(1):58-64.
41. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: A new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent*. 2013; 109(2):121–8.
42. Carbajal Mejía JB, Wakabayashi K, Nakamura T, Yatani H. Influence of abutment tooth geometry on the accuracy of conventional and digital methods of obtaining dental impressions. *J Prosthet Dent*. 2017;118(3):392-99.

- 43.** Asar NV, Yun S, Schwartz S, Turkyilmaz I. Analysis of the relationship between the surface topography of prepared tooth surfaces and data quality of digital impressions from an intraoral scanner. *J Dent Sci.* 2022;17(1):545-50.
- 44.** Chen Y, Zhai Z, Li H, Yamada S, Matsuoka T, Ono S, Nakano T. Influence of Liquid on the Tooth Surface on the Accuracy of Intraoral Scanners: An In Vitro Study. *J Prosthodont.* 2022;31(1):59-64.
- 45.** Dutton E, Ludlow M, Mennito A, Kelly A, Evans Z, Culp A, Kessler R, Renne W. The effect different substrates have on the trueness and precision of eight different intraoral scanners. *J Esthet Restor Dent.* 2020;32(2):204-18.
- 46.** Lim JH, Mangal U, Nam NE, Choi SH, Shim JS, Kim JE. A Comparison of Accuracy of Different Dental Restorative Materials between Intraoral Scanning and Conventional Impression-Taking: An in vitro study. *Materials (Basel).* 2021;14(8):2060.
- 47.** Revilla-León M, Young K, Sicilia E, Cho SH, Kois JC. Influence of definitive and interim restorative materials and surface finishing on the scanning accuracy of an intraoral scanner. *J Dent.* 2022; 120:104114.
- 48.** ISO/TC 106/SC 9 Dental CAD/CAM systems. *Odontología. Dispositivos de impresión digital. Parte 1: Métodos para evaluar la precisión.* (ISO 20896-1:2019). 2019. 1–15.
- 49.** Son K, Lee KB. Effect of finish line locations of tooth preparation on the accuracy of intraoral scanners. *Int J Comput Dent.* 2021;24(1):29-40.
- 50.** DeLong R, Pintado MR, Ko CC, Hodges JS, Douglas WH. Factors influencing optical 3D scanning of vinyl polysiloxane impression materials. *J Prosthodont.* 2001;10(2):78-85.
- 51.** Song J, Kim M. Accuracy on Scanned Images of Full Arch Models with Orthodontic Brackets by Various Intraoral Scanners in the Presence of Artificial Saliva. *BioMed Res Int.* 2020; 2020:1-8.
- 52.** Shahmiri R, Standard OC, Hart JN, Sorrell CC. Optical properties of zirconia ceramics for esthetic dental restorations: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2018;119(1):36-46.
- 53.** Spitzer D, Bosch JT. The absorption and scattering of light in bovine and human dental enamel. *Calcif Tissue Res.* 1975;17(2):129-37.
- 54.** Hoffmann L, Feraric M, Hoster E, Litzenburger F, Kunzelmann KH. Investigations of the optical properties of enamel and dentin for early caries detection. *Clin Oral Investig.* 2021;25(3):1281-89.

- 55.** Grzebieluch W, Mikulewicz M, Kaczmarek U. Resin Composite Materials for Chairside CAD/CAM Restorations: A Comparison of Selected Mechanical Properties. *J Healthc Eng.* 2021; 2021:8828954.
- 56.** Quek SHQ, Yap AUJ, Rosa V, Tan KBC, Teoh KH. Effect of staining beverages on color and translucency of CAD/CAM composites. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(2):9-17.
- 57.** Matzinger M, Hahnel S, Preis V, Rosentritt M. Polishing effects and wear performance of chairside CAD/CAM materials. *Clin Oral Investig.* 2019; 23(2):725-37.
- 58.** Strasser T, Preis V, Behr M, Rosentritt M. Roughness, surface energy, and superficial damages of CAD/CAM materials after surface treatment. *Clin Oral Investig.* 2018; 22(8):2787-97.
- 59.** Nalin EKP, Danelon M, da Silva ES, Hosida TY, Pessan JP, Delbem ACB. Surface Free Energy, Interaction, and Adsorption of Calcium and Phosphate to Enamel Treated with Trimetaphosphate and Glycerophosphate. *Caries Res.* 2021; 55(5):496-504.
- 60.** Weerkamp AH, Uyen HM, Busscher HJ. Effect of zeta potential and surface energy on bacterial adhesion to uncoated and saliva-coated human enamel and dentin. *J Dent Res.* 1988;67(12):1483-87.
- 61.** Tanasiewicz M, Hildebrandt T, Obersztyn I. Xerostomia of Various Etiologies: A Review of the Literature. *Adv Clin Exp Med.* 2016;25(1):199-206.
- 62.** Revilla-León M, Young K, Sicilia E, Cho SH, Kois JC. Influence of definitive and interim restorative materials and surface finishing on the scanning accuracy of an intraoral scanner. *J Dent.* 2022; 120:104-14.
- 63.** Camci H, Salmanpour F. Effect of saliva isolation and intraoral light levels on performance of intraoral scanners. *Am J of Orthod and Dentofacial Orthop.* 2020;158(5):759-66.
- 64.** Henarejos-Domingo V, Clavijo V, Blasi Á, Madeira S, Roig M. Digital scanning under rubber dam: An innovative method for making definitive impressions in fixed prosthodontics. *J Esth Restor Dent.* 2021;33(7):976-81. ■

ANEXO 1 RESOLUCIÓN FAVORABLE DEL COMITÉ DE ÉTICA

El comité Ético de Investigación en Humanos de la Comisión de Ética en Investigación Experimental de la Universitat de València,

CERTIFICA:

Que el Comité d'Ética d'Investigació en Humans, en la reunión celebrada el día 02 de Diciembre de 2021, una vez estudiado el proyecto de trabajo de fin de grado (TFG): *"Influencia de la saliva y el material restaurador en los escáneres intraorales"*, con número de registro 1910025.

Cuyo/a responsable es D/Dña.

DAVID MACIAS MORENO, dirigida por D/Dña. RUBEN

AGUSTIN PANADERO

ha acordado informar favorablemente el mismo.

Y para que conste, se firma el presente certificado

Av. Blasco Ibáñez, 13 tel: 963864109 vicerec.investigacion@uv.es
València 46010 fax: 963983221 www.uv.es/serinves

Firmado digitalmente por
PEDRO JESÚS PÉREZ ZAFRILLA
Cargo: Presidente del Comité de Ética de la Investigación en Humanos
Fecha: 09/12/2021 22:58:39 CET

ANEXO 2 CONSENTIMIENTO INFORMADO



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA UTILIZACIÓN DE MUESTRAS BIOLÓGICAS

IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Durante la intervención de la **Exodoncia del diente** a la que va a ser sometido se tomarán muestras del propio diente extraído. El procedimiento que se le propone consiste en donar voluntariamente **su diente exodonciado**, sin que ello suponga ningún riesgo añadido para su salud ni comprometa el correcto diagnóstico y tratamiento de su enfermedad. Dicho diente podrá ser utilizado para la investigación que lleva por título: **Estudio de la Influencia de la saliva y el material restaurador en los escáneres intraorales**. Que se realizará en la Facultad de Medicina y Odontología de la Universidad de Valencia. Las muestras que dona se almacenarán con los requisitos adecuados para su posterior uso en investigación, cumpliendo los requerimientos establecidos en la normativa vigente. Sus muestras sólo podrán ser utilizadas en proyectos de investigación avalados científicamente y aprobados por un Comité de Ética para la Investigación. En ocasiones dichos estudios se realizarán fuera del centro en el que ha sido tratado/a. Se podrán incorporar datos de su historia clínica que serán identificados con un número idéntico al que se utilizará para identificar la muestra, que no guardará relación con el número de historia, nombre u otros datos que puedan identificarle. Tanto las muestras como los datos asociados a las mismas serán custodiados y en su caso cedidos a terceros con fines de investigación biomédica en los términos previstos en la Ley 14/2007, de 3 de julio, y en el Real Decreto 1716/2011, de 18 de noviembre.

OBJETIVO

El objetivo del estudio es: Evaluar la capacidad de los sistemas de escaneado intraoral para preservar la precisión del escaneado en diferentes condiciones de humedad de superficie y diferentes materiales

GRATUIDAD POR LA PARTICIPACIÓN

Por la donación de las muestras biológicas, usted no percibirá ninguna compensación económica. La donación implica, la renuncia por parte de los donantes a cualquier derecho de naturaleza económica o de otro tipo sobre los resultados que pudieran derivarse de manera directa o indirecta de las investigaciones que se lleven a cabo con las muestras biológicas.

BENEFICIOS ESPERADOS

La investigación que se realizará utilizando **su diente** que usted dona voluntariamente, podrían ayudar en el futuro a mejorar los procedimientos de escaneado intraoral digitales y por tanto sus

CONSECUENCIAS PREVISIBLES DE LA DONACIÓN

Tras la donación no será contactado en el futuro con respecto a los datos obtenidos del estudio ni de las muestras

CONSECUENCIAS PREVISIBLES DE SU NO REALIZACIÓN Y DERECHO DE REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

La decisión de donar sus muestras es totalmente voluntaria, pudiendo negarse a donarlas e incluso pudiendo revocar su consentimiento en cualquier momento, sin tener que dar ninguna explicación y sin que ello tenga ninguna repercusión en la atención médica que recibe. Si decidiera revocar el consentimiento que ahora presta, la parte de las muestras que no se haya utilizado en la investigación, será destruida. Tales efectos, no se extenderán a los datos resultantes de las investigaciones que ya se hayan llevado a cabo con anterioridad.

RIESGOS

El procedimiento que se le propone no supone ningún riesgo añadido para su salud ni compromete el correcto diagnóstico y tratamiento de su enfermedad.



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA UTILIZACIÓN DE MUESTRAS BIOLÓGICAS

PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES Y CONFIDENCIALIDAD

Se tomarán las muestras, pero no se identificarán con ningún código, número, etc que pueda permitir identificar al sujeto se debe de indicar (no se requieren datos personales ni identificación de los sujetos donantes).

Se han adoptado las medidas oportunas para garantizar la completa confidencialidad de los datos personales de los sujetos de experimentación que participen en este estudio, de acuerdo con la Ley De Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD) 3/2018, de 5 de diciembre. En el caso que se utilicen los resultados del estudio, con fines de docencia, investigación y/o publicación, se respetará siempre la debida anonimización de los datos de carácter personal, de modo que los sujetos de la investigación no resultarán identificados o identificables.

El titular de los datos personales podrá ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición al tratamiento de datos de carácter personal, y de revocación del consentimiento, en los términos previstos en la normativa aplicable. (Si lo considera oportuno, puede detallar más esas medidas)

INFORMACIÓN DE CONTACTO

Si tienen alguna pregunta sobre este proyecto de investigación, puede consultar en cualquier momento al Investigador responsable del estudio: Ruben Agustín Panadero (Departamento Estomatología; Facultad de Medicina y Odontología); email: ruben.agustin@uv.es.

Si deciden participar en este proyecto, rellenen y firmen el formulario de consentimiento que aparece a continuación.


CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA UTILIZACIÓN DE MUESTRAS BIOLÓGICAS
EJEMPLAR PARA EL PACIENTE

Si la persona es mayor de edad, se recomienda utilizar esta fórmula:

D./Dña. _____ mayor de edad, titular del DNI: _____, por el presente documento manifiesto los siguientes consentimientos:

Si la persona es menor de edad o está incapacitada legalmente, se recomienda utilizar esta fórmula:

D./Dña. _____, mayor de edad, titular del DNI: _____, [padre, madre o tutor legal de _____], por el presente documento manifiesto los siguientes consentimientos:

DECLARO

- Que he leído la hoja de información que se me ha entregado.
- Que he comprendido las explicaciones que se me han facilitado.
- Que he podido realizar observaciones y me han sido aclaradas las dudas que he planteado.
- Que puedo revocar el consentimiento en cualquier momento sin tener que dar explicaciones y sin que esto tenga ninguna repercusión negativa.
- Que de forma libre y voluntaria cedo las muestras biológicas que se me han propuesto y los datos de información que sean necesarios para el estudio
- Que puedo incluir restricciones sobre el uso de las mismas.

CONSENTO

Que se utilicen las muestras biológicas obtenidas y los datos que se hallan recopilados en mi historia clínica para el mencionado estudio.

Que el investigador pueda acceder a mis datos en la medida en que sea necesario y manteniendo siempre su confidencialidad.

Que el personal del centro me contacte en el futuro en caso de que se estime oportuno añadir nuevos datos a los recogidos y/o tomar nuevas muestras. Sí No

Deseo incluir la siguiente restricción al uso de mis datos:

Nombre y apellidos	Nombre y apellidos
Firma PADRE / MADRE / TUTOR	Firma

Sólo utilizar en caso de que sea menor o tenga declaración de incapacidad

Si el sujeto del estudio es un adolescente capaz intelectual y emocionalmente de entre 12 y 16 años debe de ser oída su opinión y autorizar su participación en el estudio firmando también este consentimiento. Cuando se trate de menores no incapaces ni incapacitados, pero emancipados o con 16 años cumplidos, no cabe prestar el consentimiento por representación y será el propio sujeto del estudio quien firmará el consentimiento (Ley 41/2002).


CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA UTILIZACIÓN DE MUESTRAS BIOLÓGICAS
Declaración Investigador:

He informado debidamente al representante legal y al paciente arriba mencionado

Fdo.: DNI:

En a de de 20...

REVOCACIÓN

Fdo.: D./Dña:

Revoco el consentimiento cedido para la utilización de los datos de mi hijo/a para el estudio propuesto

En a de de 20...



**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA
UTILIZACIÓN DE MUESTRAS BIOLÓGICAS**

EJEMPLAR PARA EL CENTRO

Si la persona es mayor de edad, se recomienda utilizar esta fórmula:

D./Dña. _____ mayor de edad, titular del DNI: _____, por el presente documento manifiesto los siguientes consentimientos:

Si la persona es menor de edad o está incapacitada legalmente, se recomienda utilizar esta fórmula:

D./Dña. _____, mayor de edad, titular del DNI: _____, [padre, madre o tutor legal de _____], por el presente documento manifiesto los siguientes consentimientos:

DECLARO

- Que he leído la hoja de información que se me ha entregado.
- Que he comprendido las explicaciones que se me han facilitado.
- Que he podido realizar observaciones y me han sido aclaradas las dudas que he planteado.
- Que puedo revocar el consentimiento en cualquier momento sin tener que dar explicaciones y sin que esto tenga ninguna repercusión negativa.
- Que de forma libre y voluntaria cedo las muestras biológicas que se me han propuesto y los datos de información que sean necesarios para el estudio
- Que puedo incluir restricciones sobre el uso de las mismas.

CONSENTO

Que se utilicen las muestras biológicas obtenidas y los datos que se hallan recopilados en mi historia clínica para el mencionado estudio.

Que el investigador pueda acceder a mis datos en la medida en que sea necesario y manteniendo siempre su confidencialidad.

Que el personal del centro me contacte en el futuro en caso de que se estime oportuno añadir nuevos datos a los recogidos y/o tomar nuevas muestras. Sí No

Deseo incluir la siguiente restricción al uso de mis datos:

Nombre y apellidos	Nombre y apellidos
Firma PADRE / MADRE / TUTOR	Firma
Sólo utilizar en caso de que sea menor o tenga declaración de incapacidad	

Si el sujeto del estudio es un adolescente capaz intelectual y emocionalmente de entre 12 y 16 años debe de ser oída su opinión y autorizar su participación en el estudio firmando también este consentimiento. Cuando se trate de menores no incapaces ni incapacitados, pero emancipados o con 16 años cumplidos, no cabe prestar el consentimiento por representación y será el propio sujeto del estudio quien firmará el consentimiento (Ley 41/2002).



**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA
UTILIZACIÓN DE MUESTRAS BIOLÓGICAS**

Declaración Investigador:

He informado debidamente al representante legal y/o al paciente arriba mencionado

Fdo.: DNI

En a de de 20...

REVOCACIÓN

Fdo.: D./Dña

Revoco el consentimiento cedido para la utilización de los datos de mi hijo/a para el estudio propuesto

En a..... de de 20...

**ANEXO 3 TABLA MEDICIONES DE RMS DE LA TOTALIDAD
DE LOS GRUPOS ESTUDIADOS**

ESMALTE E

GRUPO	SUBGRUPO	ESCANEADO	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar	Variación
E	SECO	1	-0,0959	0,0742	-0,0057	0,0213	0,0205	0,0004
E	SECO	2	-0,1064	0,0559	-0,0121	0,022	0,0184	0,0003
E	SECO	3	-0,0834	0,0591	-0,0099	0,019	0,0162	0,0003
E	SECO	4	-0,107	0,0724	-0,0049	0,0243	0,0238	0,0006
E	SECO	5	-0,1151	0,0661	-0,0054	0,0239	0,0233	0,0005
E	SECO	6	-0,0991	0,0669	-0,0046	0,0211	0,0206	0,0004
E	SECO	7	-0,1095	0,0765	-0,0084	0,0265	0,0251	0,0006
E	SECO	8	-0,0903	0,076	-0,0054	0,023	0,0223	0,0005
E	SECO	9	-0,1017	0,0745	-0,0045	0,0231	0,0227	0,0005
E	SECO	10	-0,0823	0,0649	-0,0056	0,0195	0,0187	0,0004
E	SECO	11	-0,0942	0,0679	-0,0118	0,0221	0,0187	0,0003
E	SECO	12	-0,0886	0,0671	-0,0065	0,0206	0,0195	0,0004
E	SECO	13	-0,0975	0,0838	-0,0042	0,0215	0,0211	0,0004
E	SECO	14	-0,0996	0,0863	0,0011	0,0199	0,0199	0,0004
E	SECO	15	-0,0944	0,0788	-0,0046	0,022	0,0215	0,0005
E	HUMEDAD BAJA	1	-0,0932	0,0703	-0,0076	0,0221	0,0207	0,0004
E	HUMEDAD BAJA	2	-0,089	0,0912	0,0032	0,0222	0,0219	0,0005
E	HUMEDAD BAJA	3	-0,0878	0,0718	0,0017	0,0215	0,0214	0,0005
E	HUMEDAD BAJA	4	-0,099	0,0781	-0,0008	0,0282	0,0282	0,0008
E	HUMEDAD BAJA	5	-0,0919	0,0718	-0,005	0,0212	0,0206	0,0004
E	HUMEDAD BAJA	6	-0,0773	0,0767	0,0077	0,0231	0,0218	0,0005
E	HUMEDAD BAJA	7	-0,0829	0,0869	0,0044	0,0202	0,0197	0,0004
E	HUMEDAD BAJA	8	-0,0954	0,0806	0,0053	0,0245	0,0239	0,0006
E	HUMEDAD BAJA	9	-0,0953	0,0677	-0,0045	0,0214	0,021	0,0004
E	HUMEDAD BAJA	10	-0,0928	0,0867	0,0035	0,0229	0,0227	0,0005
E	HUMEDAD BAJA	11	-0,1017	0,0806	-0,0015	0,0236	0,0235	0,0006
E	HUMEDAD BAJA	12	-0,098	0,0776	0,0027	0,0226	0,0224	0,0005
E	HUMEDAD BAJA	13	-0,0838	0,0872	0,0047	0,0191	0,0186	0,0003
E	HUMEDAD BAJA	14	-0,1027	0,1034	-0,0028	0,0252	0,0251	0,0006
E	HUMEDAD BAJA	15	-0,0843	0,0842	-0,0014	0,0206	0,0205	0,0004
E	HUMEDAD MEDIA	1	-0,1109	0,1524	0,0219	0,0374	0,0303	0,0009
E	HUMEDAD MEDIA	2	-0,1371	0,1391	0,02	0,0344	0,028	0,0008
E	HUMEDAD MEDIA	3	-0,1069	0,1115	0,0086	0,0259	0,0244	0,0006
E	HUMEDAD MEDIA	4	-0,1805	0,19	0,0332	0,0504	0,0379	0,0014
E	HUMEDAD MEDIA	5	-0,0961	0,1508	0,0163	0,0373	0,0336	0,0011
E	HUMEDAD MEDIA	6	-0,1087	0,1117	0,0032	0,0259	0,0257	0,0007
E	HUMEDAD MEDIA	7	-0,1222	0,1388	0,0191	0,0347	0,0289	0,0008
E	HUMEDAD MEDIA	8	-0,1067	0,1073	0,0076	0,0248	0,0236	0,0006
E	HUMEDAD MEDIA	9	-0,1281	0,1454	0,0192	0,0362	0,0307	0,0009
E	HUMEDAD MEDIA	10	-0,1045	0,1274	0,013	0,0314	0,0285	0,0008
E	HUMEDAD MEDIA	11	-0,1029	0,1177	0,0038	0,0281	0,0278	0,0008
E	HUMEDAD MEDIA	12	-0,1793	0,2214	0,0204	0,0486	0,0441	0,0019
E	HUMEDAD MEDIA	13	-0,1351	0,1527	0,0101	0,0336	0,0321	0,001
E	HUMEDAD MEDIA	14	-0,0934	0,1213	0,0041	0,0254	0,025	0,0006
E	HUMEDAD MEDIA	15	-0,1026	0,1202	0,0173	0,0308	0,0255	0,0006
E	HUMEDAD ALTA	1	-0,0637	0,2948	0,0437	0,0727	0,058	0,0034
E	HUMEDAD ALTA	2	-0,0905	0,2768	0,0395	0,068	0,0554	0,0031
E	HUMEDAD ALTA	3	-0,0809	0,2423	0,0295	0,0555	0,0471	0,0022
E	HUMEDAD ALTA	4	-0,0879	0,2101	0,0381	0,0561	0,0412	0,0017
E	HUMEDAD ALTA	5	-0,0866	0,2897	0,0372	0,0714	0,0609	0,0037
E	HUMEDAD ALTA	6	-0,0707	0,3025	0,0308	0,0687	0,0614	0,0038
E	HUMEDAD ALTA	7	-0,1014	0,2569	0,0281	0,063	0,0564	0,0032
E	HUMEDAD ALTA	8	-0,0717	0,2978	0,0381	0,0726	0,0618	0,0038
E	HUMEDAD ALTA	9	-0,0674	0,2907	0,0362	0,069	0,0588	0,0035
E	HUMEDAD ALTA	10	-0,0809	0,2313	0,0224	0,0498	0,0445	0,002
E	HUMEDAD ALTA	11	-0,0774	0,1762	0,0226	0,0419	0,0353	0,0012
E	HUMEDAD ALTA	12	-0,0967	0,1095	0,0107	0,0271	0,0249	0,0006
E	HUMEDAD ALTA	13	-0,1549	0,2985	0,0379	0,0734	0,0628	0,0039
E	HUMEDAD ALTA	14	-0,2807	0,2819	0,0306	0,0673	0,0599	0,0036
E	HUMEDAD ALTA	15	-0,0847	0,2527	0,0284	0,0627	0,056	0,0031

Promedio +	Promedio -	Dentro de tol. (%)	Fuera de tol. (%)	Sobre tol. (%)	Bajo tol. (%)	
0,0127	-0,0181	42,9983	57,0017	20,5719	36,4298	0,0220
0,0087	-0,0189	43,1196	56,8804	8,1282	48,7522	
0,0088	-0,0163	44,425	55,575	8,5554	47,0196	
0,0143	-0,0221	36,2227	63,7773	27,6502	36,1271	
0,0132	-0,0218	39,1174	60,8826	25,108	35,7746	
0,0131	-0,0177	42,4314	57,5686	22,5703	34,9983	
0,0132	-0,0244	36,8519	63,1481	22,9835	40,1646	
0,0137	-0,0202	39,6043	60,3957	24,2914	36,1042	
0,0142	-0,0206	37,3682	62,6318	26,8276	35,8041	
0,012	-0,0169	42,3063	57,6937	19,714	37,9797	
0,0101	-0,019	39,8235	60,1765	9,4561	50,7205	
0,0119	-0,0178	42,2724	57,7276	18,4288	39,2988	
0,0135	-0,0178	43,0424	56,9576	23,1191	33,8386	
0,0152	-0,0155	41,1403	58,8597	32,5611	26,2986	
0,0135	-0,0185	41,936	58,064	23,0471	35,0168	
0,0114	-0,02	41,9423	58,0577	18,1673	39,8903	0,0226
0,0176	-0,0178	34,4904	65,5096	39,8552	25,6544	
0,0161	-0,0178	36,7448	63,2552	37,7043	25,5508	
0,02	-0,026	26,4324	73,5676	40,3843	33,1833	
0,0129	-0,0183	42,2986	57,7014	21,784	35,9174	
0,0202	-0,0168	29,8138	70,1862	49,5345	20,6518	
0,017	-0,0145	36,8514	63,1486	39,9197	23,2289	
0,0197	-0,0196	29,774	70,226	46,236	23,99	
0,0122	-0,0189	43,3315	56,6685	23,6403	33,0282	
0,0182	-0,0181	33,8365	66,1635	41,0063	25,1572	
0,0161	-0,0208	35,7667	64,2333	33,4365	30,7968	
0,0159	-0,02	36,3812	63,6188	41,5935	22,0253	
0,0154	-0,0146	41,2725	58,7275	39,659	19,0686	
0,0155	-0,024	32,6204	67,3796	34,4536	32,926	
0,0148	-0,0173	38,4977	61,5023	29,7839	31,7184	
0,0315	-0,013	26,3864	73,6136	63,4705	10,1431	0,0337
0,0279	-0,0127	30,9203	69,0797	60,9356	8,1441	
0,0212	-0,0143	38,668	61,332	42,9664	18,3656	
0,043	-0,0151	17,4086	82,5914	73,0432	9,5482	
0,0309	-0,0199	24,8717	75,1283	56,9449	18,1834	
0,0214	-0,0177	33,6143	66,3857	37,3161	29,0696	
0,0295	-0,0158	24,9796	75,0204	61,9336	13,0869	
0,0198	-0,0159	36,0958	63,9042	44,1436	19,7606	
0,0297	-0,014	31,5836	68,4164	56,9427	11,4737	
0,0254	-0,0158	32,7019	67,2981	51,0024	16,2958	
0,0212	-0,0194	36,455	63,545	37,5545	25,9905	
0,0366	-0,0168	30,3404	69,6596	52,2751	17,3845	
0,0273	-0,0203	26,8896	73,1104	49,1554	23,955	
0,019	-0,0202	33,2708	66,7292	42,957	23,7722	
0,0263	-0,0139	27,7945	72,2055	61,385	10,8205	
0,0579	-0,0143	19,3298	80,6702	69,5913	11,0788	0,0613
0,0499	-0,0128	24,4648	75,5352	68,0329	7,5023	
0,0408	-0,0116	30,752	69,248	59,9036	9,3443	
0,0427	-0,0107	18,3392	81,6608	78,6926	2,9682	
0,0527	-0,0133	30,2361	69,7639	58,5216	11,2423	
0,0528	-0,0129	33,9741	66,0259	48,7438	17,2821	
0,0497	-0,0153	30,3447	69,6553	50,5134	19,1419	
0,062	-0,0152	22,4483	77,5517	58,3479	19,2038	
0,0503	-0,0119	30,3078	69,6922	59,1381	10,5541	
0,036	-0,0131	37,1484	62,8516	49,5183	13,3333	
0,0341	-0,0116	32,536	67,464	55,5902	11,8738	
0,0228	-0,0168	30,1829	69,8171	52,3388	17,4783	
0,0545	-0,0144	28,3973	71,6027	59,0842	12,5185	
0,0509	-0,0129	35,8457	64,1543	48,9181	15,2362	
0,0464	-0,0119	39,244	60,756	47,7007	13,0553	

ESMALTE ARENADO EA

GRUPO	SUBGRUPO	ESCANEADO	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar	Variación	Promedio +	Promedio -
EA	SECO	1	-0,0898	0,0833	0,0041	0,0168	0,0163	0,0003	0,0131	-0,0085
EA	SECO	2	-0,0744	0,0829	0,0049	0,0201	0,0195	0,0004	0,0173	-0,0118
EA	SECO	3	-0,0987	0,0832	0,0076	0,019	0,0174	0,0003	0,0151	-0,0094
EA	SECO	4	-0,0808	0,0832	0,0081	0,0184	0,0165	0,0003	0,0147	-0,0082
EA	SECO	5	-0,0935	0,0845	0,0029	0,017	0,0168	0,0003	0,0136	-0,0086
EA	SECO	6	-0,0976	0,0966	0,006	0,0187	0,0178	0,0003	0,0151	-0,0092
EA	SECO	7	-0,0815	0,082	0,0107	0,019	0,0157	0,0002	0,0167	-0,0097
EA	SECO	8	-0,0474	0,0913	0,0184	0,0259	0,0182	0,0003	0,0236	-0,0102
EA	SECO	9	-0,0578	0,0934	0,0133	0,0226	0,0182	0,0003	0,0197	-0,0117
EA	SECO	10	-0,0612	0,082	0,0029	0,0183	0,0181	0,0003	0,0149	-0,01
EA	SECO	11	-0,084	0,0813	0,0104	0,0194	0,0163	0,0003	0,0161	-0,0089
EA	SECO	12	-0,1564	0,1359	0,019	0,0386	0,0336	0,0011	0,0311	-0,0108
EA	SECO	13	-0,0783	0,0811	0,0075	0,0182	0,0166	0,0003	0,0144	-0,0098
EA	SECO	14	-0,0829	0,088	0,0081	0,018	0,0161	0,0003	0,0139	-0,0083
EA	SECO	15	-0,076	0,0789	0,0031	0,0193	0,0191	0,0004	0,0149	-0,0126
EA	HUMEDAD BAJA	1	-0,0477	0,1037	0,0155	0,0263	0,0212	0,0005	0,0241	-0,0107
EA	HUMEDAD BAJA	2	-0,0921	0,0889	0,0071	0,0196	0,0182	0,0003	0,0159	-0,0099
EA	HUMEDAD BAJA	3	-0,0969	0,0863	0,0039	0,0179	0,0175	0,0003	0,0131	-0,0117
EA	HUMEDAD BAJA	4	-0,106	0,0951	0,0039	0,0186	0,0182	0,0003	0,0139	-0,0118
EA	HUMEDAD BAJA	5	-0,0834	0,0887	0,0048	0,0175	0,0168	0,0003	0,0132	-0,0093
EA	HUMEDAD BAJA	6	-0,0949	0,0912	0,0065	0,0181	0,0169	0,0003	0,0147	-0,0107
EA	HUMEDAD BAJA	7	-0,0723	0,0797	0,0064	0,0175	0,0162	0,0003	0,0133	-0,0096
EA	HUMEDAD BAJA	8	-0,075	0,0978	0,0074	0,0216	0,0203	0,0004	0,0187	-0,0152
EA	HUMEDAD BAJA	9	-0,0778	0,0818	0,0093	0,0198	0,0175	0,0003	0,017	-0,0103
EA	HUMEDAD BAJA	10	-0,0877	0,0876	0,0068	0,0196	0,0184	0,0003	0,0158	-0,0096
EA	HUMEDAD BAJA	11	-0,092	0,0897	0,0115	0,0218	0,0185	0,0003	0,019	-0,0115
EA	HUMEDAD BAJA	12	-0,0505	0,112	0,0174	0,0283	0,0224	0,0005	0,0258	-0,0129
EA	HUMEDAD BAJA	13	-0,0843	0,0867	0,0137	0,0222	0,0175	0,0003	0,0187	-0,0104
EA	HUMEDAD BAJA	14	-0,0704	0,0801	0,0037	0,0193	0,0189	0,0004	0,0162	-0,0126
EA	HUMEDAD BAJA	15	-0,0788	0,083	-0,0008	0,0184	0,0183	0,0003	0,0147	-0,0118
EA	HUMEDAD MEDIA	1	-0,0596	0,0593	0,0043	0,0135	0,0128	0,0002	0,0112	-0,0077
EA	HUMEDAD MEDIA	2	-0,0727	0,0667	0,0043	0,0155	0,0149	0,0002	0,0129	-0,0101
EA	HUMEDAD MEDIA	3	-0,072	0,074	0,0091	0,0163	0,0135	0,0002	0,0139	-0,0088
EA	HUMEDAD MEDIA	4	-0,0794	0,0709	0	0,0162	0,0162	0,0003	0,0115	-0,0131
EA	HUMEDAD MEDIA	5	-0,0624	0,0712	0,0016	0,0135	0,0134	0,0002	0,0108	-0,0086
EA	HUMEDAD MEDIA	6	-0,0776	0,0716	0,0036	0,0167	0,0163	0,0003	0,013	-0,0136
EA	HUMEDAD MEDIA	7	-0,0631	0,0627	0,002	0,0139	0,0138	0,0002	0,0115	-0,0104
EA	HUMEDAD MEDIA	8	-0,0696	0,0708	0,0046	0,0149	0,0142	0,0002	0,012	-0,0104
EA	HUMEDAD MEDIA	9	-0,0848	0,0886	0,0096	0,0181	0,0153	0,0002	0,0146	-0,0075
EA	HUMEDAD MEDIA	10	-0,0685	0,0859	0,0047	0,016	0,0153	0,0002	0,0133	-0,009
EA	HUMEDAD MEDIA	11	-0,0777	0,0676	0,0041	0,0177	0,0172	0,0003	0,0139	-0,0149
EA	HUMEDAD MEDIA	12	-0,071	0,0587	0,0039	0,0157	0,0152	0,0002	0,0134	-0,0114
EA	HUMEDAD MEDIA	13	-0,096	0,0536	0,0077	0,0184	0,0167	0,0003	0,0158	-0,0141
EA	HUMEDAD MEDIA	14	-0,0624	0,0515	0,0014	0,0151	0,0151	0,0002	0,012	-0,0126
EA	HUMEDAD MEDIA	15	-0,0877	0,0683	0,0102	0,0198	0,017	0,0003	0,0177	-0,0123
EA	HUMEDAD ALTA	1	-0,0279	0,299	0,0355	0,0669	0,0568	0,0032	0,045	-0,0068
EA	HUMEDAD ALTA	2	-0,0232	0,2599	0,0303	0,0545	0,0452	0,002	0,0334	-0,0052
EA	HUMEDAD ALTA	3	-0,0363	0,1919	0,0165	0,0378	0,034	0,0012	0,0261	-0,0075
EA	HUMEDAD ALTA	4	-0,0632	0,2122	0,0248	0,0427	0,0348	0,0012	0,0294	-0,0071
EA	HUMEDAD ALTA	5	-0,1948	0,2792	0,0365	0,0658	0,0547	0,003	0,0419	-0,0054
EA	HUMEDAD ALTA	6	-0,0301	0,2449	0,0291	0,056	0,0478	0,0023	0,0366	-0,0063
EA	HUMEDAD ALTA	7	-0,0309	0,2412	0,0329	0,0578	0,0475	0,0023	0,0423	-0,0091
EA	HUMEDAD ALTA	8	-0,0762	0,1949	0,0215	0,0408	0,0346	0,0012	0,0294	-0,0104
EA	HUMEDAD ALTA	9	-0,0354	0,3933	0,0568	0,0998	0,0821	0,0067	0,066	-0,0071
EA	HUMEDAD ALTA	10	-0,1731	0,2689	0,0302	0,0638	0,0562	0,0032	0,0482	-0,0092
EA	HUMEDAD ALTA	11	-0,0873	0,255	0,0144	0,0521	0,0501	0,0025	0,0439	-0,0159
EA	HUMEDAD ALTA	12	-0,0462	0,2633	0,0258	0,0568	0,0507	0,0026	0,0402	-0,0142
EA	HUMEDAD ALTA	13	-0,0508	0,2131	0,0117	0,0416	0,0399	0,0016	0,0345	-0,0154
EA	HUMEDAD ALTA	14	-0,0341	0,1998	0,0196	0,0423	0,0375	0,0014	0,0315	-0,0114
EA	HUMEDAD ALTA	15	-0,0481	0,1831	0,0093	0,037	0,0358	0,0013	0,0311	-0,0151

ZIRCONIO HT ZH

GRUPO	SUBGRUPO	ESCANEADO	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar	Variación
ZH	SECO	1	-0,0758	0,0697	-0,0079	0,0228	0,0214	0,0005
ZH	SECO	2	-0,0943	0,0657	-0,0059	0,0232	0,0224	0,0005
ZH	SECO	3	-0,0814	0,0593	-0,0058	0,0247	0,024	0,0006
ZH	SECO	4	-0,0657	0,0687	-0,0006	0,0202	0,0202	0,0004
ZH	SECO	5	-0,0707	0,0589	-0,0053	0,0189	0,0181	0,0003
ZH	SECO	6	-0,0666	0,0682	-0,001	0,0202	0,0202	0,0004
ZH	SECO	7	-0,0688	0,0519	-0,0053	0,0209	0,0202	0,0004
ZH	SECO	8	-0,0889	0,0599	-0,0002	0,0198	0,0198	0,0004
ZH	SECO	9	-0,0702	0,0555	-0,0088	0,0215	0,0197	0,0004
ZH	SECO	10	-0,0644	0,0609	0,0001	0,0215	0,0215	0,0005
ZH	SECO	11	-0,0655	0,0599	-0,003	0,0195	0,0192	0,0004
ZH	SECO	12	-0,0639	0,067	-0,0026	0,0209	0,0207	0,0004
ZH	SECO	13	-0,0686	0,0795	-0,0005	0,0225	0,0225	0,0005
ZH	SECO	14	-0,0756	0,0657	-0,0064	0,024	0,0231	0,0005
ZH	SECO	15	-0,0725	0,0657	-0,0047	0,0218	0,0213	0,0005
ZH	HUMEDAD BAJA	1	-0,0714	0,0706	0,0017	0,0209	0,0208	0,0004
ZH	HUMEDAD BAJA	2	-0,0653	0,0597	-0,0024	0,0235	0,0234	0,0005
ZH	HUMEDAD BAJA	3	-0,0891	0,0606	-0,0023	0,0239	0,0238	0,0006
ZH	HUMEDAD BAJA	4	-0,0697	0,066	0,0004	0,0246	0,0246	0,0006
ZH	HUMEDAD BAJA	5	-0,0753	0,0654	-0,0023	0,0237	0,0236	0,0006
ZH	HUMEDAD BAJA	6	-0,0975	0,062	-0,0014	0,0218	0,0218	0,0005
ZH	HUMEDAD BAJA	7	-0,0666	0,06	-0,0014	0,021	0,0209	0,0004
ZH	HUMEDAD BAJA	8	-0,072	0,0727	-0,0036	0,0252	0,0249	0,0006
ZH	HUMEDAD BAJA	9	-0,0611	0,0599	-0,0038	0,0222	0,0219	0,0005
ZH	HUMEDAD BAJA	10	-0,0751	0,0571	-0,0019	0,021	0,0209	0,0004
ZH	HUMEDAD BAJA	11	-0,063	0,0641	-0,002	0,0216	0,0216	0,0005
ZH	HUMEDAD BAJA	12	-0,071	0,0741	0,0022	0,0241	0,024	0,0006
ZH	HUMEDAD BAJA	13	-0,0686	0,0782	-0,0012	0,0227	0,0227	0,0005
ZH	HUMEDAD BAJA	14	-0,0662	0,0733	-0,0036	0,0221	0,0218	0,0005
ZH	HUMEDAD BAJA	15	-0,0742	0,0592	-0,0068	0,0243	0,0234	0,0005
ZH	HUMEDAD MEDIA	1	-0,0502	0,158	0,022	0,0387	0,0318	0,001
ZH	HUMEDAD MEDIA	2	-0,0666	0,1595	0,0187	0,0378	0,0328	0,0011
ZH	HUMEDAD MEDIA	3	-0,0627	0,1452	0,0171	0,0348	0,0303	0,0009
ZH	HUMEDAD MEDIA	4	-0,0572	0,1447	0,0201	0,0368	0,0309	0,001
ZH	HUMEDAD MEDIA	5	-0,0548	0,149	0,0221	0,0368	0,0294	0,0009
ZH	HUMEDAD MEDIA	6	-0,0698	0,142	0,0183	0,0353	0,0302	0,0009
ZH	HUMEDAD MEDIA	7	-0,0633	0,127	0,0146	0,0316	0,028	0,0008
ZH	HUMEDAD MEDIA	8	-0,0452	0,1277	0,0192	0,0326	0,0263	0,0007
ZH	HUMEDAD MEDIA	9	-0,0517	0,1234	0,0095	0,0275	0,0258	0,0007
ZH	HUMEDAD MEDIA	10	-0,0573	0,0991	0,0054	0,0234	0,0227	0,0005
ZH	HUMEDAD MEDIA	11	-0,0631	0,1401	0,0145	0,0336	0,0303	0,0009
ZH	HUMEDAD MEDIA	12	-0,0506	0,1162	0,018	0,0338	0,0286	0,0008
ZH	HUMEDAD MEDIA	13	-0,0558	0,109	0,0098	0,0266	0,0247	0,0006
ZH	HUMEDAD MEDIA	14	-0,083	0,116	0,0144	0,0283	0,0244	0,0006
ZH	HUMEDAD MEDIA	15	-0,0435	0,118	0,0134	0,0265	0,0229	0,0005
ZH	HUMEDAD ALTA	1	-0,0373	0,1838	0,0294	0,0459	0,0353	0,0012
ZH	HUMEDAD ALTA	2	-0,049	0,1959	0,0308	0,0484	0,0374	0,0014
ZH	HUMEDAD ALTA	3	-0,0396	0,1752	0,0249	0,042	0,0338	0,0011
ZH	HUMEDAD ALTA	4	-0,0415	0,1381	0,0245	0,0368	0,0275	0,0008
ZH	HUMEDAD ALTA	5	-0,0426	0,1408	0,0238	0,0364	0,0275	0,0008
ZH	HUMEDAD ALTA	6	-0,1232	0,2924	0,0521	0,0765	0,056	0,0031
ZH	HUMEDAD ALTA	7	-0,2884	0,3223	0,0565	0,0806	0,0575	0,0033
ZH	HUMEDAD ALTA	8	-0,0262	0,3007	0,0508	0,074	0,0538	0,0029
ZH	HUMEDAD ALTA	9	-0,0388	0,3036	0,0451	0,0717	0,0558	0,0031
ZH	HUMEDAD ALTA	10	-0,0346	0,206	0,0389	0,0562	0,0406	0,0016
ZH	HUMEDAD ALTA	11	-0,0463	0,2308	0,0453	0,0625	0,0431	0,0019
ZH	HUMEDAD ALTA	12	-0,038	0,2561	0,042	0,0618	0,0453	0,0021
ZH	HUMEDAD ALTA	13	-0,0453	0,2428	0,0316	0,0566	0,0469	0,0022
ZH	HUMEDAD ALTA	14	-0,0309	0,1775	0,0353	0,0489	0,0339	0,0011
ZH	HUMEDAD ALTA	15	-0,1229	0,1559	0,0303	0,0444	0,0324	0,0011

Promedio +	Promedio -	Dentro de tol. (%)	Fuera de tol. (%)	Sobre tol. (%)	Bajo tol. (%)	
0,0134	-0,0213	34,7271	65,2729	21,3261	43,9468	0,0215
0,0146	-0,0217	33,7777	66,2223	25,4788	40,7435	
0,0151	-0,0237	32,2324	67,7676	29,0092	38,7585	
0,0156	-0,0173	35,6197	64,3803	31,427	32,9533	
0,0133	-0,0163	40,3776	59,6224	19,7894	39,833	
0,0157	-0,0172	36,0763	63,9237	30,5405	33,3832	
0,0137	-0,0191	36,9825	63,0175	23,8572	39,1603	
0,0151	-0,0176	35,8974	64,1026	32,7569	31,3457	
0,0125	-0,0196	36,8349	63,1651	17,2286	45,9365	
0,0172	-0,0182	33,0996	66,9004	33,9812	32,9193	
0,0138	-0,0176	37,628	62,372	26,6803	35,6917	
0,0151	-0,0185	36,284	63,716	28,6122	35,1038	
0,0168	-0,0204	32,4034	67,5966	34,9395	32,657	
0,0151	-0,0225	33,2717	66,7283	25,7444	40,9839	
0,0146	-0,0201	35,4771	64,5229	26,181	38,3419	
0,0173	-0,0166	35,2804	64,7196	35,3386	29,3809	0,0228
0,0165	-0,0223	30,5475	69,4525	34,1974	35,2551	
0,0171	-0,0224	28,2161	71,7839	35,7899	35,9941	
0,019	-0,0234	23,4628	76,5372	42,5746	33,9626	
0,0179	-0,0213	28,3253	71,6747	34,0259	37,6487	
0,0166	-0,0197	29,1074	70,8926	35,2245	35,6681	
0,0161	-0,0187	32,6495	67,3505	32,6886	34,662	
0,0174	-0,0229	31,6035	68,3965	31,6424	36,7541	
0,0159	-0,0204	31,6835	68,3165	28,9891	39,3273	
0,0164	-0,0184	30,1928	69,8072	31,9221	37,8851	
0,0155	-0,0203	31,5073	68,4927	32,9932	35,4995	
0,02	-0,0194	28,8689	71,1311	39,6828	31,4482	
0,0171	-0,0204	31,2091	68,7909	34,1163	34,6746	
0,0157	-0,02	32,5907	67,4093	29,3388	38,0704	
0,016	-0,0227	29,6578	70,3422	26,3987	43,9435	
0,0329	-0,0126	26,1215	73,8785	61,1963	12,6822	0,0323
0,0323	-0,0148	25,7983	74,2017	56,8339	17,3678	
0,03	-0,0137	28,4542	71,5458	54,617	16,9289	
0,0325	-0,0151	25,0655	74,9345	59,5459	15,3886	
0,0323	-0,012	25,2109	74,7891	62,928	11,861	
0,0315	-0,0162	23,3739	76,6261	59,1398	17,4863	
0,0284	-0,0157	25,8814	74,1186	54,6675	19,4511	
0,0289	-0,0134	23,0879	76,9121	63,5733	13,3388	
0,0244	-0,0155	29,7232	70,2768	46,4134	23,8634	
0,0201	-0,0152	35,0424	64,9576	39,6447	25,3129	
0,0299	-0,0171	26,0172	73,9828	53,2277	20,7551	
0,0307	-0,0161	21,7417	78,2583	60,8999	17,3584	
0,0227	-0,0142	34,5021	65,4979	45,3366	20,1613	
0,0257	-0,0132	28,0131	71,9869	56,0647	15,9222	
0,0238	-0,0116	32,2304	67,7696	53,0397	14,7299	
0,0378	-0,0092	26,2223	73,777	66,8525	6,9245	0,0562
0,0408	-0,0114	21,384	78,616	69,2855	9,3306	
0,0353	-0,012	24,0922	75,9078	64,3263	11,5815	
0,0313	-0,0102	24,3865	75,6135	68,3879	7,2256	
0,0311	-0,0094	26,1765	73,8235	66,6722	7,1512	
0,06	-0,0094	16,0233	83,9767	79,7402	4,2365	
0,0614	-0,0099	12,5279	87,4721	84,8474	2,6247	
0,0542	-0,0074	14,1115	85,885	84,354	1,531	
0,0535	-0,01	18,1818	81,8182	76,2131	5,6051	
0,0451	-0,0091	19,7864	80,2136	76,0138	4,1999	
0,0504	-0,0094	16,2642	83,7358	80,6065	3,1292	
0,0478	-0,0084	19,6273	80,3727	76,9091	3,4636	
0,0454	-0,0117	27,4419	72,5581	60,6876	11,8706	
0,0411	-0,009	17,2207	82,7793	78,2373	4,5419	
0,0365	-0,0106	20,0477	79,9523	74,0408	5,9115	

ZIRCONIO HT ARENADO ZHA

GRUPO	SUBGRUPO	ESCANEADO	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar	Variación	Promedio +	Promedio -
ZHA	SECO	1	-0,0622	0,0515	-0,0041	0,0177	0,0172	0,0003	0,0131	-0,0157
ZHA	SECO	2	-0,0657	0,0481	-0,0061	0,0176	0,0166	0,0003	0,0116	-0,016
ZHA	SECO	3	-0,0552	0,061	-0,0005	0,0192	0,0192	0,0004	0,0159	-0,0155
ZHA	SECO	4	-0,0699	0,0498	-0,0114	0,021	0,0176	0,0003	0,0107	-0,0194
ZHA	SECO	5	-0,0614	0,0525	-0,0061	0,0178	0,0168	0,0003	0,012	-0,0159
ZHA	SECO	6	-0,0809	0,059	-0,0107	0,02	0,017	0,0003	0,0111	-0,0181
ZHA	SECO	7	-0,0675	0,05	-0,0121	0,0206	0,0167	0,0003	0,0116	-0,0187
ZHA	SECO	8	-0,0712	0,0467	-0,0156	0,0235	0,0175	0,0003	0,0096	-0,0217
ZHA	SECO	9	-0,0627	0,0579	-0,0049	0,0191	0,0184	0,0003	0,0133	-0,0172
ZHA	SECO	10	-0,0824	0,0558	-0,0074	0,0215	0,0202	0,0004	0,0137	-0,0193
ZHA	SECO	11	-0,0753	0,0587	-0,0066	0,0202	0,0191	0,0004	0,0131	-0,0186
ZHA	SECO	12	-0,0736	0,0551	-0,0069	0,0184	0,0171	0,0003	0,0117	-0,017
ZHA	SECO	13	-0,0584	0,0523	-0,0059	0,0183	0,0174	0,0003	0,0126	-0,0166
ZHA	SECO	14	-0,065	0,0622	-0,0056	0,0192	0,0184	0,0003	0,0134	-0,0172
ZHA	SECO	15	-0,059	0,0553	-0,0074	0,0177	0,0161	0,0003	0,0114	-0,016
ZHA	HUMEDAD BAJA	1	-0,0567	0,0922	-0,0004	0,017	0,017	0,0003	0,0139	-0,0136
ZHA	HUMEDAD BAJA	2	-0,0709	0,061	-0,0024	0,0185	0,0184	0,0003	0,0141	-0,0155
ZHA	HUMEDAD BAJA	3	-0,0653	0,0477	-0,0061	0,0187	0,0177	0,0003	0,0125	-0,0169
ZHA	HUMEDAD BAJA	4	-0,0757	0,0468	-0,0114	0,0204	0,017	0,0003	0,0108	-0,0188
ZHA	HUMEDAD BAJA	5	-0,0635	0,0611	0,0006	0,0181	0,0181	0,0003	0,0155	-0,0137
ZHA	HUMEDAD BAJA	6	-0,0582	0,0569	-0,0042	0,017	0,0165	0,0003	0,0129	-0,0143
ZHA	HUMEDAD BAJA	7	-0,0638	0,0568	-0,0039	0,0204	0,0201	0,0004	0,0149	-0,0187
ZHA	HUMEDAD BAJA	8	-0,0519	0,0548	0,0002	0,0201	0,0201	0,0004	0,0167	-0,0169
ZHA	HUMEDAD BAJA	9	-0,0677	0,0585	-0,0042	0,0178	0,0173	0,0003	0,0133	-0,0156
ZHA	HUMEDAD BAJA	10	-0,078	0,0466	-0,0098	0,0208	0,0184	0,0003	0,0113	-0,0192
ZHA	HUMEDAD BAJA	11	-0,0671	0,0667	0,0003	0,0217	0,0217	0,0005	0,0183	-0,0174
ZHA	HUMEDAD BAJA	12	-0,0574	0,0578	-0,0003	0,0186	0,0186	0,0003	0,0156	-0,0154
ZHA	HUMEDAD BAJA	13	-0,0622	0,0572	-0,0046	0,0182	0,0176	0,0003	0,0133	-0,0163
ZHA	HUMEDAD BAJA	14	-0,054	0,0593	-0,0019	0,0194	0,0193	0,0004	0,0152	-0,0168
ZHA	HUMEDAD BAJA	15	-0,0697	0,074	-0,0135	0,0223	0,0177	0,0003	0,0101	-0,0206
ZHA	HUMEDAD MEDIA	1	-0,0426	0,1688	0,024	0,0391	0,0309	0,001	0,033	-0,0099
ZHA	HUMEDAD MEDIA	2	-0,0661	0,1522	0,016	0,036	0,0323	0,001	0,0308	-0,0163
ZHA	HUMEDAD MEDIA	3	-0,0572	0,1121	0,0061	0,0249	0,0241	0,0006	0,0218	-0,0151
ZHA	HUMEDAD MEDIA	4	-0,0559	0,0894	0,004	0,02	0,0196	0,0004	0,0167	-0,0133
ZHA	HUMEDAD MEDIA	5	-0,0426	0,1159	0,0146	0,0255	0,021	0,0004	0,0227	-0,0107
ZHA	HUMEDAD MEDIA	6	-0,0589	0,1001	0,0098	0,0244	0,0224	0,0005	0,022	-0,0132
ZHA	HUMEDAD MEDIA	7	-0,0662	0,1009	0,0012	0,022	0,022	0,0005	0,018	-0,0176
ZHA	HUMEDAD MEDIA	8	-0,0637	0,0807	-0,0028	0,02	0,0198	0,0004	0,0147	-0,017
ZHA	HUMEDAD MEDIA	9	-0,1011	0,1502	0,0255	0,0395	0,0302	0,0009	0,034	-0,0098
ZHA	HUMEDAD MEDIA	10	-0,0557	0,1414	0,0154	0,0333	0,0295	0,0009	0,0305	-0,0128
ZHA	HUMEDAD MEDIA	11	-0,0951	0,1379	0,0177	0,0345	0,0297	0,0009	0,03	-0,0123
ZHA	HUMEDAD MEDIA	12	-0,0708	0,132	0,0101	0,027	0,0251	0,0006	0,0242	-0,0109
ZHA	HUMEDAD MEDIA	13	-0,0362	0,1867	0,0337	0,0497	0,0366	0,0013	0,0417	-0,0105
ZHA	HUMEDAD MEDIA	14	-0,1564	0,189	0,0285	0,0485	0,0392	0,0015	0,0421	-0,0137
ZHA	HUMEDAD MEDIA	15	-0,0443	0,1593	0,0238	0,0407	0,0331	0,0011	0,0338	-0,0094
ZHA	HUMEDAD ALTA	1	-0,0914	0,21	0,0315	0,0525	0,042	0,0018	0,0436	-0,011
ZHA	HUMEDAD ALTA	2	-0,0459	0,2296	0,033	0,0534	0,042	0,0018	0,0419	-0,0104
ZHA	HUMEDAD ALTA	3	-0,047	0,1717	0,0162	0,037	0,0333	0,0011	0,0303	-0,0134
ZHA	HUMEDAD ALTA	4	-0,0537	0,1249	0,0093	0,0263	0,0246	0,0006	0,0222	-0,0127
ZHA	HUMEDAD ALTA	5	-0,0765	0,0838	0,0108	0,029	0,0269	0,0007	0,0264	-0,0209
ZHA	HUMEDAD ALTA	6	-0,0557	0,0807	0,0057	0,0221	0,0213	0,0005	0,0201	-0,0152
ZHA	HUMEDAD ALTA	7	-0,0669	0,0811	0,0059	0,0225	0,0217	0,0005	0,0204	-0,0155
ZHA	HUMEDAD ALTA	8	-0,0661	0,0778	0,0025	0,0213	0,0212	0,0004	0,0178	-0,0173
ZHA	HUMEDAD ALTA	9	-0,0675	0,402	0,0429	0,0818	0,0696	0,0048	0,0635	-0,0215
ZHA	HUMEDAD ALTA	10	-0,0894	0,3491	0,0354	0,0749	0,066	0,0044	0,0587	-0,0215
ZHA	HUMEDAD ALTA	11	-0,3465	0,3846	0,0329	0,0728	0,0649	0,0042	0,0531	-0,0167
ZHA	HUMEDAD ALTA	12	-0,2957	0,3543	0,0321	0,0699	0,0621	0,0039	0,0508	-0,0128
ZHA	HUMEDAD ALTA	13	-0,1128	0,3833	0,0432	0,0892	0,078	0,0061	0,0708	-0,0144
ZHA	HUMEDAD ALTA	14	-0,0495	0,3516	0,0412	0,0819	0,0708	0,005	0,0604	-0,0107
ZHA	HUMEDAD ALTA	15	-0,0485	0,3451	0,0411	0,083	0,0721	0,0052	0,0579	-0,0115

ZIRCONIO LT ZL

GRUPO	SUBGRUPO	ESCANEADO	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar	Variación	Promedio +	Promedio -	media
ZL	SECO	1	-0,7973	0,7599	-0,0034	0,0361	0,036	0,0013	0,0182	-0,0192	0,0337
ZL	SECO	2	-0,6250	0,7423	-0,0131	0,0335	0,0309	0,001	0,0165	-0,0208	
ZL	SECO	3	-0,6658	0,7893	-0,0057	0,0377	0,0373	0,0014	0,0213	-0,0167	
ZL	SECO	4	-0,7780	0,529	-0,0017	0,0245	0,0244	0,0006	0,0153	-0,0147	
ZL	SECO	5	-0,7780	0,529	-0,0017	0,0245	0,0244	0,0006	0,0153	-0,0147	
ZL	SECO	6	-0,6940	0,6879	-0,009	0,0334	0,0321	0,001	0,0163	-0,0174	
ZL	SECO	7	-0,3173	0,6718	-0,0085	0,0396	0,0387	0,0015	0,0196	-0,0175	
ZL	SECO	8	-0,6222	0,7135	-0,0064	0,0353	0,0348	0,0012	0,016	-0,0157	
ZL	SECO	9	-0,0566	0,8247	-0,0041	0,0374	0,0372	0,0014	0,0178	-0,0136	
ZL	SECO	10	-0,1917	0,7427	-0,0075	0,033	0,0321	0,001	0,0201	-0,0193	
ZL	SECO	11	-0,5225	0,6508	-0,0111	0,0339	0,0321	0,001	0,0201	-0,0238	
ZL	SECO	12	-0,8268	0,7566	-0,0047	0,0419	0,0417	0,0017	0,0204	-0,0183	
ZL	SECO	13	-0,5877	0,513	-0,007	0,0294	0,0286	0,0008	0,0157	-0,0188	
ZL	SECO	14	-0,1622	0,7176	-0,0057	0,0291	0,0286	0,0008	0,0183	-0,0184	
ZL	SECO	15	-0,0614	0,7563	-0,007	0,0365	0,0358	0,0013	0,0217	-0,0202	
ZL	HUMEDAD BAJA	1	-0,1294	0,7407	-0,0095	0,0499	0,049	0,0024	0,027	-0,0241	0,0355
ZL	HUMEDAD BAJA	2	-0,4332	0,6846	-0,0009	0,0367	0,0367	0,0013	0,023	-0,0150	
ZL	HUMEDAD BAJA	3	-0,4111	0,7303	-0,0109	0,0281	0,0259	0,0007	0,0165	-0,0195	
ZL	HUMEDAD BAJA	4	-0,7491	0,7578	-0,0073	0,0414	0,0408	0,0017	0,0224	-0,0189	
ZL	HUMEDAD BAJA	5	-0,7077	0,6618	-0,0077	0,0394	0,0386	0,0015	0,0268	-0,0215	
ZL	HUMEDAD BAJA	6	-0,5762	0,7696	-0,0111	0,0394	0,0379	0,0014	0,0235	-0,0252	
ZL	HUMEDAD BAJA	7	-0,3644	0,5354	-0,0133	0,034	0,0312	0,001	0,0212	-0,0246	
ZL	HUMEDAD BAJA	8	-0,3644	0,5354	-0,0133	0,034	0,0312	0,001	0,0212	-0,0246	
ZL	HUMEDAD BAJA	9	-0,3644	0,5354	-0,0133	0,034	0,0312	0,001	0,0212	-0,0246	
ZL	HUMEDAD BAJA	10	-0,3644	0,5354	-0,0133	0,034	0,0312	0,001	0,0212	-0,0246	
ZL	HUMEDAD BAJA	11	-0,0894	0,7284	-0,0072	0,0276	0,0267	0,0007	0,0237	-0,0194	
ZL	HUMEDAD BAJA	12	-0,7646	0,5629	-0,0127	0,0312	0,0285	0,0008	0,018	-0,0196	
ZL	HUMEDAD BAJA	13	-0,5752	0,6705	-0,0055	0,0364	0,036	0,0013	0,0239	-0,0190	
ZL	HUMEDAD BAJA	14	-0,8200	0,7807	-0,0126	0,0412	0,0393	0,0015	0,0228	-0,0250	
ZL	HUMEDAD BAJA	15	-0,3499	0,2934	-0,0107	0,0248	0,0224	0,0005	0,0179	-0,0205	
ZL	HUMEDAD MEDIA	1	-0,7986	0,6945	-0,0047	0,0375	0,0372	0,0014	0,021	-0,0186	0,0389
ZL	HUMEDAD MEDIA	2	-0,6420	0,7214	-0,0039	0,0393	0,0391	0,0015	0,0178	-0,0169	
ZL	HUMEDAD MEDIA	3	-0,7820	0,5595	-0,0096	0,0341	0,0328	0,0011	0,0142	-0,0228	
ZL	HUMEDAD MEDIA	4	-0,8115	0,7219	0,0002	0,0491	0,0491	0,0024	0,025	-0,0219	
ZL	HUMEDAD MEDIA	5	-0,7280	0,8156	-0,0076	0,0428	0,0421	0,0018	0,0266	-0,0208	
ZL	HUMEDAD MEDIA	6	-0,5938	0,8165	-0,009	0,0352	0,034	0,0012	0,02	-0,0190	
ZL	HUMEDAD MEDIA	7	-0,0608	0,8142	-0,0055	0,0361	0,0356	0,0013	0,0216	-0,0190	
ZL	HUMEDAD MEDIA	8	-0,7255	0,7347	-0,0071	0,0383	0,0377	0,0014	0,0219	-0,0182	
ZL	HUMEDAD MEDIA	9	-0,7497	0,8078	-0,0028	0,0675	0,0674	0,0045	0,0326	-0,0229	
ZL	HUMEDAD MEDIA	10	-0,8283	0,8273	-0,0057	0,032	0,0315	0,001	0,0171	-0,0170	
ZL	HUMEDAD MEDIA	11	-0,6452	0,7234	-0,0079	0,0282	0,027	0,0007	0,0146	-0,0193	
ZL	HUMEDAD MEDIA	12	-0,2954	0,6181	-0,0133	0,029	0,0258	0,0007	0,0165	-0,0239	
ZL	HUMEDAD MEDIA	13	-0,8161	0,7105	-0,0061	0,0371	0,0366	0,0013	0,0172	-0,0171	
ZL	HUMEDAD MEDIA	14	-0,8161	0,7105	-0,0061	0,0371	0,0366	0,0013	0,0172	-0,0171	
ZL	HUMEDAD MEDIA	15	-0,6760	0,7487	-0,0068	0,0395	0,0389	0,0015	0,019	-0,0170	
ZL	HUMEDAD ALTA	1	-0,5674	0,7899	0,035	0,0825	0,0747	0,0056	0,0633	-0,0176	0,0618
ZL	HUMEDAD ALTA	2	-0,7482	0,5549	0,0314	0,0791	0,0726	0,0053	0,0644	-0,0219	
ZL	HUMEDAD ALTA	3	-0,6641	0,733	0,029	0,0832	0,078	0,0061	0,0671	-0,0201	
ZL	HUMEDAD ALTA	4	-0,1039	0,5461	0,0262	0,0818	0,0775	0,006	0,0707	-0,0223	
ZL	HUMEDAD ALTA	5	-0,0564	0,6936	0,019	0,0692	0,0665	0,0044	0,061	-0,0220	
ZL	HUMEDAD ALTA	6	-0,4710	0,762	0,017	0,0675	0,0653	0,0043	0,0571	-0,0232	
ZL	HUMEDAD ALTA	7	-0,1683	0,7862	0,0291	0,051	0,0419	0,0018	0,0399	-0,0114	
ZL	HUMEDAD ALTA	8	-0,7098	0,7064	0,0211	0,0506	0,046	0,0021	0,0409	-0,0164	
ZL	HUMEDAD ALTA	9	-0,6471	0,5857	0,0317	0,0527	0,0421	0,0018	0,0412	-0,0124	
ZL	HUMEDAD ALTA	10	-0,7865	0,715	0,0168	0,0611	0,0588	0,0035	0,0405	-0,0257	
ZL	HUMEDAD ALTA	11	-0,8292	0,8066	0,0237	0,0704	0,0663	0,0044	0,0439	-0,0175	
ZL	HUMEDAD ALTA	12	-0,7262	0,8029	0,0231	0,0609	0,0564	0,0032	0,0453	-0,0168	
ZL	HUMEDAD ALTA	13	-0,7823	0,6251	0,0113	0,0396	0,038	0,0014	0,022	-0,0125	
ZL	HUMEDAD ALTA	14	-0,0571	0,6275	0,0067	0,0348	0,0341	0,0012	0,0249	-0,0154	
ZL	HUMEDAD ALTA	15	-0,3694	0,759	0,0082	0,0432	0,0424	0,0018	0,0231	-0,0137	

ZIRCONIO LT ARENADO ZLA

GRUPO	SUBGRUPO	ESCANEADO	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar
ZLA	SECO	1	-0,387	0,455	0,0085	0,0275	0,0261
ZLA	SECO	2	-0,6581	0,6134	-0,0003	0,0225	0,0225
ZLA	SECO	3	-0,6581	0,6134	-0,0003	0,0225	0,0225
ZLA	SECO	4	-0,3266	0,2374	-0,0073	0,0249	0,0238
ZLA	SECO	5	-0,4326	0,2733	-0,0016	0,0206	0,0206
ZLA	SECO	6	-0,4932	0,0541	0,0038	0,0174	0,017
ZLA	SECO	7	-0,4932	0,0541	0,0038	0,0174	0,017
ZLA	SECO	8	-0,4932	0,0541	0,0038	0,0174	0,017
ZLA	SECO	9	-0,3988	0,0935	-0,0176	0,0253	0,0182
ZLA	SECO	10	-0,0699	0,0784	-0,0037	0,0162	0,0158
ZLA	SECO	11	-0,7534	0,6279	0,0014	0,0298	0,0297
ZLA	SECO	12	-0,0586	0,4962	-0,0067	0,0182	0,017
ZLA	SECO	13	-0,1135	0,5433	0,0029	0,0217	0,0215
ZLA	SECO	14	-0,5193	0,6044	-0,0085	0,03	0,0288
ZLA	SECO	15	-0,3134	0,5317	-0,0007	0,022	0,022
ZLA	HUMEDAD BAJA	1	-0,0377	0,3706	0,0084	0,0164	0,0141
ZLA	HUMEDAD BAJA	2	-0,4329	0,615	-0,0023	0,0208	0,0207
ZLA	HUMEDAD BAJA	3	-0,4329	0,615	-0,0023	0,0208	0,0207
ZLA	HUMEDAD BAJA	4	-0,5015	0,4669	-0,0044	0,0314	0,0311
ZLA	HUMEDAD BAJA	5	-0,5015	0,4669	-0,0044	0,0314	0,0311
ZLA	HUMEDAD BAJA	6	-0,7239	0,6048	-0,0031	0,0385	0,0384
ZLA	HUMEDAD BAJA	7	-0,6084	0,1638	0,0078	0,0252	0,0239
ZLA	HUMEDAD BAJA	8	-0,6079	0,7423	-0,0065	0,0218	0,0208
ZLA	HUMEDAD BAJA	9	-0,3331	0,6741	-0,0018	0,0347	0,0347
ZLA	HUMEDAD BAJA	10	-0,3331	0,6741	-0,0018	0,0347	0,0347
ZLA	HUMEDAD BAJA	11	-0,7454	0,2089	-0,0074	0,0199	0,0184
ZLA	HUMEDAD BAJA	12	-0,5697	0,7485	-0,0055	0,0341	0,0337
ZLA	HUMEDAD BAJA	13	-0,5697	0,7485	-0,0055	0,0341	0,0337
ZLA	HUMEDAD BAJA	14	-0,0532	0,3799	-0,0069	0,0174	0,016
ZLA	HUMEDAD BAJA	15	-0,5708	0,3263	-0,0133	0,0275	0,0241
ZLA	HUMEDAD MEDIA	1	-0,5341	0,1806	0,0247	0,0428	0,0349
ZLA	HUMEDAD MEDIA	2	-0,2983	0,5772	0,0244	0,0443	0,037
ZLA	HUMEDAD MEDIA	3	-0,7267	0,577	0,0383	0,0585	0,0442
ZLA	HUMEDAD MEDIA	4	-0,7174	0,5644	0,0188	0,0406	0,036
ZLA	HUMEDAD MEDIA	5	-0,4469	0,321	0,0153	0,0298	0,0256
ZLA	HUMEDAD MEDIA	6	-0,7072	0,17	-0,0033	0,0263	0,0261
ZLA	HUMEDAD MEDIA	7	-0,7072	0,17	-0,0033	0,0263	0,0261
ZLA	HUMEDAD MEDIA	8	-0,6955	0,1941	-0,0046	0,0218	0,0213
ZLA	HUMEDAD MEDIA	9	-0,6955	0,1941	-0,0046	0,0218	0,0213
ZLA	HUMEDAD MEDIA	10	-0,5356	0,4561	0,0004	0,018	0,018
ZLA	HUMEDAD MEDIA	11	-0,707	0,8239	0,005	0,0332	0,0328
ZLA	HUMEDAD MEDIA	12	-0,6282	0,0515	-0,0059	0,0205	0,0196
ZLA	HUMEDAD MEDIA	13	-0,4781	0,5906	0,0206	0,0479	0,0432
ZLA	HUMEDAD MEDIA	14	-0,4781	0,5906	0,0206	0,0479	0,0432
ZLA	HUMEDAD MEDIA	15	-0,2205	0,4835	0,0278	0,0464	0,0371
ZLA	HUMEDAD ALTA	1	-0,6242	0,3069	0,0332	0,059	0,0488
ZLA	HUMEDAD ALTA	2	-0,6596	0,5958	0,0295	0,0636	0,0563
ZLA	HUMEDAD ALTA	3	-0,5714	0,7086	0,0342	0,0659	0,0563
ZLA	HUMEDAD ALTA	4	-0,0707	0,3571	0,0254	0,0585	0,0527
ZLA	HUMEDAD ALTA	5	-0,5686	0,5927	0,0218	0,0559	0,0514
ZLA	HUMEDAD ALTA	6	-0,4166	0,3318	0,022	0,054	0,0493
ZLA	HUMEDAD ALTA	7	-0,7485	0,7859	0,0188	0,0524	0,0489
ZLA	HUMEDAD ALTA	8	-0,6055	0,2841	0,0216	0,0501	0,0452
ZLA	HUMEDAD ALTA	9	-0,6711	0,4403	0,0558	0,11	0,0948
ZLA	HUMEDAD ALTA	10	-0,6794	0,4209	0,0574	0,1069	0,0902
ZLA	HUMEDAD ALTA	11	-0,0497	0,5208	0,0521	0,1049	0,0911
ZLA	HUMEDAD ALTA	12	-0,5041	0,4161	0,0446	0,1024	0,0921
ZLA	HUMEDAD ALTA	13	-0,6356	0,4059	0,0388	0,0871	0,078
ZLA	HUMEDAD ALTA	14	-0,5537	0,5725	0,0428	0,0944	0,0841
ZLA	HUMEDAD ALTA	15	-0,6476	0,7049	0,0371	0,0928	0,085

Variación	Promedio +	Promedio -	Columna1
0,0007	0,0241	-0,0129	0,0222
0,0005	0,0127	-0,0164	
0,0005	0,0127	-0,0164	
0,0006	0,0176	-0,0209	
0,0004	0,0122	-0,0162	
0,0003	0,0124	-0,0091	
0,0003	0,0124	-0,0091	
0,0003	0,0124	-0,0091	
0,0003	0,0107	-0,0228	
0,0002	0,0102	-0,0134	
0,0009	0,0185	-0,0119	
0,0003	0,0137	-0,0141	
0,0005	0,0136	-0,0141	
0,0008	0,0233	-0,0191	
0,0005	0,0165	-0,0153	
0,0002	0,0137	-0,006	0,0272
0,0004	0,0135	-0,0132	
0,0004	0,0135	-0,0132	
0,001	0,0183	-0,0187	
0,001	0,0183	-0,0187	
0,0015	0,027	-0,0169	
0,0006	0,0195	-0,0098	
0,0004	0,0091	-0,0123	
0,0012	0,0195	-0,0131	
0,0012	0,0195	-0,0131	
0,0003	0,0105	-0,0146	
0,0011	0,0173	-0,0137	
0,0011	0,0173	-0,0137	
0,0003	0,0094	-0,0125	
0,0006	0,0186	-0,0201	
0,0012	0,0392	-0,0158	0,0351
0,0014	0,04	-0,0137	
0,002	0,0467	-0,0253	
0,0013	0,033	-0,0144	
0,0007	0,0245	-0,0102	
0,0007	0,0175	-0,0178	
0,0007	0,0175	-0,0178	
0,0005	0,0127	-0,016	
0,0005	0,0127	-0,016	
0,0003	0,0122	-0,0107	
0,0011	0,0149	-0,0108	
0,0004	0,0117	-0,0161	
0,0019	0,0414	-0,0154	
0,0019	0,0414	-0,0154	
0,0014	0,0397	-0,012	
0,0024	0,0455	-0,0126	0,0772
0,0032	0,0481	-0,0143	
0,0032	0,0472	-0,0126	
0,0028	0,0485	-0,0143	
0,0026	0,044	-0,0141	
0,0024	0,0431	-0,0141	
0,0024	0,0416	-0,0164	
0,002	0,0388	-0,0134	
0,009	0,0818	-0,0106	
0,0081	0,0757	-0,0134	
0,0083	0,08	-0,0148	
0,0085	0,0896	-0,0171	
0,0061	0,0681	-0,0136	
0,0071	0,068	-0,0134	
0,0072	0,0695	-0,0132	

DISILICATO HT DH

GRUPO	SUBGRUPO	ESCANEADO	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar
DH	SECO	1	-0,0787	0,0571	-0,0109	0,0243	0,0218
DH	SECO	2	-0,0782	0,0602	-0,0139	0,0268	0,0229
DH	SECO	3	-0,078	0,0523	-0,0142	0,0265	0,0224
DH	SECO	4	-0,0677	0,0515	-0,0116	0,0235	0,0205
DH	SECO	5	-0,084	0,0517	-0,013	0,024	0,0202
DH	SECO	6	-0,0746	0,0575	-0,0097	0,0247	0,0227
DH	SECO	7	-0,0615	0,0561	-0,0111	0,0238	0,021
DH	SECO	8	-0,08	0,0668	-0,0098	0,0246	0,0226
DH	SECO	9	-0,0747	0,0528	-0,0103	0,024	0,0216
DH	SECO	10	-0,0651	0,0595	-0,0086	0,0231	0,0214
DH	SECO	11	-0,0751	0,0563	-0,0119	0,0251	0,0221
DH	SECO	12	-0,0614	0,0557	-0,0106	0,0235	0,021
DH	SECO	13	-0,0704	0,0502	-0,0129	0,0238	0,02
DH	SECO	14	-0,0877	0,0601	-0,0123	0,0261	0,023
DH	SECO	15	-0,0718	0,0705	-0,0125	0,0233	0,0197
DH	HUMEDAD BAJA	1	-0,1083	0,0567	-0,016	0,0288	0,024
DH	HUMEDAD BAJA	2	-0,0779	0,0566	-0,0179	0,0295	0,0235
DH	HUMEDAD BAJA	3	-0,0825	0,1114	-0,0063	0,0291	0,0284
DH	HUMEDAD BAJA	4	-0,0662	0,0986	-0,0101	0,0247	0,0225
DH	HUMEDAD BAJA	5	-0,0944	0,0834	-0,0138	0,0283	0,0247
DH	HUMEDAD BAJA	6	-0,0834	0,0628	-0,0149	0,027	0,0225
DH	HUMEDAD BAJA	7	-0,0807	0,0588	-0,012	0,0248	0,0217
DH	HUMEDAD BAJA	8	-0,0748	0,0516	-0,0132	0,0249	0,0211
DH	HUMEDAD BAJA	9	-0,074	0,0578	-0,0149	0,0272	0,0228
DH	HUMEDAD BAJA	10	-0,0887	0,056	-0,0164	0,0274	0,022
DH	HUMEDAD BAJA	11	-0,0698	0,0562	-0,0139	0,0273	0,0235
DH	HUMEDAD BAJA	12	-0,081	0,0529	-0,0135	0,0258	0,022
DH	HUMEDAD BAJA	13	-0,0705	0,1173	-0,0069	0,0288	0,028
DH	HUMEDAD BAJA	14	-0,0679	0,103	-0,0088	0,0253	0,0237
DH	HUMEDAD BAJA	15	-0,0631	0,0951	-0,0094	0,0227	0,0206
DH	HUMEDAD MEDIA	1	-0,0792	0,1507	-0,0038	0,0354	0,0352
DH	HUMEDAD MEDIA	2	-0,0796	0,1473	-0,0029	0,0353	0,0352
DH	HUMEDAD MEDIA	3	-0,0686	0,156	-0,0017	0,0365	0,0364
DH	HUMEDAD MEDIA	4	-0,1498	0,1545	0,0004	0,0358	0,0358
DH	HUMEDAD MEDIA	5	-0,0669	0,1524	0,0014	0,0332	0,0332
DH	HUMEDAD MEDIA	6	-0,0862	0,1463	-0,0023	0,0331	0,033
DH	HUMEDAD MEDIA	7	-0,0719	0,1567	-0,0036	0,0343	0,0341
DH	HUMEDAD MEDIA	8	-0,0703	0,1612	-0,0059	0,0348	0,0343
DH	HUMEDAD MEDIA	9	-0,0714	0,1472	-0,0064	0,0321	0,0314
DH	HUMEDAD MEDIA	10	-0,0698	0,1548	-0,008	0,0338	0,0328
DH	HUMEDAD MEDIA	11	-0,0665	0,1494	-0,0071	0,0315	0,0306
DH	HUMEDAD MEDIA	12	-0,077	0,137	-0,0061	0,0285	0,0278
DH	HUMEDAD MEDIA	13	-0,0683	0,1412	-0,0084	0,0331	0,032
DH	HUMEDAD MEDIA	14	-0,0795	0,1419	-0,0103	0,0328	0,0312
DH	HUMEDAD MEDIA	15	-0,0626	0,1265	-0,0028	0,0286	0,0285
DH	HUMEDAD ALTA	1	-0,0578	0,1353	-0,0064	0,0291	0,0283
DH	HUMEDAD ALTA	2	-0,0598	0,1256	-0,0031	0,0258	0,0256
DH	HUMEDAD ALTA	3	-0,0613	0,1423	-0,008	0,0307	0,0297
DH	HUMEDAD ALTA	4	-0,0616	0,142	-0,0064	0,0291	0,0284
DH	HUMEDAD ALTA	5	-0,0588	0,1448	-0,0039	0,0305	0,0302
DH	HUMEDAD ALTA	6	-0,114	0,1516	-0,0044	0,0312	0,0309
DH	HUMEDAD ALTA	7	-0,0604	0,17	-0,0044	0,0359	0,0356
DH	HUMEDAD ALTA	8	-0,0619	0,1604	-0,001	0,0318	0,0318
DH	HUMEDAD ALTA	9	-0,0693	0,1356	-0,0069	0,0315	0,0308
DH	HUMEDAD ALTA	10	-0,0942	0,1319	-0,0079	0,0309	0,0299
DH	HUMEDAD ALTA	11	-0,0851	0,169	-0,0051	0,0377	0,0374
DH	HUMEDAD ALTA	12	-0,0691	0,1661	-0,0072	0,0365	0,0358
DH	HUMEDAD ALTA	13	-0,0652	0,1576	-0,0021	0,0345	0,0344
DH	HUMEDAD ALTA	14	-0,0573	0,1665	0,0003	0,0374	0,0374
DH	HUMEDAD ALTA	15	-0,1351	0,1371	-0,0049	0,0298	0,0294

Variación	Promedio +	Promedio -	Dentro de tol. (%)	Fuera de tol. (%)	Sobre tol. (%)	Bajo tol. (%)	
0,0005	0,0127	-0,0231	31,2488	68,7512	18,4027	50,3485	0,0245
0,0005	0,0136	-0,0263	25,0821	74,9179	18,3874	56,5305	
0,0005	0,0121	-0,0254	28,4764	71,5236	15,4172	56,1064	
0,0004	0,0117	-0,0226	31,9758	68,0242	16,4369	51,5873	
0,0004	0,0118	-0,0227	29,6496	70,3504	14,4144	55,9359	
0,0005	0,014	-0,0237	29,5657	70,4343	22,049	48,3853	
0,0004	0,013	-0,0227	30,261	69,739	18,1381	51,601	
0,0005	0,0139	-0,0235	30,6194	69,3806	21,0897	48,2909	
0,0005	0,0125	-0,0228	33,5782	66,4218	18,8092	47,6126	
0,0005	0,014	-0,0218	31,5494	68,4506	21,6368	46,8138	
0,0005	0,0132	-0,024	29,2245	70,7755	18,7488	52,0267	
0,0004	0,014	-0,0224	28,9182	71,0818	18,7118	52,37	
0,0004	0,0116	-0,0226	30,6984	69,3016	14,3686	54,933	
0,0005	0,0136	-0,0248	28,6659	71,3341	18,7075	52,6266	
0,0004	0,0116	-0,022	31,0959	68,9041	13,9173	54,9867	
0,0006	0,0134	-0,028	25,2303	74,7697	16,4282	58,3415	0,0268
0,0006	0,0126	-0,0276	26,5551	73,4349	12,775	60,6599	
0,0008	0,0224	-0,0242	26,0903	73,9097	26,4346	47,4751	
0,0005	0,0166	-0,0214	28,9968	71,0032	16,7899	54,2133	
0,0006	0,0157	-0,0266	25,0229	74,9771	18,5931	56,384	
0,0005	0,0131	-0,0259	26,2039	73,7961	15,5899	58,2063	
0,0005	0,0137	-0,0233	29,5535	70,4465	17,1276	53,3188	
0,0004	0,0126	-0,0238	27,8363	72,1637	15,4191	56,7446	
0,0005	0,0132	-0,026	26,8927	73,1073	15,8123	57,295	
0,0005	0,0124	-0,0253	26,6827	73,3173	12,0192	61,2981	
0,0006	0,0142	-0,0266	25,42	74,58	18,559	56,021	
0,0005	0,0127	-0,0251	27,7654	72,2346	16,7851	55,4496	
0,0008	0,0214	-0,0247	24,039	75,961	27,0033	48,9577	
0,0006	0,0174	-0,0221	29,6775	70,3225	20,36	49,9625	
0,0004	0,0147	-0,0202	31,7201	68,2799	16,7511	51,5288	
0,0012	0,0294	-0,0255	25,4597	74,5403	28,3223	46,218	0,0333
0,0012	0,0277	-0,026	27,5519	72,4381	28,8381	43,6	
0,0013	0,0304	-0,0233	29,0383	70,9617	26,3082	44,6536	
0,0013	0,0304	-0,0231	26,4107	73,5893	30,6574	42,9319	
0,0011	0,0279	-0,0196	31,1097	68,8903	29,5489	39,3415	
0,0011	0,0287	-0,021	27,8713	72,1287	24,6546	47,4741	
0,0012	0,0294	-0,0214	29,9808	70,0192	21,2644	48,7548	
0,0012	0,03	-0,022	29,1202	70,8798	18,8629	52,0169	
0,001	0,0293	-0,0226	23,0802	76,9198	21,0538	55,866	
0,0011	0,0299	-0,024	24,4073	75,5927	19,4805	56,1121	
0,0009	0,0263	-0,0232	25,3555	74,6445	21,6232	53,0213	
0,0008	0,0245	-0,0202	29,2311	70,7689	19,3156	51,4533	
0,001	0,0286	-0,0248	23,0394	76,9606	20,4448	56,5158	
0,001	0,029	-0,0244	22,8542	77,1458	16,4887	60,6571	
0,0008	0,0238	-0,0201	30,3742	69,6258	25,1958	44,4299	
0,0008	0,0225	-0,021	32,5849	67,4151	18,8556	48,5595	0,0322
0,0007	0,0203	-0,0187	33,0775	66,9225	24,3668	42,5556	
0,0009	0,0275	-0,0209	29,8548	70,1452	15	55,1452	
0,0008	0,0266	-0,0194	29,7755	70,2245	16,7783	53,4462	
0,0009	0,0262	-0,0196	31,9483	68,0517	19,9326	48,119	
0,001	0,0306	-0,0185	28,7407	71,2593	17,5998	53,6595	
0,0013	0,0319	-0,0222	26,7528	73,2472	20,843	52,4042	
0,001	0,0274	-0,0179	33,2179	66,7821	22,2158	44,5663	
0,0009	0,0263	-0,0227	28,8227	71,1773	19,6409	51,5365	
0,0009	0,0259	-0,0226	26,7133	73,2867	18,6252	54,6615	
0,0014	0,0342	-0,0232	27,0502	72,9498	20,5222	52,4276	
0,0013	0,0316	-0,0244	25,7521	74,2479	19,6589	54,589	
0,0012	0,029	-0,0218	27,7617	72,2383	25,9619	46,2764	
0,0014	0,036	-0,0208	26,7939	73,2061	25,5081	47,6981	
0,0009	0,027	-0,0197	28,9422	71,0578	19,8691	51,1887	

DISILICATO HT ARENADO DHA

GRUPO	SUBGRUPO	ESCANEADO	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar	Variación	Promedio +	Promedio -
DHA	SECO	1	-0,0769	0,0746	-0,0077	0,0221	0,0207	0,0004	0,014	-0,0212
DHA	SECO	2	-0,0714	0,0865	-0,0028	0,0274	0,0273	0,0007	0,0208	-0,0264
DHA	SECO	3	-0,0662	0,0754	-0,0038	0,0256	0,0253	0,0006	0,0188	-0,0241
DHA	SECO	4	-0,0741	0,091	0,0032	0,0299	0,0297	0,0009	0,0263	-0,0249
DHA	SECO	5	-0,107	0,0802	-0,0003	0,0269	0,0269	0,0007	0,0223	-0,0241
DHA	SECO	6	-0,0698	0,0757	-0,002	0,0269	0,0268	0,0007	0,0213	-0,0249
DHA	SECO	7	-0,0694	0,086	-0,0012	0,0233	0,0233	0,0005	0,0181	-0,021
DHA	SECO	8	-0,0702	0,0689	-0,0015	0,0268	0,0267	0,0007	0,0211	-0,0247
DHA	SECO	9	-0,0689	0,0747	-0,0034	0,0255	0,0253	0,0006	0,0195	-0,0241
DHA	SECO	10	-0,0836	0,0683	-0,0033	0,0278	0,0276	0,0008	0,0207	-0,026
DHA	SECO	11	-0,0551	0,0784	0,0018	0,0247	0,0246	0,0006	0,0214	-0,0208
DHA	SECO	12	-0,0645	0,0649	-0,0047	0,0245	0,024	0,0006	0,0174	-0,0233
DHA	SECO	13	-0,0782	0,0772	-0,0009	0,0281	0,028	0,0008	0,0229	-0,0257
DHA	SECO	14	-0,0636	0,104	-0,0055	0,0263	0,0257	0,0007	0,0187	-0,0257
DHA	SECO	15	-0,082	0,0694	-0,0009	0,0261	0,0261	0,0007	0,021	-0,0237
DHA	HUMEDAD BAJA	1	-0,0733	0,0656	-0,0056	0,0263	0,0257	0,0007	0,0183	-0,0249
DHA	HUMEDAD BAJA	2	-0,0951	0,0949	-0,0008	0,0297	0,0297	0,0009	0,0237	-0,0281
DHA	HUMEDAD BAJA	3	-0,1067	0,0761	0,0056	0,0294	0,0288	0,0008	0,0275	-0,0223
DHA	HUMEDAD BAJA	4	-0,0782	0,0866	-0,0016	0,029	0,029	0,0008	0,0234	-0,0266
DHA	HUMEDAD BAJA	5	-0,0782	0,0866	-0,0016	0,029	0,029	0,0008	0,0234	-0,0266
DHA	HUMEDAD BAJA	6	-0,0735	0,0791	0,004	0,0325	0,0323	0,001	0,0302	-0,0261
DHA	HUMEDAD BAJA	7	-0,0732	0,0786	-0,0016	0,0267	0,0267	0,0007	0,0203	-0,0246
DHA	HUMEDAD BAJA	8	-0,0815	0,0793	-0,0037	0,03	0,0298	0,0009	0,0221	-0,0288
DHA	HUMEDAD BAJA	9	-0,066	0,0755	-0,0028	0,0274	0,0273	0,0007	0,0216	-0,0255
DHA	HUMEDAD BAJA	10	-0,0886	0,0644	-0,0117	0,0296	0,0273	0,0007	0,0165	-0,0301
DHA	HUMEDAD BAJA	11	-0,1214	0,0649	-0,0048	0,0265	0,0261	0,0007	0,0187	-0,0251
DHA	HUMEDAD BAJA	12	-0,0811	0,0701	-0,0064	0,0298	0,0291	0,0008	0,0211	-0,0284
DHA	HUMEDAD BAJA	13	-0,0913	0,0857	0,0059	0,0347	0,0341	0,0012	0,0321	-0,0275
DHA	HUMEDAD BAJA	14	-0,0931	0,0998	0,0014	0,0356	0,0355	0,0013	0,0304	-0,03
DHA	HUMEDAD BAJA	15	-0,0761	0,0735	-0,006	0,025	0,0243	0,0006	0,0177	-0,0231
DHA	HUMEDAD MEDIA	1	-0,0772	0,0667	-0,0054	0,0282	0,0277	0,0008	0,0193	-0,0276
DHA	HUMEDAD MEDIA	2	-0,0825	0,0792	-0,0005	0,0315	0,0315	0,001	0,0266	-0,028
DHA	HUMEDAD MEDIA	3	-0,079	0,076	0,0034	0,0266	0,0264	0,0007	0,0239	-0,0212
DHA	HUMEDAD MEDIA	4	-0,0843	0,0768	0,0054	0,0326	0,0321	0,001	0,03	-0,0267
DHA	HUMEDAD MEDIA	5	-0,0824	0,0681	-0,0031	0,0287	0,0285	0,0008	0,0217	-0,0266
DHA	HUMEDAD MEDIA	6	-0,0915	0,084	0,0035	0,0317	0,0316	0,001	0,0285	-0,0259
DHA	HUMEDAD MEDIA	7	-0,0928	0,0811	-0,0009	0,0281	0,028	0,0008	0,0231	-0,0252
DHA	HUMEDAD MEDIA	8	-0,0688	0,0686	-0,0034	0,028	0,0278	0,0008	0,0217	-0,026
DHA	HUMEDAD MEDIA	9	-0,0779	0,0752	-0,0005	0,0285	0,0285	0,0008	0,0233	-0,0251
DHA	HUMEDAD MEDIA	10	-0,1047	0,0746	0,0004	0,028	0,028	0,0008	0,0239	-0,0237
DHA	HUMEDAD MEDIA	11	-0,0858	0,0776	-0,0039	0,0275	0,0273	0,0007	0,0207	-0,0252
DHA	HUMEDAD MEDIA	12	-0,0877	0,0678	0,0005	0,03	0,03	0,0009	0,0257	-0,0258
DHA	HUMEDAD MEDIA	13	-0,0753	0,0772	0,0005	0,0298	0,0298	0,0009	0,0242	-0,0255
DHA	HUMEDAD MEDIA	14	-0,0886	0,0676	-0,0022	0,0302	0,0301	0,0009	0,0229	-0,0289
DHA	HUMEDAD MEDIA	15	-0,0985	0,0756	-0,0005	0,0334	0,0334	0,0011	0,0262	-0,0315
DHA	HUMEDAD ALTA	1	-0,0752	0,1631	0,0043	0,0362	0,036	0,0013	0,0299	-0,0223
DHA	HUMEDAD ALTA	2	-0,0915	0,1585	0,0066	0,0353	0,0347	0,0012	0,0305	-0,0212
DHA	HUMEDAD ALTA	3	-0,1163	0,1335	0,0026	0,0318	0,0317	0,001	0,0277	-0,0226
DHA	HUMEDAD ALTA	4	-0,0805	0,1443	0,0104	0,0355	0,0339	0,0012	0,0329	-0,0219
DHA	HUMEDAD ALTA	5	-0,0824	0,1384	-0,009	0,034	0,0328	0,0011	0,0246	-0,0302
DHA	HUMEDAD ALTA	6	-0,0636	0,1198	0,0026	0,0281	0,028	0,0008	0,0251	-0,0209
DHA	HUMEDAD ALTA	7	-0,0701	0,1004	0,0027	0,0307	0,0306	0,0009	0,0277	-0,0249
DHA	HUMEDAD ALTA	8	-0,0823	0,0856	-0,0005	0,0319	0,0318	0,001	0,0268	-0,0275
DHA	HUMEDAD ALTA	9	-0,0538	0,2339	0,0239	0,0511	0,0452	0,002	0,0462	-0,0172
DHA	HUMEDAD ALTA	10	-0,0654	0,1941	0,0137	0,0441	0,0419	0,0018	0,0391	-0,0202
DHA	HUMEDAD ALTA	11	-0,0586	0,1945	0,0027	0,0393	0,0392	0,0015	0,0352	-0,0202
DHA	HUMEDAD ALTA	12	-0,0599	0,1784	0,0097	0,0372	0,0359	0,0013	0,0332	-0,0154
DHA	HUMEDAD ALTA	13	-0,0893	0,1908	0,0098	0,0452	0,0441	0,0019	0,0401	-0,0276
DHA	HUMEDAD ALTA	14	-0,1867	0,2072	0,008	0,0487	0,0481	0,0023	0,0431	-0,0314
DHA	HUMEDAD ALTA	15	-0,0766	0,1667	0,0046	0,0372	0,0369	0,0014	0,0324	-0,0232

DISILICATO DE LITIO LT DL

GRUPO	SUBGRUPO	ESCANEADO	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar	Variación	Promedio +	Promedio -	media
DL	SECO	1	-0,0586	0,7697	-0,0045	0,0338	0,0335	0,0011	0,0158	-0,0145	0,0371
DL	SECO	2	-0,5337	0,8039	-0,0073	0,0403	0,0396	0,0016	0,0208	-0,0161	
DL	SECO	3	-0,8258	0,665	-0,0053	0,032	0,0315	0,001	0,0176	-0,0181	
DL	SECO	4	-0,812	0,6317	-0,0039	0,0366	0,0364	0,0013	0,0216	-0,0204	
DL	SECO	5	-0,7178	0,7028	-0,0046	0,0352	0,0349	0,0012	0,02	-0,0170	
DL	SECO	6	-0,8128	0,4455	-0,0025	0,0281	0,028	0,0008	0,0187	-0,0175	
DL	SECO	7	-0,736	0,1209	-0,0224	0,0298	0,0197	0,0004	0,0103	-0,0248	
DL	SECO	8	-0,8228	0,5997	0,0027	0,0318	0,0317	0,001	0,0159	-0,0135	
DL	SECO	9	-0,673	0,6658	-0,0049	0,0442	0,0439	0,0019	0,0245	-0,0177	
DL	SECO	10	-0,673	0,6658	-0,0049	0,0442	0,0439	0,0019	0,0245	-0,0177	
DL	SECO	11	-0,7892	0,8015	-0,0093	0,0482	0,0473	0,0022	0,026	-0,0205	
DL	SECO	12	-0,7717	0,7037	-0,0033	0,0452	0,045	0,002	0,0211	-0,0170	
DL	SECO	13	-0,7611	0,7478	-0,0026	0,0333	0,0332	0,0011	0,0154	-0,0136	
DL	SECO	14	-0,3575	0,7959	-0,0106	0,0376	0,0361	0,0013	0,0214	-0,0226	
DL	SECO	15	-0,7026	0,7975	-0,0056	0,0358	0,0354	0,0013	0,0208	-0,0160	
DL	HUMEDAD BAJA	1	-0,3338	0,7959	-0,0057	0,0493	0,049	0,0024	0,0242	-0,0187	0,0374
DL	HUMEDAD BAJA	2	-0,3338	0,7959	-0,0057	0,0493	0,049	0,0024	0,0242	-0,0187	
DL	HUMEDAD BAJA	3	-0,0892	0,7825	-0,0026	0,0448	0,0447	0,002	0,0261	-0,0179	
DL	HUMEDAD BAJA	4	-0,7956	0,6793	0,0035	0,0514	0,0513	0,0026	0,0266	-0,0177	
DL	HUMEDAD BAJA	5	-0,2569	0,7631	-0,0058	0,0327	0,0322	0,001	0,0178	-0,0184	
DL	HUMEDAD BAJA	6	-0,2846	0,5158	-0,008	0,0246	0,0232	0,0005	0,0144	-0,0189	
DL	HUMEDAD BAJA	7	-0,7807	0,7977	-0,0043	0,0375	0,0373	0,0014	0,0172	-0,0160	
DL	HUMEDAD BAJA	8	-0,7807	0,7977	-0,0043	0,0375	0,0373	0,0014	0,0172	-0,0160	
DL	HUMEDAD BAJA	9	-0,5633	0,7799	-0,003	0,0338	0,0337	0,0011	0,0166	-0,0170	
DL	HUMEDAD BAJA	10	-0,5633	0,7799	-0,003	0,0338	0,0337	0,0011	0,0166	-0,0170	
DL	HUMEDAD BAJA	11	-0,4165	0,6146	-0,0017	0,0242	0,0241	0,0006	0,016	-0,0160	
DL	HUMEDAD BAJA	12	-0,8097	0,8009	-0,0062	0,039	0,0385	0,0015	0,0181	-0,0204	
DL	HUMEDAD BAJA	13	-0,3623	0,7376	-0,0042	0,0326	0,0324	0,001	0,0259	-0,0195	
DL	HUMEDAD BAJA	14	-0,3557	0,7782	0,0127	0,0441	0,0422	0,0018	0,0271	-0,0150	
DL	HUMEDAD BAJA	15	-0,1635	0,71	-0,0038	0,0267	0,0265	0,0007	0,0176	-0,0175	
DL	HUMEDAD MEDIA	1	-0,2069	0,82	0,0011	0,0309	0,0309	0,001	0,0186	-0,0172	0,0440
DL	HUMEDAD MEDIA	2	-0,7755	0,7471	0,0039	0,0354	0,0352	0,0012	0,0189	-0,0138	
DL	HUMEDAD MEDIA	3	-0,4388	0,721	0,0045	0,025	0,0246	0,0006	0,0178	-0,0162	
DL	HUMEDAD MEDIA	4	-0,635	0,7941	-0,0038	0,031	0,0308	0,0009	0,0166	-0,0172	
DL	HUMEDAD MEDIA	5	-0,338	0,7583	0,0102	0,0466	0,0454	0,0021	0,0309	-0,0147	
DL	HUMEDAD MEDIA	6	-0,233	0,6951	0,0163	0,0458	0,0428	0,0018	0,03	-0,0142	
DL	HUMEDAD MEDIA	7	-0,799	0,7073	0,0055	0,0388	0,0384	0,0015	0,0258	-0,0152	
DL	HUMEDAD MEDIA	8	-0,7298	0,7342	0,0024	0,0507	0,0507	0,0026	0,0337	-0,0199	
DL	HUMEDAD MEDIA	9	-0,5422	0,6923	0,0286	0,0602	0,0529	0,0028	0,0387	-0,0105	
DL	HUMEDAD MEDIA	10	-0,6602	0,7354	0,0285	0,0669	0,0605	0,0037	0,0467	-0,0204	
DL	HUMEDAD MEDIA	11	-0,8056	0,7403	0,0166	0,0595	0,0572	0,0033	0,0358	-0,0191	
DL	HUMEDAD MEDIA	12	-0,7113	0,695	0,0266	0,0615	0,0554	0,0031	0,0419	-0,0184	
DL	HUMEDAD MEDIA	13	-0,756	0,7094	0,0048	0,0353	0,035	0,0012	0,0236	-0,0138	
DL	HUMEDAD MEDIA	14	-0,72	0,4402	0,0068	0,0332	0,0325	0,0011	0,0243	-0,0174	
DL	HUMEDAD MEDIA	15	-0,7241	0,7991	0,0042	0,0385	0,0382	0,0015	0,0224	-0,0165	
DL	HUMEDAD ALTA	1	-0,8119	0,8223	0,0131	0,0472	0,0453	0,0021	0,0304	-0,0143	0,0484
DL	HUMEDAD ALTA	2	-0,0586	0,8058	0,0081	0,0451	0,0444	0,002	0,0278	-0,0137	
DL	HUMEDAD ALTA	3	-0,7744	0,7791	0,0139	0,0513	0,0494	0,0024	0,0276	-0,0160	
DL	HUMEDAD ALTA	4	-0,6562	0,7897	0,011	0,0552	0,0541	0,0029	0,0358	-0,0140	
DL	HUMEDAD ALTA	5	-0,7335	0,7361	0,0241	0,046	0,0391	0,0015	0,0315	-0,0115	
DL	HUMEDAD ALTA	6	-0,0479	0,7547	0,0156	0,0366	0,0331	0,0011	0,0263	-0,0100	
DL	HUMEDAD ALTA	7	-0,7499	0,7602	0,0053	0,0356	0,0352	0,0012	0,02	-0,0116	
DL	HUMEDAD ALTA	8	-0,71	0,8185	0,0147	0,0448	0,0423	0,0018	0,0308	-0,0155	
DL	HUMEDAD ALTA	9	-0,8274	0,6411	0,0231	0,0501	0,0445	0,002	0,0376	-0,0118	
DL	HUMEDAD ALTA	10	-0,4544	0,6644	0,014	0,0467	0,0445	0,002	0,0364	-0,0155	
DL	HUMEDAD ALTA	11	-0,0904	0,7739	0,0204	0,048	0,0435	0,0019	0,0336	-0,0121	
DL	HUMEDAD ALTA	12	-0,7814	0,7353	0,0126	0,0451	0,0433	0,0019	0,0302	-0,0129	
DL	HUMEDAD ALTA	13	-0,812	0,7099	0,0221	0,0526	0,0478	0,0023	0,0368	-0,0126	
DL	HUMEDAD ALTA	14	-0,09	0,7276	0,0218	0,0588	0,0546	0,003	0,0374	-0,0115	
DL	HUMEDAD ALTA	15	-0,7586	0,7557	0,0257	0,0636	0,0582	0,0034	0,0373	-0,0155	

DISILICATO LT ARENADO DLA

GRUPO	SUBGRUPO	ESCANEADO	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar	Variación	Promedio +	Promedio -	Columna1
DLA	SECO	1	-0,7348	0,0985	-0,0124	0,0276	0,0247	0,0006	0,0121	-0,0231	0,0260
DLA	SECO	2	-0,0847	0,0811	-0,0134	0,0249	0,021	0,0004	0,0116	-0,0225	
DLA	SECO	3	-0,1607	0,4527	-0,0138	0,0246	0,0204	0,0004	0,0105	-0,0215	
DLA	SECO	4	-0,4469	0,3894	-0,0109	0,0236	0,021	0,0004	0,0117	-0,0189	
DLA	SECO	5	-0,821	0,6252	-0,0099	0,0343	0,0328	0,0011	0,0145	-0,0244	
DLA	SECO	6	-0,3719	0,0859	-0,0125	0,0227	0,0189	0,0004	0,0113	-0,0199	
DLA	SECO	7	-0,0954	0,0737	-0,0145	0,0236	0,0186	0,0003	0,0099	-0,0213	
DLA	SECO	8	-0,1511	0,082	-0,0129	0,0222	0,018	0,0003	0,0105	-0,021	
DLA	SECO	9	-0,3287	0,256	-0,0217	0,0308	0,0218	0,0005	0,0131	-0,0261	
DLA	SECO	10	-0,6555	0,1155	-0,0179	0,0302	0,0243	0,0006	0,0105	-0,026	
DLA	SECO	11	-0,3217	0,4718	-0,0104	0,0219	0,0193	0,0004	0,0101	-0,0185	
DLA	SECO	12	-0,4398	0,1701	-0,0108	0,026	0,0237	0,0006	0,0124	-0,0234	
DLA	SECO	13	-0,7377	0,686	-0,0091	0,031	0,0296	0,0009	0,0131	-0,0193	
DLA	SECO	14	-0,1082	0,4512	-0,011	0,0219	0,019	0,0004	0,013	-0,0187	
DLA	SECO	15	-0,7448	0,0556	-0,011	0,0243	0,0217	0,0005	0,0096	-0,0183	
DLA	HUMEDAD BAJA	1	-0,289	0,1054	-0,0085	0,0194	0,0174	0,0003	0,0115	-0,0169	0,0251
DLA	HUMEDAD BAJA	2	-0,5406	0,0718	-0,0104	0,0213	0,0185	0,0003	0,0105	-0,0182	
DLA	HUMEDAD BAJA	3	-0,495	0,0614	-0,0112	0,0233	0,0204	0,0004	0,0098	-0,02	
DLA	HUMEDAD BAJA	4	-0,2981	0,069	-0,02	0,0269	0,0181	0,0003	0,0083	-0,0243	
DLA	HUMEDAD BAJA	5	-0,7567	0,1693	-0,0076	0,0231	0,0218	0,0005	0,0113	-0,0169	
DLA	HUMEDAD BAJA	6	-0,0892	0,5458	-0,0169	0,0267	0,0206	0,0004	0,0109	-0,0229	
DLA	HUMEDAD BAJA	7	-0,5338	0,5242	-0,0087	0,025	0,0234	0,0005	0,0122	-0,0206	
DLA	HUMEDAD BAJA	8	-0,5948	0,1611	-0,009	0,0203	0,0181	0,0003	0,0099	-0,0166	
DLA	HUMEDAD BAJA	9	-0,4544	0,1217	-0,0133	0,0244	0,0205	0,0004	0,0111	-0,0215	
DLA	HUMEDAD BAJA	10	-0,3897	0,1274	-0,0118	0,0228	0,0195	0,0004	0,0112	-0,0195	
DLA	HUMEDAD BAJA	11	-0,746	0,4506	-0,0138	0,0299	0,0266	0,0007	0,0119	-0,0208	
DLA	HUMEDAD BAJA	12	-0,4707	0,4575	-0,0099	0,0251	0,0231	0,0005	0,0137	-0,0212	
DLA	HUMEDAD BAJA	13	-0,2393	0,0422	-0,025	0,0304	0,0173	0,0003	0,0082	-0,0275	
DLA	HUMEDAD BAJA	14	-0,6361	0,1087	-0,0173	0,0272	0,021	0,0004	0,0107	-0,0226	
DLA	HUMEDAD BAJA	15	-0,4729	0,7085	-0,0137	0,031	0,0278	0,0008	0,0146	-0,0188	
DLA	HUMEDAD MEDIA	1	-0,1909	0,4794	-0,0135	0,0308	0,0277	0,0008	0,0259	-0,0242	0,0599
DLA	HUMEDAD MEDIA	2	-0,1851	0,4546	-0,0011	0,025	0,025	0,0006	0,0217	-0,0152	
DLA	HUMEDAD MEDIA	3	-0,1771	0,5715	-0,02	0,0362	0,0301	0,0009	0,0219	-0,031	
DLA	HUMEDAD MEDIA	4	-0,3061	0,4974	-0,0167	0,0294	0,0242	0,0006	0,019	-0,0243	
DLA	HUMEDAD MEDIA	5	-0,1945	0,5903	0,0263	0,0902	0,0862	0,0074	0,0879	-0,0288	
DLA	HUMEDAD MEDIA	6	-0,0663	0,3586	0,0301	0,0815	0,0758	0,0057	0,0828	-0,0193	
DLA	HUMEDAD MEDIA	7	-0,5301	0,4327	0,0401	0,0874	0,0776	0,006	0,0686	-0,0124	
DLA	HUMEDAD MEDIA	8	-0,2125	0,471	0,026	0,0833	0,0791	0,0063	0,0729	-0,0247	
DLA	HUMEDAD MEDIA	9	-0,8288	0,7488	0,0258	0,0664	0,0612	0,0037	0,0533	-0,0188	
DLA	HUMEDAD MEDIA	10	-0,4751	0,4284	0,0137	0,0553	0,0536	0,0029	0,0479	-0,0215	
DLA	HUMEDAD MEDIA	11	-0,5812	0,5336	0,0126	0,0633	0,0621	0,0039	0,0573	-0,0255	
DLA	HUMEDAD MEDIA	12	-0,1042	0,5414	0,0161	0,0628	0,0607	0,0037	0,0583	-0,0216	
DLA	HUMEDAD MEDIA	13	-0,604	0,3449	0,0069	0,0639	0,0636	0,004	0,0711	-0,0288	
DLA	HUMEDAD MEDIA	14	-0,7668	0,3097	0,0054	0,0645	0,0643	0,0041	0,0724	-0,0314	
DLA	HUMEDAD MEDIA	15	-0,089	0,4559	0,0163	0,0591	0,0568	0,0032	0,0596	-0,0196	
DLA	HUMEDAD ALTA	1	-0,1708	0,4588	0,0198	0,07	0,0672	0,0045	0,0641	-0,0195	0,0654
DLA	HUMEDAD ALTA	2	-0,077	0,6001	0,0263	0,0762	0,0715	0,0051	0,0576	-0,0173	
DLA	HUMEDAD ALTA	3	-0,0594	0,3432	0,0189	0,064	0,0612	0,0037	0,058	-0,0164	
DLA	HUMEDAD ALTA	4	-0,0724	0,4774	0,0186	0,0709	0,0684	0,0047	0,0585	-0,0221	
DLA	HUMEDAD ALTA	5	-0,3082	0,3082	0,0215	0,0681	0,0646	0,0042	0,0571	-0,0171	
DLA	HUMEDAD ALTA	6	-0,3082	0,3082	0,0215	0,0681	0,0646	0,0042	0,0571	-0,0171	
DLA	HUMEDAD ALTA	7	-0,0799	0,3148	0,0061	0,0612	0,0609	0,0037	0,0675	-0,0224	
DLA	HUMEDAD ALTA	8	-0,0956	0,5455	0,0132	0,0626	0,0611	0,0037	0,0601	-0,0181	
DLA	HUMEDAD ALTA	9	-0,1081	0,4693	0,0149	0,0657	0,064	0,0041	0,061	-0,0195	
DLA	HUMEDAD ALTA	10	-0,0522	0,6994	0,034	0,0777	0,0699	0,0049	0,0506	-0,0107	
DLA	HUMEDAD ALTA	11	-0,0837	0,5234	0,0143	0,0635	0,0618	0,0038	0,0487	-0,0199	
DLA	HUMEDAD ALTA	12	-0,0739	0,3382	0,0039	0,0567	0,0566	0,0032	0,0585	-0,0218	
DLA	HUMEDAD ALTA	13	-0,0837	0,5234	0,0143	0,0635	0,0618	0,0038	0,0487	-0,0199	
DLA	HUMEDAD ALTA	14	-0,0739	0,3382	0,0039	0,0567	0,0566	0,0032	0,0585	-0,0218	
DLA	HUMEDAD ALTA	15	-0,4012	0,4921	0,0074	0,0567	0,0562	0,0032	0,0506	-0,02	

HÍBRIDO HT HH

GRUPO	SUBGRUPO	ESCANEADO	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar	Variación	Promedio +	Promedio -	media
HH	SECO	1	-0,6748	0,7607	-0,0097	0,0437	0,0400	0,0025	0,0192	-0,0225	0,0460
HH	SECO	2	-0,8483	0,8169	-0,0104	0,0466	0,0428	0,0027	0,0189	-0,0226	
HH	SECO	3	-0,8301	0,8027	-0,0093	0,0464	0,0429	0,0027	0,0199	-0,0223	
HH	SECO	4	-0,8203	0,7873	-0,0086	0,0452	0,0418	0,0026	0,0195	-0,0225	
HH	SECO	5	-0,8203	0,7873	-0,0086	0,0452	0,0418	0,0026	0,0195	-0,0225	
HH	SECO	6	-0,8550	0,8144	-0,0085	0,0489	0,0456	0,0029	0,0203	-0,0228	
HH	SECO	7	-0,8513	0,8110	-0,0082	0,0500	0,0467	0,0031	0,0216	-0,0224	
HH	SECO	8	-0,8414	0,8048	-0,0100	0,0461	0,0425	0,0026	0,0189	-0,0220	
HH	SECO	9	-0,8576	0,7979	-0,0100	0,0457	0,0420	0,0026	0,0192	-0,0220	
HH	SECO	10	-0,8189	0,8034	-0,0109	0,0445	0,0405	0,0025	0,0189	-0,0216	
HH	SECO	11	-0,8534	0,7480	-0,0103	0,0440	0,0402	0,0025	0,0180	-0,0216	
HH	SECO	12	-0,8109	0,8029	-0,0089	0,0459	0,0424	0,0026	0,0197	-0,0227	
HH	SECO	13	-0,8571	0,8119	-0,0095	0,0449	0,0413	0,0026	0,0187	-0,0212	
HH	SECO	14	-0,8564	0,8188	-0,0092	0,0467	0,0432	0,0027	0,0190	-0,0216	
HH	SECO	15	-0,8164	0,7697	-0,0110	0,0460	0,0420	0,0026	0,0189	-0,0230	
HH	HUMEDAD BAJA	1	-0,8227	0,8171	-0,0097	0,0516	0,0478	0,0032	0,0231	-0,0209	0,0470
HH	HUMEDAD BAJA	2	-0,8403	0,7277	-0,0105	0,0441	0,0402	0,0025	0,0190	-0,0204	
HH	HUMEDAD BAJA	3	-0,8228	0,8177	-0,0115	0,0465	0,0423	0,0027	0,0195	-0,0213	
HH	HUMEDAD BAJA	4	-0,8478	0,7962	-0,0095	0,0480	0,0443	0,0028	0,0203	-0,0206	
HH	HUMEDAD BAJA	5	-0,8545	0,8100	-0,0132	0,0510	0,0465	0,0031	0,0209	-0,0230	
HH	HUMEDAD BAJA	6	-0,7698	0,7308	-0,0126	0,0439	0,0391	0,0025	0,0182	-0,0209	
HH	HUMEDAD BAJA	7	-0,8192	0,7694	-0,0115	0,0460	0,0418	0,0026	0,0197	-0,0213	
HH	HUMEDAD BAJA	8	-0,8305	0,7533	-0,0129	0,0460	0,0413	0,0026	0,0195	-0,0214	
HH	HUMEDAD BAJA	9	-0,8314	0,8200	-0,0103	0,0486	0,0447	0,0029	0,0207	-0,0209	
HH	HUMEDAD BAJA	10	-0,8531	0,7499	-0,0111	0,0484	0,0444	0,0029	0,0198	-0,0206	
HH	HUMEDAD BAJA	11	-0,8549	0,7726	-0,0122	0,0466	0,0422	0,0027	0,0192	-0,0219	
HH	HUMEDAD BAJA	12	-0,8351	0,7806	-0,0110	0,0470	0,0430	0,0027	0,0192	-0,0213	
HH	HUMEDAD BAJA	13	-0,8351	0,7806	-0,0110	0,0470	0,0430	0,0027	0,0192	-0,0213	
HH	HUMEDAD BAJA	14	-0,8536	0,8038	-0,0097	0,0474	0,0436	0,0028	0,0205	-0,0207	
HH	HUMEDAD BAJA	15	-0,7710	0,6916	-0,0112	0,0433	0,0391	0,0025	0,0185	-0,0206	
HH	HUMEDAD MEDIA	1	-0,8320	0,7191	-0,0111	0,0486	0,0441	0,0028	0,0307	-0,0224	0,0508
HH	HUMEDAD MEDIA	2	-0,8391	0,7705	-0,0110	0,0494	0,0450	0,0029	0,0313	-0,0223	
HH	HUMEDAD MEDIA	3	-0,8284	0,7652	-0,0112	0,0490	0,0445	0,0028	0,0304	-0,0221	
HH	HUMEDAD MEDIA	4	-0,8131	0,7442	-0,0106	0,0475	0,0430	0,0027	0,0297	-0,0215	
HH	HUMEDAD MEDIA	5	-0,8401	0,7869	-0,0095	0,0493	0,0452	0,0029	0,0319	-0,0216	
HH	HUMEDAD MEDIA	6	-0,8325	0,7489	-0,0089	0,0565	0,0525	0,0037	0,0389	-0,0221	
HH	HUMEDAD MEDIA	7	-0,8396	0,7130	-0,0121	0,0494	0,0445	0,0028	0,0310	-0,0229	
HH	HUMEDAD MEDIA	8	-0,8459	0,7927	-0,0129	0,0525	0,0475	0,0031	0,0324	-0,0244	
HH	HUMEDAD MEDIA	9	-0,7922	0,7809	-0,0061	0,0540	0,0500	0,0034	0,0361	-0,0227	
HH	HUMEDAD MEDIA	10	-0,8074	0,8034	-0,0058	0,0522	0,0481	0,0032	0,0350	-0,0212	
HH	HUMEDAD MEDIA	11	-0,6600	0,7514	-0,0085	0,0523	0,0484	0,0032	0,0358	-0,0224	
HH	HUMEDAD MEDIA	12	-0,7952	0,7329	-0,0096	0,0506	0,0465	0,0030	0,0341	-0,0226	
HH	HUMEDAD MEDIA	13	-0,8050	0,7881	-0,0127	0,0512	0,0462	0,0030	0,0325	-0,0239	
HH	HUMEDAD MEDIA	14	-0,8233	0,7641	-0,0090	0,0499	0,0459	0,0029	0,0309	-0,0216	
HH	HUMEDAD MEDIA	15	-0,8348	0,7170	-0,0126	0,0500	0,0449	0,0029	0,0306	-0,0229	
HH	HUMEDAD ALTA	1	-0,8481	0,7730	0,0200	0,0788	0,0715	0,0061	0,0560	-0,0163	0,0733
HH	HUMEDAD ALTA	2	-0,8640	0,7840	0,0196	0,0791	0,0720	0,0062	0,0567	-0,0166	
HH	HUMEDAD ALTA	3	-0,8398	0,7880	0,0163	0,0758	0,0697	0,0058	0,0560	-0,0171	
HH	HUMEDAD ALTA	4	-0,6780	0,7196	0,0188	0,0762	0,0692	0,0057	0,0543	-0,0157	
HH	HUMEDAD ALTA	5	-0,8624	0,7739	0,0207	0,0811	0,0737	0,0065	0,0587	-0,0166	
HH	HUMEDAD ALTA	6	-0,8331	0,7391	0,0172	0,0781	0,0719	0,0061	0,0593	-0,0171	
HH	HUMEDAD ALTA	7	-0,8434	0,7198	0,0152	0,0768	0,0711	0,0060	0,0582	-0,0178	
HH	HUMEDAD ALTA	8	-0,8414	0,7897	0,0150	0,0773	0,0717	0,0061	0,0590	-0,0177	
HH	HUMEDAD ALTA	9	-0,8345	0,7555	0,0082	0,0664	0,0610	0,0048	0,0450	-0,0172	
HH	HUMEDAD ALTA	10	-0,8647	0,7253	0,0071	0,0650	0,0593	0,0047	0,0441	-0,0175	
HH	HUMEDAD ALTA	11	-0,8660	0,8083	0,0085	0,0675	0,0622	0,0049	0,0442	-0,0173	
HH	HUMEDAD ALTA	12	-0,8640	0,7928	0,0086	0,0691	0,0639	0,0051	0,0452	-0,0175	
HH	HUMEDAD ALTA	13	-0,8370	0,7817	0,0116	0,0680	0,0628	0,0050	0,0484	-0,0167	
HH	HUMEDAD ALTA	14	-0,8116	0,7809	0,0139	0,0717	0,0662	0,0053	0,0497	-0,0166	
HH	HUMEDAD ALTA	15	-0,8558	0,7837	0,0111	0,0688	0,0636	0,0050	0,0480	-0,0171	

HÍBRIDO HT ARENADO HHA

GRUPO	SUBGRUPO	ESCANEADO	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar
HHA	SECO	1	-0,0867	0,5253	-0,0093	0,0317	0,0303
HHA	SECO	2	-0,7806	0,7502	-0,0121	0,0433	0,0416
HHA	SECO	3	-0,7078	0,6933	-0,0077	0,0425	0,0418
HHA	SECO	4	-0,6689	0,6316	-0,0046	0,0379	0,0376
HHA	SECO	5	-0,6689	0,6316	-0,0046	0,0379	0,0376
HHA	SECO	6	-0,8077	0,74	-0,0044	0,0528	0,0526
HHA	SECO	7	-0,7928	0,7266	-0,0033	0,0572	0,0571
HHA	SECO	8	-0,7533	0,7016	-0,0102	0,0416	0,0404
HHA	SECO	9	-0,8179	0,6739	-0,0102	0,0397	0,0384
HHA	SECO	10	-0,6632	0,6961	-0,0139	0,0352	0,0323
HHA	SECO	11	-0,8012	0,4746	-0,0117	0,0332	0,0311
HHA	SECO	12	-0,631	0,6941	-0,0061	0,0406	0,0401
HHA	SECO	13	-0,816	0,7299	-0,0082	0,0365	0,0356
HHA	SECO	14	-0,813	0,7578	-0,0073	0,0438	0,0432
HHA	SECO	15	-0,6531	0,5613	-0,0145	0,041	0,0384
HHA	HUMEDAD BAJA	1	-0,6726	0,8142	-0,0043	0,0603	0,0602
HHA	HUMEDAD BAJA	2	-0,7429	0,4564	-0,0075	0,0305	0,0296
HHA	HUMEDAD BAJA	3	-0,673	0,8166	-0,0115	0,0398	0,0381
HHA	HUMEDAD BAJA	4	-0,773	0,7305	-0,0034	0,0461	0,0459
HHA	HUMEDAD BAJA	5	-0,7996	0,7857	-0,0182	0,0578	0,0549
HHA	HUMEDAD BAJA	6	-0,4607	0,4689	-0,0158	0,0296	0,0251
HHA	HUMEDAD BAJA	7	-0,6584	0,6233	-0,0112	0,0378	0,0361
HHA	HUMEDAD BAJA	8	-0,7035	0,5591	-0,017	0,0379	0,0339
HHA	HUMEDAD BAJA	9	-0,7071	0,8257	-0,0065	0,0482	0,0478
HHA	HUMEDAD BAJA	10	-0,7939	0,5455	-0,0097	0,0474	0,0464
HHA	HUMEDAD BAJA	11	-0,8014	0,6361	-0,0143	0,0403	0,0377
HHA	HUMEDAD BAJA	12	-0,7219	0,668	-0,0095	0,042	0,0409
HHA	HUMEDAD BAJA	13	-0,7219	0,668	-0,0095	0,042	0,0409
HHA	HUMEDAD BAJA	14	-0,7961	0,7608	-0,0043	0,0435	0,0433
HHA	HUMEDAD BAJA	15	-0,4657	0,3122	-0,0103	0,0272	0,0251
HHA	HUMEDAD MEDIA	1	-0,7603	0,4707	-0,013	0,0369	0,0345
HHA	HUMEDAD MEDIA	2	-0,7887	0,6763	-0,0128	0,0403	0,0382
HHA	HUMEDAD MEDIA	3	-0,7458	0,6551	-0,0135	0,0386	0,0362
HHA	HUMEDAD MEDIA	4	-0,6847	0,5712	-0,0112	0,0324	0,0304
HHA	HUMEDAD MEDIA	5	-0,7926	0,7419	-0,0067	0,0397	0,0391
HHA	HUMEDAD MEDIA	6	-0,7624	0,5899	-0,0044	0,0684	0,0683
HHA	HUMEDAD MEDIA	7	-0,7908	0,4465	-0,0172	0,0401	0,0363
HHA	HUMEDAD MEDIA	8	-0,8157	0,7651	-0,0203	0,0524	0,0483
HHA	HUMEDAD MEDIA	9	-0,601	0,7178	0,0069	0,0585	0,0581
HHA	HUMEDAD MEDIA	10	-0,6617	0,8081	0,0082	0,0512	0,0506
HHA	HUMEDAD MEDIA	11	-0,0724	0,5999	-0,0025	0,0519	0,0519
HHA	HUMEDAD MEDIA	12	-0,613	0,5259	-0,0071	0,0448	0,0442
HHA	HUMEDAD MEDIA	13	-0,6524	0,7466	-0,0194	0,0474	0,0432
HHA	HUMEDAD MEDIA	14	-0,7256	0,6507	-0,0046	0,042	0,0417
HHA	HUMEDAD MEDIA	15	-0,7716	0,4623	-0,0189	0,0424	0,0379
HHA	HUMEDAD ALTA	1	-0,7537	0,6588	0,0388	0,0904	0,0816
HHA	HUMEDAD ALTA	2	-0,8171	0,7028	0,0372	0,0915	0,0836
HHA	HUMEDAD ALTA	3	-0,7205	0,7188	0,0238	0,0781	0,0744
HHA	HUMEDAD ALTA	4	-0,0734	0,4455	0,034	0,08	0,0724
HHA	HUMEDAD ALTA	5	-0,8109	0,6624	0,0415	0,0996	0,0905
HHA	HUMEDAD ALTA	6	-0,6935	0,5235	0,0273	0,0876	0,0832
HHA	HUMEDAD ALTA	7	-0,7349	0,4463	0,0193	0,0821	0,0799
HHA	HUMEDAD ALTA	8	-0,7269	0,7257	0,0185	0,0843	0,0822
HHA	HUMEDAD ALTA	9	-0,6993	0,5891	-0,0087	0,0407	0,0397
HHA	HUMEDAD ALTA	10	-0,82	0,468	-0,0128	0,035	0,0326
HHA	HUMEDAD ALTA	11	-0,8253	0,8003	-0,0072	0,0449	0,0443
HHA	HUMEDAD ALTA	12	-0,8171	0,7381	-0,0071	0,0516	0,0511
HHA	HUMEDAD ALTA	13	-0,7091	0,6936	0,005	0,0469	0,0466
HHA	HUMEDAD ALTA	14	-0,6076	0,6906	0,0144	0,0619	0,0602
HHA	HUMEDAD ALTA	15	-0,7846	0,7017	0,0029	0,0501	0,05

Variación	Promedio +	Promedio -	Columna1
0,0009	0,0184	-0,0282	0,0410
0,0017	0,0172	-0,0287	
0,0017	0,0209	-0,0277	
0,0014	0,0193	-0,0285	
0,0014	0,0193	-0,0285	
0,0028	0,0225	-0,0295	
0,0033	0,0279	-0,0278	
0,0016	0,0171	-0,0263	
0,0015	0,0183	-0,0262	
0,001	0,017	-0,0247	
0,001	0,0135	-0,0248	
0,0016	0,0203	-0,0291	
0,0013	0,0164	-0,0232	
0,0019	0,0174	-0,0246	
0,0015	0,017	-0,0305	
0,0036	0,0323	-0,025	0,0420
0,0009	0,016	-0,0233	
0,0015	0,0179	-0,0267	
0,0021	0,0213	-0,024	
0,003	0,0237	-0,0336	
0,0006	0,0127	-0,025	
0,0013	0,0189	-0,0268	
0,0012	0,0179	-0,0272	
0,0023	0,0229	-0,0252	
0,0022	0,0193	-0,0241	
0,0014	0,0168	-0,029	
0,0017	0,017	-0,0269	
0,0017	0,017	-0,0269	
0,0019	0,0219	-0,0245	
0,0006	0,0139	-0,0239	
0,0012	0,0242	-0,0273	0,0458
0,0015	0,0263	-0,0267	
0,0013	0,0228	-0,0261	
0,0009	0,0202	-0,0235	
0,0015	0,0289	-0,0239	
0,0047	0,0568	-0,0262	
0,0013	0,0251	-0,0294	
0,0023	0,0307	-0,0354	
0,0034	0,0455	-0,0286	
0,0026	0,0413	-0,0225	
0,0027	0,0445	-0,0274	
0,002	0,0375	-0,0279	
0,0019	0,0314	-0,0333	
0,0017	0,0247	-0,024	
0,0014	0,0237	-0,0294	
0,0067	0,0671	-0,0194	0,0683
0,007	0,0696	-0,0204	
0,0055	0,067	-0,0225	
0,0052	0,06	-0,0169	
0,0082	0,0778	-0,0204	
0,0069	0,0801	-0,0226	
0,0064	0,0759	-0,0253	
0,0068	0,079	-0,0248	
0,0016	0,0228	-0,023	
0,0011	0,0192	-0,0239	
0,002	0,0199	-0,0231	
0,0026	0,0239	-0,0239	
0,0022	0,0367	-0,0209	
0,0036	0,0416	-0,0203	
0,0025	0,0348	-0,0223	

HÍBRIDO LT HL

GRUPO	SUBGRUPO	ESCANEADO	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar
HL	SECO	1	-0,0937	0,0478	-0,0254	0,0361	0,0257
HL	SECO	2	-0,0784	0,0627	-0,0266	0,036	0,0243
HL	SECO	3	-0,0894	0,0564	-0,0252	0,0376	0,0278
HL	SECO	4	-0,0818	0,0426	-0,0259	0,0355	0,0243
HL	SECO	5	-0,0758	0,0423	-0,0256	0,0351	0,024
HL	SECO	6	-0,0841	0,0428	-0,0253	0,036	0,0257
HL	SECO	7	-0,0725	0,0486	-0,0216	0,0328	0,0247
HL	SECO	8	-0,092	0,0474	-0,0265	0,0362	0,0248
HL	SECO	9	-0,0866	0,0523	-0,0285	0,0376	0,0246
HL	SECO	10	-0,0825	0,0638	-0,027	0,0359	0,0237
HL	SECO	11	-0,0864	0,0441	-0,0272	0,0374	0,0256
HL	SECO	12	-0,0809	0,042	-0,0261	0,0365	0,0256
HL	SECO	13	-0,086	0,0602	-0,0298	0,0378	0,0232
HL	SECO	14	-0,1126	0,0787	-0,0248	0,0346	0,0242
HL	SECO	15	-0,0873	0,0643	-0,0276	0,0368	0,0243
HL	HUMEDAD BAJA	1	-0,0785	0,0483	-0,0268	0,0346	0,0218
HL	HUMEDAD BAJA	2	-0,0706	0,0419	-0,0253	0,0328	0,0209
HL	HUMEDAD BAJA	3	-0,0783	0,1208	-0,0248	0,0343	0,0237
HL	HUMEDAD BAJA	4	-0,0839	0,1123	-0,0284	0,0361	0,0223
HL	HUMEDAD BAJA	5	-0,0825	0,0383	-0,0274	0,0355	0,0225
HL	HUMEDAD BAJA	6	-0,0718	0,0361	-0,0258	0,0324	0,0197
HL	HUMEDAD BAJA	7	-0,0791	0,0423	-0,026	0,0333	0,0208
HL	HUMEDAD BAJA	8	-0,0773	0,0416	-0,0227	0,0319	0,0224
HL	HUMEDAD BAJA	9	-0,0728	0,0477	-0,0243	0,0319	0,0207
HL	HUMEDAD BAJA	10	-0,0806	0,0504	-0,0268	0,0366	0,0249
HL	HUMEDAD BAJA	11	-0,0783	0,0472	-0,0273	0,0347	0,0214
HL	HUMEDAD BAJA	12	-0,0745	0,0574	-0,0273	0,0339	0,0201
HL	HUMEDAD BAJA	13	-0,0916	0,1011	-0,0286	0,0375	0,0242
HL	HUMEDAD BAJA	14	-0,0825	0,0311	-0,0282	0,0338	0,0187
HL	HUMEDAD BAJA	15	-0,0874	0,0418	-0,0278	0,0349	0,021
HL	HUMEDAD MEDIA	1	-0,0687	0,1476	-0,0099	0,0349	0,0335
HL	HUMEDAD MEDIA	2	-0,067	0,1565	-0,0085	0,035	0,034
HL	HUMEDAD MEDIA	3	-0,0824	0,1636	-0,0142	0,0371	0,0343
HL	HUMEDAD MEDIA	4	-0,075	0,1304	-0,0137	0,033	0,0301
HL	HUMEDAD MEDIA	5	-0,0846	0,1918	0,0042	0,0438	0,0436
HL	HUMEDAD MEDIA	6	-0,0714	0,1784	-0,0019	0,0411	0,041
HL	HUMEDAD MEDIA	7	-0,0681	0,1696	-0,0042	0,0385	0,0383
HL	HUMEDAD MEDIA	8	-0,0633	0,161	-0,0055	0,0356	0,0352
HL	HUMEDAD MEDIA	9	-0,0779	0,125	-0,0103	0,0303	0,0284
HL	HUMEDAD MEDIA	10	-0,0706	0,1234	-0,0098	0,0288	0,0271
HL	HUMEDAD MEDIA	11	-0,094	0,1191	-0,013	0,0298	0,0268
HL	HUMEDAD MEDIA	12	-0,1206	0,1325	-0,0148	0,0315	0,0278
HL	HUMEDAD MEDIA	13	-0,0717	0,1275	-0,0024	0,0314	0,0313
HL	HUMEDAD MEDIA	14	-0,0692	0,1332	-0,0076	0,0324	0,0315
HL	HUMEDAD MEDIA	15	-0,061	0,1323	-0,0064	0,0314	0,0308
HL	HUMEDAD ALTA	1	-0,0716	0,2373	0,0077	0,0532	0,0526
HL	HUMEDAD ALTA	2	-0,0718	0,2285	-0,0032	0,0463	0,0461
HL	HUMEDAD ALTA	3	-0,0734	0,208	-0,0096	0,0451	0,0441
HL	HUMEDAD ALTA	4	-0,0667	0,1694	0,005	0,041	0,0407
HL	HUMEDAD ALTA	5	-0,0628	0,1837	0,0046	0,0414	0,0411
HL	HUMEDAD ALTA	6	-0,1469	0,1692	-0,0031	0,0406	0,0405
HL	HUMEDAD ALTA	7	-0,0671	0,1598	-0,0068	0,038	0,0373
HL	HUMEDAD ALTA	8	-0,0709	0,2469	0,0004	0,0487	0,0487
HL	HUMEDAD ALTA	9	-0,0711	0,2489	-0,0002	0,0487	0,0487
HL	HUMEDAD ALTA	10	-0,1369	0,2305	-0,0066	0,0464	0,046
HL	HUMEDAD ALTA	11	-0,0758	0,2335	-0,0016	0,0491	0,049
HL	HUMEDAD ALTA	12	-0,0712	0,331	0,0106	0,0697	0,0689
HL	HUMEDAD ALTA	13	-0,3503	0,3698	0,013	0,0764	0,0753
HL	HUMEDAD ALTA	14	-0,2677	0,3385	0,0064	0,0663	0,066
HL	HUMEDAD ALTA	15	-0,0696	0,3055	0,0101	0,065	0,0642

Variación	Promedio +	Promedio -	Dentro de tol. (%)	Fuera de tol. (%)	Sobre tol. (%)	Bajo tol. (%)	
0,0007	0,0142	-0,0339	18,0837	81,9163	10,3442	71,5721	0,0361
0,0006	0,0133	-0,0342	17,0004	82,9996	8,7269	74,2728	
0,0008	0,0154	-0,0353	17,2113	82,7887	12,5431	70,2456	
0,0006	0,0119	-0,0332	18,7698	81,2302	8,2937	72,9365	
0,0006	0,0137	-0,0332	16,5736	83,4264	9,1248	74,3017	
0,0007	0,014	-0,0334	19,0354	80,9646	9,8622	71,1024	
0,0006	0,0151	-0,0318	18,4134	81,5866	13,4941	68,0926	
0,0006	0,0122	-0,0334	18,3162	81,6838	8,152	73,5318	
0,0006	0,0111	-0,0346	16,9978	83,0022	6,3152	76,687	
0,0006	0,0125	-0,0333	17,0972	82,9028	7,415	75,4878	
0,0007	0,0143	-0,0347	16,9626	83,0374	8,9541	74,0834	
0,0007	0,014	-0,0342	18,6129	81,3871	9,3715	72,0156	
0,0005	0,0091	-0,0355	17,6042	82,3958	4,8589	77,5369	
0,0006	0,0129	-0,0322	18,4255	81,5745	9,1561	72,4184	
0,0006	0,0114	-0,0343	17,0002	82,9998	7,2915	75,7083	
0,0005	0,0099	-0,0321	18,1874	81,8126	5,3038	76,5088	0,0343
0,0004	0,0109	-0,0307	17,4651	82,5349	6,0643	76,4706	
0,0006	0,0131	-0,0318	18,4583	81,5417	8,5585	72,9832	
0,0005	0,0114	-0,0336	15,3467	84,6533	5,5162	79,1371	
0,0005	0,0116	-0,0335	15,3705	84,6295	6,9716	77,6578	
0,0004	0,0095	-0,0306	16,259	83,741	4,8556	78,8854	
0,0004	0,0093	-0,0309	17,4647	82,5353	4,5918	77,9435	
0,0005	0,0128	-0,0297	19,5126	80,4874	8,9533	71,5341	
0,0004	0,0111	-0,0302	17,6906	82,3094	6,644	75,6654	
0,0006	0,0134	-0,0344	16,7406	83,2594	9,0762	74,1831	
0,0005	0,013	-0,0327	13,6676	86,3324	6,2409	80,0915	
0,0004	0,0103	-0,0321	16,2056	83,7944	4,9133	78,8811	
0,0006	0,0123	-0,035	15,4979	84,5021	6,8655	77,6367	
0,0003	0,009	-0,0315	13,9734	86,0266	2,7783	83,2482	
0,0004	0,0099	-0,032	15,8512	84,1488	4,0502	80,0987	
0,0011	0,0299	-0,0273	20,2263	79,7737	21,3755	58,3982	0,0343
0,0012	0,0326	-0,0257	19,9449	80,0551	20,9884	59,0667	
0,0012	0,0292	-0,0304	19,5743	80,4257	18,9558	61,4699	
0,0009	0,0276	-0,0268	21,1477	78,8523	15,7069	63,1454	
0,0019	0,0411	-0,0254	19,5255	80,4745	35,3229	45,1516	
0,0017	0,0391	-0,0266	18,0089	81,9911	28,6823	53,3088	
0,0015	0,0372	-0,0251	20,1505	79,8495	24,8918	54,9577	
0,0012	0,0353	-0,0232	22,2311	77,7689	20,8266	56,9422	
0,0008	0,0218	-0,0255	24,542	75,458	20,5916	54,8664	
0,0007	0,0215	-0,0243	25,199	74,801	20,0518	54,7491	
0,0007	0,0207	-0,0255	24,1856	75,8144	16,5059	59,3085	
0,0008	0,0214	-0,0269	23,5161	76,4839	15,4701	61,0138	
0,001	0,0276	-0,023	23,9977	76,0023	29,3873	46,615	
0,001	0,0297	-0,0247	19,8926	80,1074	23,2945	56,8129	
0,0009	0,028	-0,024	23,0831	76,9169	23,7053	53,2116	
0,0028	0,056	-0,0249	17,5777	82,4223	33,0693	49,3529	0,0517
0,0021	0,0476	-0,0275	17,7342	82,2658	24,7458	57,5201	
0,0019	0,0459	-0,0307	16,1028	83,8972	20,8793	63,0179	
0,0017	0,04	-0,023	20,958	79,042	34,9055	44,1365	
0,0017	0,0414	-0,0216	23,3351	76,6649	31,4707	45,1942	
0,0016	0,0396	-0,0261	19,4382	80,5618	26,314	54,2478	
0,0014	0,0395	-0,0254	19,3049	80,6951	21,496	59,1991	
0,0024	0,0481	-0,0252	20,3444	79,6556	26,2315	53,4241	
0,0024	0,049	-0,0257	19,2949	80,7051	25,8095	54,8956	
0,0021	0,0503	-0,0282	16,1224	83,8776	21,2653	62,6122	
0,0024	0,0477	-0,0276	18,806	81,194	25,7711	55,4229	
0,0048	0,0773	-0,0283	13,3283	86,6717	31,4947	55,177	
0,0057	0,0844	-0,0275	17,0288	82,9712	29,0202	53,951	
0,0044	0,0796	-0,0269	14,9245	85,0755	25,5685	59,507	
0,0041	0,0756	-0,0241	18,7526	81,2474	27,468	53,7794	

HÍBRIDO LT ARENADO HLA

GRUPO	SUBGRUPO	ESCANEADO	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar	Variación	Promedio +	Promedio -
HLA	SECO	1	-0,0885	0,0921	-0,01	0,0398	0,0385	0,0015	0,0273	-0,0386
HLA	SECO	2	-0,0932	0,0801	-0,0087	0,0385	0,0375	0,0014	0,0268	-0,0372
HLA	SECO	3	-0,0897	0,0877	-0,009	0,0403	0,0393	0,0015	0,028	-0,0391
HLA	SECO	4	-0,1565	0,0875	-0,0081	0,0422	0,0414	0,0017	0,0304	-0,0405
HLA	SECO	5	-0,1163	0,1649	-0,0073	0,0419	0,0412	0,0017	0,0273	-0,0409
HLA	SECO	6	-0,1065	0,0947	-0,0062	0,0413	0,0408	0,0017	0,0308	-0,0376
HLA	SECO	7	-0,1107	0,1097	-0,0104	0,0368	0,0353	0,0012	0,0247	-0,0357
HLA	SECO	8	-0,1088	0,0852	-0,0112	0,0388	0,0372	0,0014	0,0264	-0,037
HLA	SECO	9	-0,0975	0,0853	-0,0108	0,0382	0,0367	0,0013	0,0246	-0,0371
HLA	SECO	10	-0,1172	0,0847	-0,012	0,0398	0,0379	0,0014	0,0254	-0,0374
HLA	SECO	11	-0,1053	0,0873	-0,0098	0,0386	0,0373	0,0014	0,0261	-0,0365
HLA	SECO	12	-0,1014	0,0908	-0,0082	0,0415	0,0407	0,0017	0,0284	-0,0399
HLA	SECO	13	-0,133	0,0746	-0,0143	0,0404	0,0378	0,0014	0,0226	-0,0388
HLA	SECO	14	-0,1104	0,0851	-0,0095	0,0401	0,039	0,0015	0,0253	-0,038
HLA	SECO	15	-0,0983	0,0738	-0,0116	0,0385	0,0368	0,0014	0,0251	-0,0377
HLA	HUMEDAD BAJA	1	-0,1023	0,0832	-0,0082	0,0401	0,0392	0,0015	0,0262	-0,0384
HLA	HUMEDAD BAJA	2	-0,1256	0,1004	-0,0053	0,0442	0,0438	0,0019	0,0313	-0,041
HLA	HUMEDAD BAJA	3	-0,1005	0,094	-0,0054	0,0403	0,0399	0,0016	0,0305	-0,038
HLA	HUMEDAD BAJA	4	-0,1184	0,1575	-0,0048	0,0389	0,0386	0,0015	0,0264	-0,0368
HLA	HUMEDAD BAJA	5	-0,087	0,0908	-0,0065	0,0385	0,038	0,0014	0,0297	-0,036
HLA	HUMEDAD BAJA	6	-0,1151	0,0906	-0,0071	0,0399	0,0392	0,0015	0,0279	-0,0375
HLA	HUMEDAD BAJA	7	-0,1128	0,1274	-0,0099	0,0401	0,0388	0,0015	0,0252	-0,0389
HLA	HUMEDAD BAJA	8	-0,1033	0,0895	-0,0069	0,0422	0,0416	0,0017	0,0302	-0,0406
HLA	HUMEDAD BAJA	9	-0,1386	0,0759	-0,0191	0,0434	0,039	0,0015	0,0243	-0,0411
HLA	HUMEDAD BAJA	10	-0,1227	0,0971	-0,0029	0,0448	0,0447	0,002	0,0355	-0,0411
HLA	HUMEDAD BAJA	11	-0,1237	0,0987	-0,0057	0,0423	0,0419	0,0018	0,031	-0,0407
HLA	HUMEDAD BAJA	12	-0,1004	0,1003	-0,0038	0,0421	0,0419	0,0018	0,0326	-0,0385
HLA	HUMEDAD BAJA	13	-0,0962	0,0864	-0,0095	0,0374	0,0362	0,0013	0,0238	-0,0363
HLA	HUMEDAD BAJA	14	-0,1023	0,0923	-0,0064	0,0402	0,0397	0,0016	0,0291	-0,0378
HLA	HUMEDAD BAJA	15	-0,1228	0,0897	-0,0077	0,0446	0,0439	0,0019	0,0336	-0,0423
HLA	HUMEDAD MEDIA	1	-0,1447	0,1467	0,0012	0,0408	0,0408	0,0017	0,0325	-0,0342
HLA	HUMEDAD MEDIA	2	-0,0892	0,1331	-0,0019	0,0386	0,0385	0,0015	0,0302	-0,0325
HLA	HUMEDAD MEDIA	3	-0,1158	0,1008	-0,0151	0,0431	0,0403	0,0016	0,0251	-0,0412
HLA	HUMEDAD MEDIA	4	-0,1488	0,1448	-0,0008	0,0404	0,0404	0,0016	0,0286	-0,0369
HLA	HUMEDAD MEDIA	5	-0,1109	0,0935	-0,0039	0,0373	0,0371	0,0014	0,0288	-0,0329
HLA	HUMEDAD MEDIA	6	-0,1608	0,0769	-0,01	0,0428	0,0416	0,0017	0,028	-0,0422
HLA	HUMEDAD MEDIA	7	-0,11	0,0685	-0,0174	0,0389	0,0348	0,0012	0,0197	-0,0369
HLA	HUMEDAD MEDIA	8	-0,1235	0,0759	-0,0154	0,0415	0,0385	0,0015	0,0238	-0,0396
HLA	HUMEDAD MEDIA	9	-0,1284	0,1009	-0,005	0,0392	0,0389	0,0015	0,0309	-0,0349
HLA	HUMEDAD MEDIA	10	-0,11	0,0935	-0,0067	0,0388	0,0382	0,0015	0,0307	-0,0343
HLA	HUMEDAD MEDIA	11	-0,1416	0,0777	-0,0138	0,0391	0,0366	0,0013	0,0243	-0,0382
HLA	HUMEDAD MEDIA	12	-0,11	0,0951	-0,0048	0,0415	0,0413	0,0017	0,0292	-0,0387
HLA	HUMEDAD MEDIA	13	-0,1106	0,0926	-0,009	0,0407	0,0397	0,0016	0,0272	-0,0394
HLA	HUMEDAD MEDIA	14	-0,1018	0,065	-0,0176	0,0373	0,0329	0,0011	0,0186	-0,0364
HLA	HUMEDAD MEDIA	15	-0,1137	0,1462	-0,0024	0,04	0,0399	0,0016	0,0309	-0,0352
HLA	HUMEDAD ALTA	1	-0,1741	0,2435	0,056	0,0729	0,0467	0,0022	0,0645	-0,0335
HLA	HUMEDAD ALTA	2	-0,1839	0,2531	0,0575	0,0755	0,0489	0,0024	0,0661	-0,0332
HLA	HUMEDAD ALTA	3	-0,1669	0,255	0,0474	0,07	0,0516	0,0027	0,0606	-0,0276
HLA	HUMEDAD ALTA	4	-0,1863	0,2319	0,0427	0,0636	0,0472	0,0022	0,0552	-0,0266
HLA	HUMEDAD ALTA	5	-0,2156	0,2428	0,0496	0,0692	0,0482	0,0023	0,0613	-0,0292
HLA	HUMEDAD ALTA	6	-0,185	0,2504	0,0509	0,0713	0,0499	0,0025	0,0626	-0,0312
HLA	HUMEDAD ALTA	7	-0,1832	0,2429	0,046	0,0674	0,0492	0,0024	0,0603	-0,0292
HLA	HUMEDAD ALTA	8	-0,1625	0,2482	0,0405	0,0678	0,0544	0,003	0,0613	-0,0335
HLA	HUMEDAD ALTA	9	-0,1687	0,2704	0,054	0,0751	0,0521	0,0027	0,0654	-0,0222
HLA	HUMEDAD ALTA	10	-0,1687	0,2704	0,054	0,0751	0,0521	0,0027	0,0654	-0,0222
HLA	HUMEDAD ALTA	11	-0,1725	0,2687	0,0474	0,0723	0,0545	0,003	0,0638	-0,025
HLA	HUMEDAD ALTA	12	-0,1979	0,2444	0,0483	0,0696	0,05	0,0025	0,0626	-0,0235
HLA	HUMEDAD ALTA	13	-0,1522	0,2465	0,0498	0,0697	0,0487	0,0024	0,0641	-0,0244
HLA	HUMEDAD ALTA	14	-0,1522	0,2465	0,0498	0,0697	0,0487	0,0024	0,0641	-0,0244
HLA	HUMEDAD ALTA	15	-0,1899	0,2532	0,0471	0,0698	0,0515	0,0027	0,0602	-0,0372