

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Posgrados**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESOLUCIÓN DE MALLAS  
OBTENIDAS MEDIANTE IMPRESIONES DIGITALES, ZONA 6, AÑO  
2020**

**Proyecto de Investigación y Desarrollo**

**Romero Muñoz Carla Estefanía**

**Dr. Abad Coronel Cristian  
Director de Trabajo de Titulación**

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito  
para la obtención del título de Especialista en Rehabilitación Oral

Cumbayá, 12 de octubre del 2020

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**  
**COLEGIO DE POSGRADOS**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESOLUCIÓN DE MALLAS  
OBTENIDAS MEDIANTE IMPRESIONES DIGITALES, ZONA 6, AÑO  
2020”**

**Romero Muñoz Carla Estefanía**

Nombre del Director del Programa:

Dra. Nancy Mena

Título académico:

Rehabilitadora Oral

Director del programa de:

Coordinadora del Programa de  
Rehabilitación Oral

Nombre del Decano del colegio Académico:

Dra. Paulina Aliaga

Título académico:

Decano del Colegio:

Decana de la Escuela de Odontología

Nombre del Decano del Colegio de Posgrados:

Dra. Ana Cristina Viteri

Título académico:

Endodoncista  
Directora de Especialidades  
Odontológicas

Cumbayá, 12 de octubre del 2020

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombre: ROMERO MUÑOZ CARLA ESTEFANÍA

Código de estudiante: 00203376

C. I.: 1721404935

Lugar, Fecha Cumbayá. 12 de octubre del 2020

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following graduation project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

## **DEDICATORIA**

A Dios, sobre todas las cosas. A mi esposo, mis padres y mis hermanos, por su amor infinito. A mis amigos, por su paciencia y ayuda incondicional.

## AGRADECIMIENTOS

En primera instancia, quiero agradecer a Dios sobre todas las cosas, sin su ayuda no sería posible que este aquí. Quiero agradecer también a mi tutor, Dr. Cristian Abad y mi cotutora Dra. Nancy Mena, quienes se han esforzado en ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro hoy.

El proceso no ha sido sencillo, pero gracias a su deseo de transmitirme sus conocimientos y dedicación que los caracteriza, he logrado cumplir con los objetivos planteados en este trabajo de titulación con éxito.

A mi esposo, por ser el apoyo constante e inalcanzable para conseguir mis metas.

Gracias a mis padres por su amor y dedicación constante, por su entusiasmo y su apoyo incondicional. No sería nada sin ustedes.

A mis hermanos, por ser mi pilar y soporte de siempre.

A mis amigos más cercanos, por ser mi soporte y acompañarme siempre.

## RESUMEN

Los procesos convencionales desde la exploración a la ejecución de tratamientos odontológicos en rehabilitación oral han evolucionado completamente gracias a los sistemas digitales. Estas nuevas secuencias obligan a determinar la exactitud de los dispositivos de adquisición, diseño y fabricación asistidos por computadora (CAD/CAM). Los datos obtenidos a través de un sistema digital son almacenados en un archivo STL. Determinados softwares de digitalización, luego de la adquisición pueden generar archivos STL para su exportación en distinta resolución. Para evaluar de manera eficaz la calidad de las mallas digitales obtenidas, se debe considerar la exactitud de un escáner intraoral descrita mediante dos métodos de medición: veracidad y precisión cuya combinación determina la exactitud en la reproducción de la realidad. **Objetivo:** Comparar la resolución de mallas obtenidas digitalmente con un sistema de escaneo digital. **Metodología:** Se dividió la muestra en dos grupos: Grupo A: Escaneo de arcada completa superior con escáner intraoral (CEREC Omnicam; Dentsply Sirona /Alemania) cumpliendo los criterios de inclusión de la muestra. Los archivos digitales obtenidos fueron exportados en los tres tipos de resolución dada por el software CEREC 4.5.2: alta, media y baja. Grupo B: Escaneo de modelo en yeso tipo IV, obtenido a través de una impresión convencional con PVS. Con un escáner intraoral (CEREC Omnicam; Dentsply Sirona/ Alemania) se obtuvo la imagen digital del modelo de yeso y se exportó el archivo en 3 tipos de resolución: alta, media y baja. En total se obtienen 6 modelos, 3 en cada grupo. Con los mismos modelos obtenidos, se evaluó la veracidad, una medida importante a tomar en cuenta para analizar un modelo proveniente de impresiones digitales. Para ello, se tomaron medidas desde puntos anatómicos de referencia de la distancia en el arco completo y hemiarcada comparando los modelos obtenidos por impresiones digitales e impresiones convencionales. **Resultados:** Mediante dos métodos estadísticos: LSD de Fisher y T de Student ( $\alpha = 0.05$ ) se determinó que la resolución de malla digital y el número de triangulaciones fue exacta. No existe discrepancias significativas en las diferencias medias de los grupos evaluados. Sin embargo, el grupo de escaneo intraoral vs yeso muestra la mayor dispersión de datos.

**PALABRAS CLAVE:** *Standard tessellation language, precisión, veracidad, exactitud, malla digital, odontología digital.*

## ABSTRACT

Conventional process in oral rehabilitation have completely evolved due to digital systems. These new sequences demand to determine the accuracy of computer aided acquisition, design and manufacturing (CAD/CAM) devices. The data obtained through digital systems are stored in an .STL file. Certain scanning software can generate STL files to export in different resolutions. To effectively evaluate the quality of the digital meshes obtained, the accuracy of an intraoral scanner described by two measurement methods should be considered: veracity and precision, the combination of which determines the accuracy in the reproduction of reality. **Objective:** To compare the resolution of digitally meshes obtained with a digital scanning system. **Methodology:** The sample was divided into two groups: Group A: Upper full arch scan with intraoral scanner (CEREC Omnicam; Dentsply Sirona /Germany). The digital files obtained were exported in the three resolution types given by the CEREC 4.5.2 software: high, medium and low. Group B: Type IV plaster model was scan, obtained through a conventional impression with PVS. With an intraoral scanner (CEREC Omnicam; Dentsply Sirona / Germany) the digital image of the plaster model was obtained, and the file was exported in 3 types of resolution: high, medium, and low. A total of 6 models were obtained, 3 in each group. With the same model obtained, trueness was evaluated. For this purpose, measurements were taken from anatomical reference points of the distance in the full arch and hemi-arch comparing the models obtained from digital and conventional impressions. **Results:** Using two statistical methods: Fisher's LSD and Student's T ( $\alpha=0.05$ ) it was determined that the digital mesh resolution and number of triangulations was accurate. There were no significant discrepancies in the mean differences of the groups evaluated. However, the intraoral scan vs. stone model group shows the greatest dispersion of data.

**KEY WORDS:** *Standard tessellation language, precision, veracity, accuracy, digital mesh, digital dentistry*



**TABLA DE CONTENIDO**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Resumen .....</b>                                 | <b>7</b>  |
| <b>Abstract .....</b>                                | <b>8</b>  |
| <b>Introducción .....</b>                            | <b>13</b> |
| <b>Revisión de la literatura .....</b>               | <b>17</b> |
| <b>Metodología y diseño de la investigación.....</b> | <b>31</b> |
| <b>Análisis de datos.....</b>                        | <b>41</b> |
| <b>Conclusiones.....</b>                             | <b>63</b> |
| <b>Referencias .....</b>                             | <b>64</b> |
| <b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>                        | <b>71</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA # 1: DENOMINACIÓN ARCHIVOS DIGITALES

TABLA # 2: EXACTITUD DE MALLA DIGITAL: CEREC 4.5.2 EN COMPARACIÓN CON NETFABB ULTIMATE 2020

TABLA # 3: COMPARACIÓN DE MALLAS DIGITALES EN GEOMAGIC CONTROL X. VALORES MÍNIMOS, MÁXIMOS, MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

TABLA # 4: COMPARACIÓN MÚLTIPLE DE MEDIAS INTRAGRUPO

TABLA # 5: COMPARACIÓN MÚLTIPLE DE MEDIAS INTER-GRUPOS

TABLA # 6: DIFERENCIAS EN (MM) DE HEMIARCADA 1,2,3; ACRO COMPLETO EN MALLAS DIGITALES. GEOMAGIC CONTROL X.

## ÍNDICE DE FIGURAS

- FIGURA #1. FLUJO DE TRABAJO CON UN ESCÁNER
- FIGURA #2. DIAGRAMA DE FLUJO SISTEMA CEREC
- FIGURA #3. OBTENCIÓN ARCHIVO STL.
- FIGURA #4. TRIANGULACIÓN
- FIGURA #5. CONFOCAL
- FIGURA #6. CAPTURA DE IMAGEN POR ONDA ACTIVO
- FIGURA #7. ESTEREOFOTOGRAMETRÍA
- FIGURA #8. MÉTODO DE ESCANEEO
- FIGURA #9. DENSIDAD DE MALLA DIGITAL
- FIGURA #10. PRECISIÓN VS EXACTITUD
- FIGURA #11. ESCANEEO INTRAORAL ARCADA SUPERIOR
- FIGURA #12. SELECCIÓN DE RESOLUCIÓN
- FIGURA #13. FLUJO DE TRABAJO
- FIGURA #14. FLUJOGRAMA GRUPOS DE ESTUDIO.
- FIGURA #15. INFORMACIÓN ARCHIVO IMPORTADO
- FIGURA #16A. PUNTOS DE REFERENCIA
- FIGURA #16B. IMPORTACIÓN DE MALLAS
- FIGURA #16C. ALINEACIÓN DE MALLAS
- FIGURA #16D. COMPARACIÓN 3D
- FIGURA #17. MEDICIÓN DE LONGITUDES
- FIGURA #18. COMPARACIÓN DE LA RESOLUCIÓN POR TIPO DE MALLA
- FIGURA #19. COMPARACIÓN ENTRE DIFERENCIAS DE MEDIAS
- FIGURA #20. COMPARACIÓN MÚLTIPLE ENTRE LA DIFERENCIA DE MEDIAS

FIGURA #21. COMPARACIÓN DIFERENCIA EN MM ARCO COMPLETO IOS VS PRINT IOS

FIGURA #22. COMPARACIÓN DIFERENCIA EN MM ARCO COMPLETO S VS PRINT S

FIGURA #23. COMPARACIÓN DIFERENCIA EN MM ARCO COMPLETO IOS VS S

FIGURA #24. COMPARACIÓN DIFERENCIA EN MM ARCO COMPLETO IOS VS PRINT S

FIGURA #25. COMPARACIÓN DIFERENCIA EN MM ARCO COMPLETO S VS PRINT IOS

FIGURA #26. COMPARACIÓN DIFERENCIA EN MM ARCO COMPLETO PRINT IOS VS PRNT S

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas digitales en odontología han cambiado completamente varios procesos convencionales de exploración, diagnóstico, planificación y ejecución de los tratamientos. En la odontología digital, estas nuevas secuencias obligan a determinar la exactitud de los dispositivos de adquisición, diseño y fabricación asistidos por computadora (CAD/CAM). Los escáneres intraorales son dispositivos que se han incorporado consistentemente a los flujos de trabajo en la realidad contemporánea de la odontología. La obtención de modelos digitales a partir de la adquisición de imágenes con un escáner intraoral es un proceso cada vez más utilizado (Abad-Coronel, 2019). Sin embargo, tal como sucede con los diferentes tipos de impresión convencional, la impresión digital puede tener diferencias entre los modelos obtenidos. La calidad de una impresión digital se mide a través de la resolución, definida como la nitidez de la imagen obtenida desde la adquisición de datos por ejemplo a través de un escáner intraoral (Medina-Sotomayor et al., 2018). Independientemente del método de captura de imagen del escáner, el proceso conduce a la captura tridimensional de una nube o patrón de puntos representativos del objeto y referenciados en el espacio (Jeon et al., 2018). Esta nube de puntos permite la generación de una malla digital, que se transforma en un modelo 3D gracias a la unión de planos poligonales (Richert et al., 2017). Dichos planos poligonales o triangulaciones forman una malla digital con ángulos comunes compartiendo los mismos bordes, por ello los archivos .STL (standard triangle tessellation) son compatibles con numerosas aplicaciones (Alghazzawi, 2016). El formato de archivo digital STL es utilizado en odontología digital y su principio de obtención radica en la incidencia de un haz de luz sobre un objeto. A través de la unidad de adquisición, se localiza un punto dependiente de la distancia con la que la luz incide en la superficie (Boitelle et al., 2014). La principal finalidad de contar con sistemas digitales para la adquisición, diseño y

fabricación de restauraciones dentales es obtener un resultado exacto (Jeon et al., 2018). Para evaluar de manera eficaz la calidad de las mallas digitales obtenidas, se debe considerar la exactitud de un escáner intraoral. Según la norma ISO 5725 (ISO, 5725-1:2006)., respecto a la evaluación internacional de estos parámetros, la exactitud se describe mediante dos métodos de medición: precisión y veracidad (ISO, 5725-1:2006).

1) **Precisión**, se refiere a la cercanía entre los resultados de la prueba obtenida; 2) **Veracidad** se define como la cercanía entre la medida aritmética de un gran número de resultados de prueba y el valor de referencia aceptado (Richert et al., 2017). La combinación de ambos factores determina la exactitud entendida como la reproducción de la realidad. Una mayor exactitud en las impresiones dentales es un factor clave, por ejemplo en la fabricación de restauraciones dentales (Richert et al., 2017; Van Noort, 2012). Un estudio demostró que ha observado una mayor exactitud en coronas producidas a partir de una impresión digital en comparación con aquellas producidas desde un modelo escaneado producto de una impresión convencional. Dicho resultado podría explicarse principalmente por la diferencia del procedimiento del trabajo donde las impresiones convencionales podrían generar errores propios del proceso debido a la deformación del modelo. La estrategia y manejo del aparato de adquisición podría ser la causa principal de la mayor discrepancia entre el resultado de un escaneo intraoral versus un escaneo extraoral. Se debe tomar en cuenta que un movimiento espacial impredecible del escáner por parte del operador iniciaría un cambio del sistema de coordenadas y afectaría el ajuste digital de las imágenes, reduciendo en consecuencia la exactitud del escaneo (Ting-shu & Jian, 2015).

La estrategia de escaneo intraoral es importante en la exactitud de las impresiones digitales (Passos et al., 2019). Durante el proceso de adquisición, existen tres factores a

considerar: 1) el andamiaje digital, 2) superficies legibles para ser escaneadas y 3) ausencia de factores modificadores como sangre, saliva y detritus. El principal objetivo de un escaneo es obtener con precisión la geometría tridimensional de un objeto (Richert et al., 2017). Determinados softwares de digitalización luego de la adquisición pueden generar archivos .STL para su exportación en distinta resolución: baja, media y alta (Richert et al., 2017). La resolución de una malla digital se encuentra definida por el número, morfología y regularidad de los triángulos que los conforman. Es así, que un archivo STL en resolución alta contará con el 100% de los triángulos, en resolución media el 75% de los triángulos y en resolución baja, el 25% de los triángulos, contando con estas diversas posibilidades de exportación. (CEREC SOFTWARE; Dentsply-Sirona, 4.6.2).

La veracidad, es una medida importante para analizar un modelo proveniente de impresiones digitales. Para ello, pueden ser tomadas porciones lineales o todo el arco completo y comparadas con una impresión de polivinilsiloxano (PVS) tomadas desde un modelo maestro. Las impresiones parciales han logrado demostrar una gran exactitud, mas la precisión de dicho resultado puede presentar algunas variaciones (Ender & Mehl, 2014; Joós-Kovács et al., 2019). Los objetivos de este estudio fueron proporcionar información fundamentada y comparativa sobre la exactitud de modelos digitales exportados con las distintas resoluciones disponibles en el software CEREC 4.6.2 obtenidas mediante un escáner intraoral además de establecer diferencias entre distintos modelos obtenidos digital, convencionalmente y sus posibles utilidades en diversos escenarios clínicos.

## **OBJETIVOS**

**La presente investigación tuvo como objetivos los siguientes:**

### **Objetivo General.**

Comparar la resolución de mallas obtenidas digitalmente con un sistema de escaneo digital.

### **Objetivos Específicos.**

- Determinar la calidad del archivo digital en cada una de las resoluciones.
- Comparar el número de triángulos obtenidos en cada tipo de resolución de malla digital con un escáner intraoral.
- Comprobar si la calidad de las mallas obtenidas es similar a lo que propone el software de digitalización.
- Establecer las diferencias entre la resolución de las mallas exportadas.
- Evaluar la veracidad y precisión.
- Establecer la utilidad de los modelos impresos de acuerdo con la resolución digital.

## **HIPÓTESIS NULA**

No existirían diferencias entre las distintas resoluciones de las mallas digitales exportadas y el archivo digital obtenido.



## REVISIÓN DE LA LITERATURA

### *Digitalización en odontología.*

La digitalización en odontología se impuso como un mecanismo para compensar las dificultades de cambios volumétricos producidos con las impresiones analógicas (Richert et al., 2017).

La introducción de sistemas CAD/CAM en el ámbito odontológico fue desarrollado por el Dr. Francois Duret en 1973 en Francia, en su tesis titulada “Impresiones Ópticas”. En 1984 desarrolló el primer instrumento CAD/CAM y lo presentó en 1989 en Chicago a través de la fabricación de una corona, en 1985 el odontólogo suizo Dr. Werner Mormann y el ingeniero eléctrico italiano Marco Brandestini desarrollaron los fundamentos de CEREC. Fue introducido como el primer sistema CAD-CAM disponible comercialmente para restauraciones dentales en la misma sesión clínica (Bartkowiak & Walkowiak-Śliziuk, 2018; Logozzo et al., 2014). Es así, que el término CAD/CAM se empezó a utilizar a nivel odontológico con la introducción del sistema CEREC a nivel mundial; aunque la confección de una restauración convencional siga vigente hasta la actualidad (Miyazaki & Hotta, 2011).

Con la digitalización, los pasos para el proceso de fabricación de una corona o una prótesis han disminuido. Duret y cols. propusieron la primera generación del sistema CAD/CAM (Duret & Preston, 1991); basados en esto, muchos laboratorios desarrollaron sistemas que generaban coronas con anatomía oclusal mejorada. Dada la dificultad para digitalizar los pilares de manera intraoral, se prepararon modelos de escayola que permitan iniciar el proceso de fabricación de coronas. Es así como inició la segunda generación de sistema CAD/CAM, con los escáneres extraorales (Miyazaki & Hotta, 2011) Figura 1.

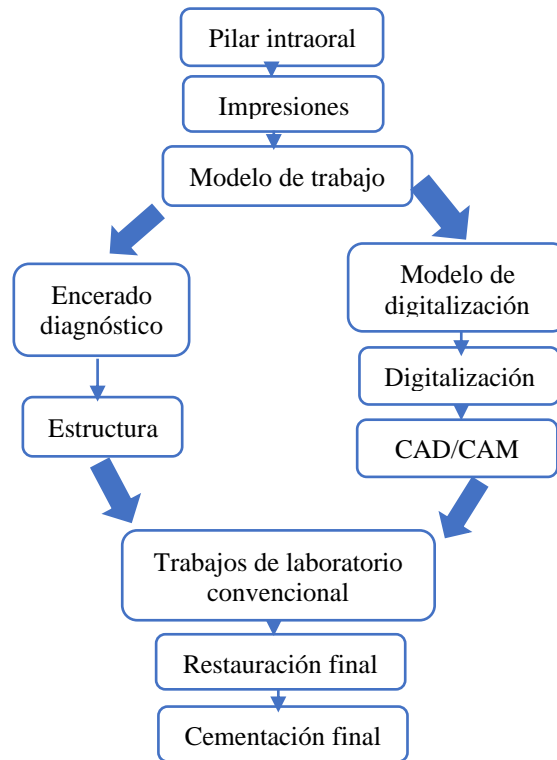


Figura 1. Adaptado de Miyazaki 2011. Flujo de trabajo con CAD/CAM de segunda generación.

Más adelante, se desarrolló un centro de procesamiento en red con digitalizadores satelitales en todo el mundo, dando paso a la tercera generación en tecnología CAD/CAM (Miyazaki & Hotta, 2011). Miyazaki desde el 2011 menciona el rápido progreso en las nuevas tecnologías, enfatizando la tecnología óptica, se mencionan entonces nuevos digitalizadores intraorales denominados como la cuarta generación, proyectando su uso en la clínica en un futuro cercano.

### ***Componentes y flujo de trabajo de los sistemas CAD/CAM.***

En el flujo de trabajo para una restauración digital hay tres pasos generales a llevar a cabo:

1) escaneo de la geometría del diente capturando datos digitales, realizado mediante escáneres intraorales o extraorales. 2) manejo del archivo digital con un software para el diseño de la restauración o modelo y 3) tecnología de producción, fresado o mecanizado del diseño realizado para obtener la restauración final (Fasbinder, 2011).

Para llevar a cabo este proceso, los sistemas CAD / CAM constan de tres componentes (Beuer et al., 2008; Galhano et al., 2012):

- Un instrumento de digitalización o escáner que transforma la geometría de la imagen captada en datos digitales que pueden procesarse en una computadora.
- Un software que procesa la información obtenida produciendo un conjunto de datos para el producto que se fabricará.
- Una tecnología de producción que transforma el conjunto de datos en el producto diseñado por métodos de adición o sustracción.

Dependiendo del sitio donde se encuentren los componentes de los sistemas CAD / CAM, en odontología hay tres flujos de trabajo disponibles (Beuer et al., 2008), a saber:

- Chairside: Impresiones, digitalización y producción en la clínica dental.
- Labside: Digitalización y producción en el laboratorio en base a un modelo de trabajo convencional.
- Mixto: Fabricación de restauraciones centralizadas en un lugar de producción basado en impresiones digitales y diseños realizados en otros sitios.

### ***Escáneres intraorales en odontología.***

Los escáneres intraorales (EIO) son dispositivos que capturan impresiones ópticas directas en odontología (Martin et al., 2015; Ting-shu & Jian, 2015). Estos escáneres proyectan una fuente de luz sobre el objeto a escanear, sean estos arcos dentales y/o dientes preparados (Martin et al., 2015; Zimmermann, 2015). Las imágenes capturadas son procesadas por el software de escaneo generando una nube de puntos. Esta nube de puntos es triangulada por el mismo software, creando una malla digital (Imburgia et al., 2017; Martin et al., 2015).

En la actualidad, existen numerosas marcas de escáneres intraorales: True Definition Scanner (3M Espe), Trios 4, Trios3 y Trios Standard/Color (3Shape); iTero Element (Align Technology), CS 3500 (Carestream) DWOS (Dental Wings), Rainbow IOS (Dentium), MIA3D (Densys 3D), AADVA (GC), Lythos (Kavo), MFI (Condor), Lythos (Ormco), PlanScan (Planmeca), Cerec Omnicam (Dentsply Sirona), Cerec Primescan (Dentsply Sirona), entre otros. La diferencia entre cada uno de ellos se basa en el principio del escaneo y el procedimiento que lleva a cabo para la adquisición de datos (Medina-Sotomayor et al., 2018; Zimmermann, 2015).

### ***CEREC.***

Mormann y Brandestini en 1987 presentaron un diagrama de flujo del sistema CEREC 1 (Ting-shu & Jian, 2015). Este consistió en una cámara de video tridimensional (cabezal de escaneo), un procesamiento electrónico de imágenes (procesamiento de video), una

unidad de memoria y un procesador (computadora), conectado a una fresadora en miniatura (máquina fresadora de tres ejes). Los datos tridimensionales grabados se mostraban inmediatamente como una imagen de video pseudoplástica con un fotograma congelado en el monitor (Mormann et al., 1989).

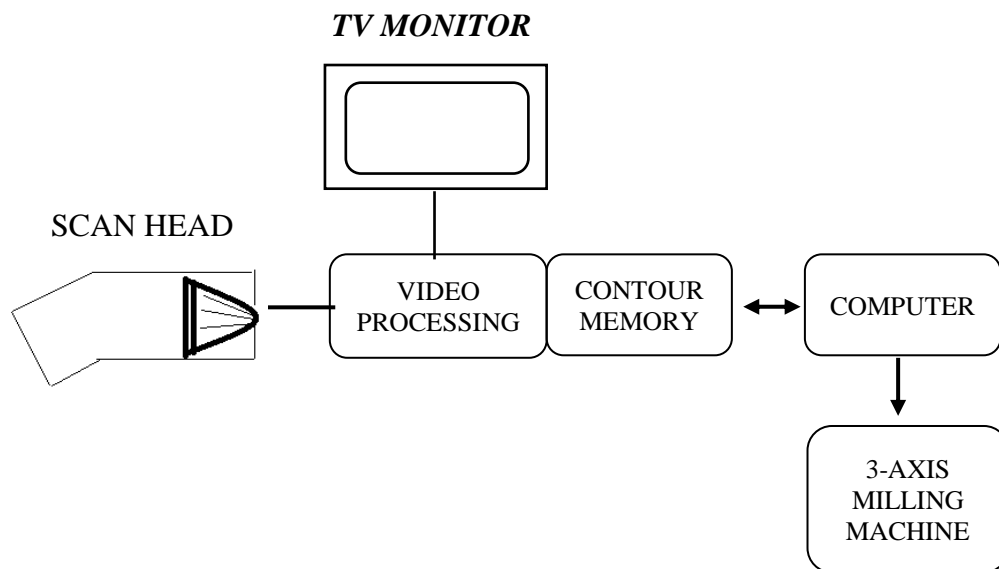


Figura 2. Adaptada de Mormann 1989.

Diagrama de flujo del sistema CEREC.

La cavidad se detallaba en el monitor mediante el modo de búsqueda de la cámara. Una superficie circular de seguimiento (arriba de la unidad) y el teclado permitían al odontólogo delinear la forma de la preparación de la cavidad mostrada en el monitor. La cámara de fresado es la unidad en la cual la restauración se procesaba (dentro de 4 a 7 minutos) a partir de un bloque cerámico prefabricado (Mormann et al., 1989). Los equipos CEREC de Siemens y Sirona (Bensheim, Alemania) desarrollaron las unidades CEREC 2 y 3, así como el escáner extraoral (INEOS) y las versiones de software asociadas (Van der Meer et al., 2012).

La cuarta generación se presentó en el 2009 como CEREC AC Bluecam, la cual captura imágenes utilizando luz emitida por un diodo de luz LED. Para la digitalización de imágenes, cuentan con un sensor de imagen denominado CCD (Dispositivo Acoplado de carga eléctrica). Bluecam proyecta un patrón de líneas sobre el objeto a escanear; a medida que el rayo de luz proyectado se refleja en el sensor, lo transforman en señales eléctricas que se convertirán en un formato digital mediante un CAD (Conversor Analógico Digital), (Van der Meer et al., 2012).

En el 2012, el nuevo sistema CEREC AC Omnicam se encontraba ya en el mercado, presentando características mejoradas de la anterior generación. (Ting-shu & Jian, 2015). Este tipo de escáner proyecta un haz de luz a un objeto, cada haz de luz es reflejado en el sensor, midiendo la distancia entre el haz de luz proyectado y la luz reflejada. Se forma un ángulo entre el proyector de luz y el sensor, el cual es medido por el software. A esta tecnología se la conoce como triangulación (Van der Meer et al., 2012).

#### ***CEREC SOFTWARE 4.6.2.***

Cada casa comercial genera nuevas actualizaciones de cada sistema operativo digital mejorando el servicio. En este caso, Denstply Sirona cuenta con el software de digitalización y diseño CEREC 4.6.2(CEREC, 2018). Dicho sistema parte desde la adquisición de imágenes con una cámara intraoral 3D de alta resolución, con procesamiento de imagen integrado. Su método de medición es la triangulación con una fuente de luz led blanca, no polarizada con un rango espectral visible (Van der Meer et al., 2012).

### *Adquisición de imágenes.*

El principal objetivo de un escáner intraoral es obtener con precisión la geometría tridimensional de un objeto (Richert et al., 2017).

Todas las cámaras requieren una reproducción de luz que será grabado ya sea como imágenes individuales o videos y compilados por el software después del reconocimiento de puntos que generará una malla digital.(Richert et al., 2017).

En la Figura 3 se ilustra el proceso de obtención de un archivo STL: A) archivo STL. B) cada triángulo de un archivo STL está formado por 3 puntos con coordenadas cartesianas: X,Y,Z y una superficie normal. C) Representación esquemática de la tecnología de reconstrucción. Cada imagen es analizada y el software selecciona los puntos de interés (PDI). Se calcula la similitud entre las imágenes, se define la coincidencia de PDI y la matriz de proyección genera triángulos con coordenadas.

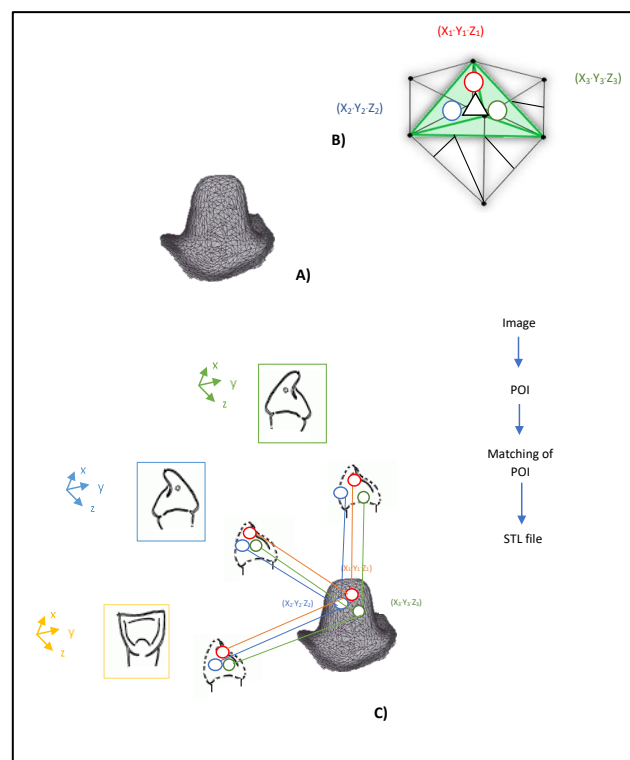


Figura 3. Adaptado de Richert R et cols 2017. Obtención de un archivo STL

Dentro del campo de la reconstrucción en 3D se mencionan dos técnicas: pasivas y activas. En las técnicas pasivas se emplea la iluminación ambiental en los tejidos orales dependiendo de la textura del objeto escaneado. Las técnicas activas emplean luces proyectadas desde la cámara sobre el objeto donde no dependen de la textura real y el color de los tejidos para la reconstrucción. En esta técnica la distancia al objeto se calcula por triangulación (Richert et al., 2017).

Para determinar la distancia a la que es capturada la imagen en tecnología digital, se mencionan: 1. Triangulación; 2. Confocal; 3. Onda activa y 4. Estereofotogrametría

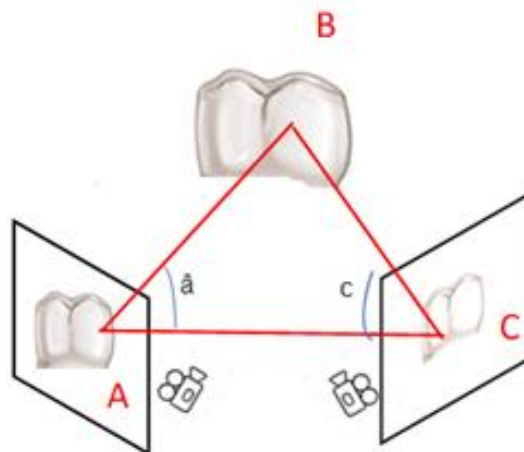


Figura 4. Adaptado de Richert R et cols 2017. Triangulación.

1. Triangulación: se basa en el principio de conocer la posición de un punto de un triángulo localizado en el objeto escaneado. Esta posición puede ser calculada conociendo la posición y ángulos desde dos puntos de vista, tal como lo muestra la Figura 4 (Richert et al., 2017).



2. Confocal: es una técnica que se basa en la adquisición de imágenes en profundidades seleccionadas. En la figura 5 se observa como la cámara intraoral detecta el área de nitidez de la imagen para inferir la distancia al objeto (Richert et al., 2017).



Figura 5. Adaptado de Richert R et cols 2017 (Richert et al., 2017). Confocal.

3. Onda Activa: La producción de imágenes por onda activa requiere una cámara y un módulo de apertura fuera del eje. El módulo será el que se mueve en una trayectoria circular alrededor del eje óptico. La información de distancia y profundidad se calcula partiendo de un patrón producido por cada punto. Figura 6 (Logozzo et al., 2014; Richert et al., 2017).

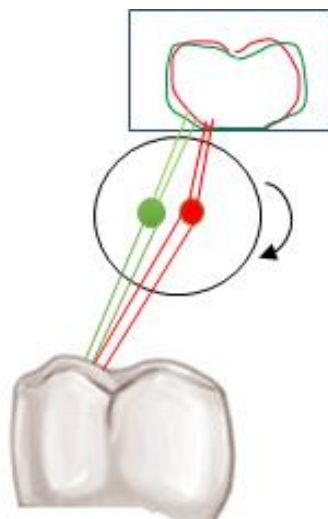


Figura 6. Adaptado de Richert R et cols 2017. Captura de imagen por onda activo.

4. Estereofotogrametría: estima todas las coordenadas X, Y, Z a través de un análisis de algoritmos de las imágenes como lo muestra la figura 7 (Pradíes et al., 2014; Richert et al., 2017).

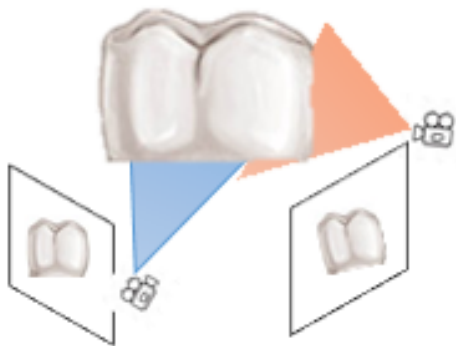


Figura 7. Adaptado de Richert R et cols 2017. Estereofotogrametría.

Durante la adquisición de imágenes un parámetro importante a considerar es el protocolo de escaneo. Al tomarlo en cuenta se puede aumentar la precisión del modelo virtual obtenido (Zimmermann, 2015). El objeto escaneado debe colocarse en el centro del área de adquisición, manteniendo movimientos fluidos preservando una distancia constante entre 5 y 30 mm de la superficie escaneada, lo que resulta difícil durante el cambio de eje (Zimmermann, 2015).

Para lograrlo se han propuesto varios métodos tales como escaneo lineal, barrido en S o como lo indique el fabricante.

Como se puede observar en la Figura 8, CEREC en su manual ilustra la manera de realizar adecuadamente un escaneo intraoral. Se inicia en sentido oclusal sobre el último diente del cuadrante derecho, después se deben completar los siguientes pasos: 1. Inclinar la cámara 45° hacia palatino (oral) y dirigirla de distal a mesial. 2. Girar la cámara otros 45° hacia palatino y moverla en sentido distal. 3. Girar la cámara 90° sobre la superficie

oclusal y moverla en sentido mesial. 4. Girar la cámara 45° hacia bucal y volver a moverla en sentido distal. 5. En ese punto, girar la cámara otros 45° hacia bucal (90° en total) y desplazarla en sentido mesial (DENTSPLY SIRONA, 2018).

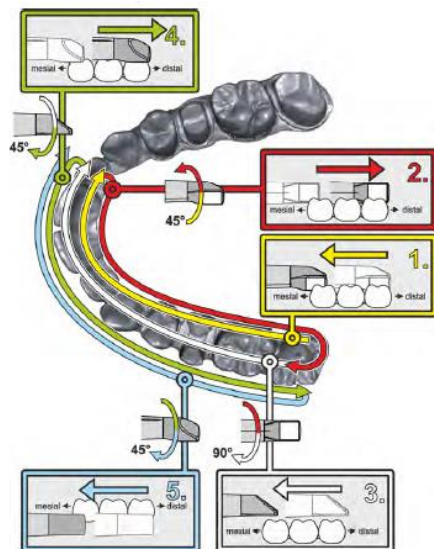


Figura 8. Método de escaneo (DENTSPLY SIRONA, 2018)

### *Procesamiento de impresiones digitales.*

Después de la preparación de la superficie a escanear, el odontólogo realiza la lectura o medición óptica utilizando un dispositivo de captura ya sea directamente en la boca del paciente o indirectamente en un modelo de yeso (Duret & Preston, 1991).

Una vez que el archivo CAD fue procesado a un archivo CAM, es transmitido a una máquina para la fabricación de una restauración dental, los datos que fueron obtenidos a través del escaneo son almacenados en un archivo de diseño disponible para usos posteriores (Jeon et al., 2018). Independientemente del método de captura de imagen del escáner, el proceso conduce a la captura tridimensional de una nube o patrón de puntos representativos del objeto y referenciados en el espacio. Esto no difiere mucho del método tradicional, en el cual el modelo de yeso sirve como almacenaje de la información

y no requiere ningún conocimiento previo de la posición relativa de cada punto que constituye la superficie (Jeon et al., 2018).

### ***Formatos digitales.***

Este tipo de sistemas digitales pueden ser abiertos o cerrados de acuerdo con la capacidad de compartir archivos de datos (Mangano et al., 2017).

En la actualidad, existen diferentes formatos de archivos digitales disponibles en sistemas abiertos: OBJ, STL, POL, PLY, JT-OPEN (Hiller & Lipson, s. f.).

Dentro de ellos, el formato más utilizado universalmente es .STL (standard tessellation language). Este tipo de formato describe una sucesión de superficies triangulares donde cada uno se encuentra definido por tres puntos y una superficie normal (Mangano et al., 2017; Richert et al., 2017).

En cuanto a los sistemas cerrados, son aquellos donde el escáner, software y la fresadora pertenecen al mismo sistema. Este sistema cuenta con archivos de propiedad del mismo sistema, lo que impide la capacidad de compartir archivos con otros sistemas (Mangano et al., 2017; Ting-shu & Jian, 2015).

En la actualidad los sistemas cerrados prácticamente ya no se encuentran en el mercado dental. El mismo sistema CEREC precisamente ha modificado el flujo para poder exportar los archivos en un formato universal .STL.

### ***Resolución de una malla digital.***

Como se había mencionado anteriormente, el escáner genera una nube de puntos y su aproximación forma una malla digital. Dicha aproximación dependerá del número de

puntos generados conocido como resolución (Medina-Sotomayor et al., 2018; Ting-shu & Jian, 2015). El software del escáner intraoral (EIO) puede generar archivos en distintas resoluciones disponibles en el software: baja, media y alta, como o muestra la Figura 9 (Richert et al., 2017).

Con el advenimiento de la odontología digital, se ha vuelto importante determinar la exactitud de los dispositivos de diseño y fabricación asistidos por computadora (CAD/CAM) (Jeon et al., 2018).

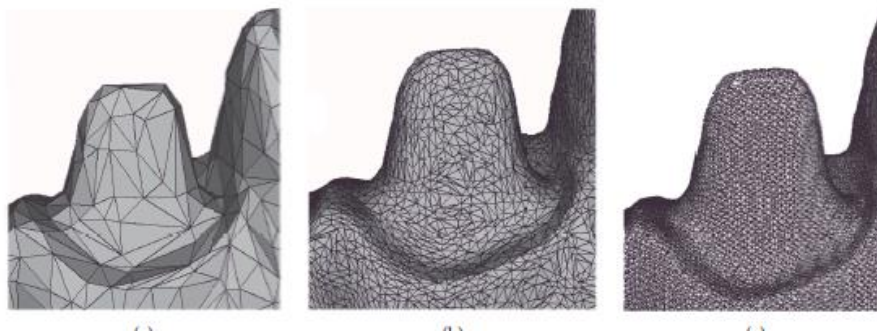


Figura 9. Densidad de malla digital (Richert et al., 2017)

Para evaluar de manera eficaz la calidad de las mallas digitales obtenidas, se debe considerar la exactitud de un escáner intraoral. Según la norma ISO 5725, la exactitud se describe mediante dos métodos de medición: precisión y veracidad (ISO, 5725-1:2006).

1) **Precisión**, se refiere a la cercanía entre los resultados de la prueba obtenida; 2) **Veracidad**, se define como la cercanía entre la medida aritmética de un gran número de resultados de prueba y el valor de referencia aceptado (Richert et al., 2017). La combinación de ambos factores determina la exactitud, entendida como la reproducción de la realidad. Un alto nivel de exactitud en las impresiones dentales es un factor clave, por ejemplo en la fabricación de restauraciones dentales (Richert et al., 2017; van Noort, 2012). Figura 10.

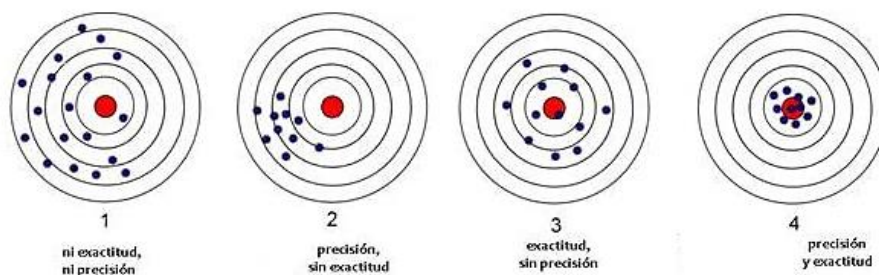


Figura 10. Descripción gráfica de Precisión y exactitud

<https://www.e-medida.es/numero-1/exactitud-no-es-lo-mismo-que-precision/>

***Software de análisis digital y diseño para la fabricación aditiva de prototipos e impresiones en 3D.***

En la actualidad se cuenta con diversos sistemas que pueden contribuir a determinar la precisión y veracidad de las mallas digitales obtenidas. Entre los softwares disponibles, se destacan: Netfabb Ultimate (Autodesk/2020/ California, USA) y Geomagic Control X. (3D Systems Inc/2020/ Rock Hill/ SC).

NETFABB ULTIMATE (Autodesk/2020/ California, USA): es un software diseñado para la fabricación aditiva de prototipos e impresiones en 3D. Este sistema utiliza archivos en formato STL para crear una malla digital. La compañía creadora del Software Netfabb, es una compañía especializada en el diseño en 2D y 3D para distintas áreas de aplicación (Netfabb | Additive Manufacturing and Design Software | Autodesk, 2020). Prepara además archivos tridimensionales para imprimir y los convierte en archivos de 2,5 dimensiones, que consiste en una lista de capas de división bidimensional. Para ayudar a los usuarios a preparar la impresión, incluye las funciones para ver, editar, reparar y analizar archivos STL tridimensionales o archivos basados en segmentos en varios formatos (Netfabb | Additive Manufacturing and Design Software | Autodesk, 2020).

Netfabb 2020, ofrece actualizaciones en dos de las funciones más utilizadas en este software: la simulación y mallas digitales. Dentro de dichas funciones, Netfabb en el 2018 ya agregó nuevos algoritmos de recuperación permitiendo obtener una evaluación adaptativa, es decir permite realizar un análisis detallado de las triangulaciones que forman una malla digital (*Netfabb / Additive Manufacturing and Design Software / Autodesk, 2020*).

GEOMAGIC CONTROL X. (3D Systems Inc/2020/ Rock Hill/ SC): Es una plataforma equipada con herramientas diseñadas para mejorar el flujo de trabajos existentes, una marca profesional de software de ingeniería de Sistemas 3D. Con este tipo de software se tiene acceso a un flujo de trabajo intuitivo con trabajos rastreables y repetitivos (*Geomagic ControlX, 2016*). Este software es compatible con los escáneres 3D activos basados en una tecnología de luz estructurada; una luz led azul que genera un modelo bidimensional de líneas mediante las cuales se realiza un barrido en dirección horizontal y vertical lo que le permite calcular la distancia de cada punto del modelo (Aguilar et al., 2017). Su capacidad de escaneo es de un millón de puntos en 0.3 segundos, generando modelos físicos muy precisos. Este sistema cuenta con múltiples aplicaciones, en el campo de la salud por ejemplo se lo utiliza para la elaboración de prótesis ortopédicas y en el diseño y fabricación de prótesis dentales (Kühmstedt et al., 2007).

## **METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### ***DISEÑO.***

**TIPO DE ESTUDIO:** Estudio transversal comparativo *in vitro* a través de sistemas externos de medición: Netfabb Ultimate (California, USA/ Autodesk/2020) y Geomagic Control X. (Rock Hill/ SC/3D Systems Inc/2020).

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

| ESCENARIO          | ÁREA DE INVESTIGACIÓN                      | PROBLEMA                                  | INTERVENCIÓN  | COMPARACIÓN   | RESULTADO   | PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN   |
|--------------------|--|---|---|---|---|---|
| <b>Diagnóstico</b> | Resolución de mallas en sistemas digitales | Precisión y Veracidad de Mallas digitales | Sistemas de medición:<br>Software NetFabb (número de triángulos de las mallas digitales)<br><br>Geomagic (comparación modelo digital vs convencional) | Comparación de información que establece el fabricante<br><br>Impresiones Convencional es PVS | Determinar la validez de la información proporcionada por el fabricante | ¿Una malla de resolución baja es suficiente para generar modelos de estudio?<br><br>¿Es necesario utilizar una malla de resolución alta para la confección de prótesis fijas? |

**VARIABLES.**

| VARIABLES INDEPENDIENTES              | VARIABLES DEPENDIENTES |
|---------------------------------------|------------------------|
| <b>Escáner Intraoral</b>              | Precisión              |
| <b>Software de digitalización</b>     | Veracidad              |
| <b>Resolución de mallas digitales</b> | Exactitud              |



## CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA

| CRITERIOS DE INCLUSIÓN  | CRITERIOS DE EXCLUSIÓN                            |
|---|---|
| Paciente con dentición completa                                       | Paciente portador de prótesis parciales o totales |
| Paciente sin restauraciones o reconstrucciones de cobertura completa. | Paciente con zonas edéntulas                      |
|   | Paciente con reconstrucciones parciales o totales |

## METODOLOGÍA

*Adquisición Digital de imágenes:* Tras recibir la aprobación por parte del Comité de Bioética, P2019-179TPG , se inició el proceso de adquisición digital de imágenes. Se escaneó la arcada completa superior de un paciente, a través de un escáner intraoral (CEREC Omnicam; Dentsply Sirona/ Alemania). Figura 11.

*Digitalización:* La imagen obtenida se exportó en archivos STL de baja, media y alta resolución a través del software CEREC 4.6.2. (Dentsply Sirona/ Alemania). Por consiguiente, se obtuvo una malla digital por cada tipo de resolución. Figura 12. Cada uno de los modelos fue impreso a través de una impresora 3D con tecnología aditiva DLP (Sprint Ray MoonRay), con un grosor de capa de 25micrones.

*Impresión Convencional:* Se tomó un registro del paciente del arco superior con Polivinilsiloxano (PVS) Elite HD (Zhermack /Alemania) siguiendo las indicaciones del fabricante, con técnica de impresión en dos pasos usando una cubeta Rim Lock (Bader /cubetas Rim Lock Regulares/ Pontevedra/Galicia Bader/España) superior. Se esperó 1 hora para realizar el vaciado de la impresión definitiva de acuerdo con las indicaciones

del fabricante. Se obtuvo el modelo definitivo en Yeso tipo IV Nic Stone (MDC/ Nick Stone tipo IV/ Zapopan, Jalisco, México).

Una vez obtenido el modelo definitivo, se procedió a escanearlo hasta el último molar de los cuadrantes correspondientes I y II, a través de un escáner intraoral (Dentsply Sirona/ CEREC Omnicam/Bensheim/Hesse/Alemania).

En total se obtuvieron 6 modelos impresos: 3 modelos obtenidos a partir del Escaneo Intraoral (EIO) y 3 obtenidos por el escaneo del modelo de yeso tipo IV en los tres tipos de resoluciones disponibles en el software.



Figura 11. Escaneo Intraoral arcada Superior.

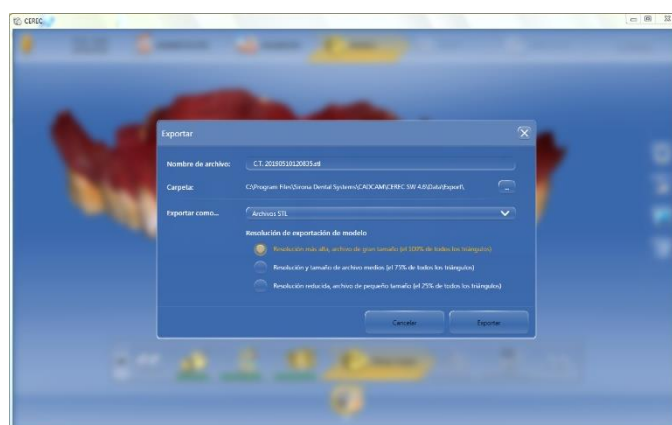


Figura 12. Selección de resolución

Los 6 modelos impresos de los dos grupos mencionados se escanearon nuevamente y se obtuvieron 3 nuevas mallas digitales del modelo impreso de escaneo intraoral y 3 nuevas mallas digitales del modelo impreso del modelo de yeso en los tres tipos de resoluciones

disponibles. En la Figura 13 se ilustra el flujo de trabajo desde la adquisición, digitalización y la obtención de los modelos impresos.



Figura 13. Flujo de trabajo

- 1.** Escaneo Arcada completa superior. **2.** Registro PVS y Modelo yeso tipo IV **3.** Exportación 3 tipos de resolución **4.** Modelo impreso Escaneo Intraoral **5.** Modelo impreso de modelo de yeso.

Una vez obtenidos los archivos digitales, se almacenaron de acuerdo con el tipo de resolución y escaneo realizado bajo las siguientes denominaciones: escaneo intraoral alta IOSH, media IOSM, baja IOSL; escaneo de modelo de yeso alta SH, media SM y baja SL. Las mallas digitales obtenidas a partir de los modelos impresos fueron denominadas PRINT acompañadas con el origen de la adquisición sean: IOS (intraoral) o S (yeso). El grupo control serán las mallas digitales de resolución alta obtenidas producto del escaneo intraoral. La Tabla 1 muestra las denominaciones de archivos digitales y la Figura 14 refleja la distribución de grupos.

Tabla 1. Denominaciones Archivos Digitales

| DENOM. | Escaneo Intraoral Alta | Escaneo Intraoral Media | Escaneo Intraoral Baja | Modelo de Yeso Alta | Modelo de Yeso Media | Modelo de Yeso Baja | Escaneo Modelo Impreso |
|--------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| Siglas | IOSH                   | IOSM                    | IOSL                   | SH                  | SM                   | SL                  | PRINT                  |

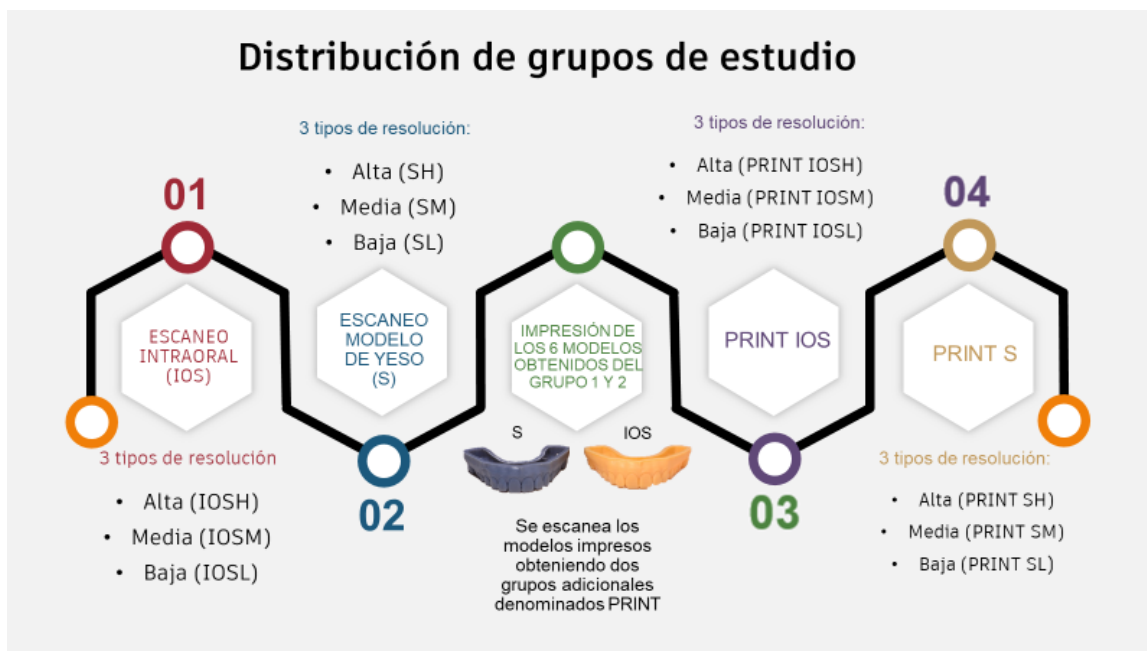


Figura 14. Flujograma grupos de estudio.

Para determinar la precisión y veracidad de dichas impresiones digitales, se utilizó un software de análisis digital y diseño para la fabricación aditiva de prototipos e impresiones en 3D, NETFABB Ultimate (Autodesk/2020/ California, USA) para comparar los resultados obtenidos con la información proporcionada por el software CEREC 4.5.2. (Dentsply Sirona /Alemania).

Este sistema utiliza archivos en formato STL para crear una malla digital. Con este software se cuantificó el número de triangulaciones presentes en cada malla de acuerdo con la resolución elegida. Para obtener los datos, se importó el archivo al Software Netfabb Ultimate 2020. (Autodesk/2020/ California, USA). A continuación, se seleccionó la opción Partes/Archivos importados, la cual reflejó una pantalla detallando la información del archivo importado: tamaño del archivo digital, número de triángulos y nivel de detalle, el cual fue comparado con la información del fabricante CEREC 4.5.2. (Dentsply Sirona /Alemania). Se importó cada uno de los archivos en las resoluciones

disponibles tanto para los modelos de escaneo intraoral como para los modelos de yeso escaneados. Figura 15.

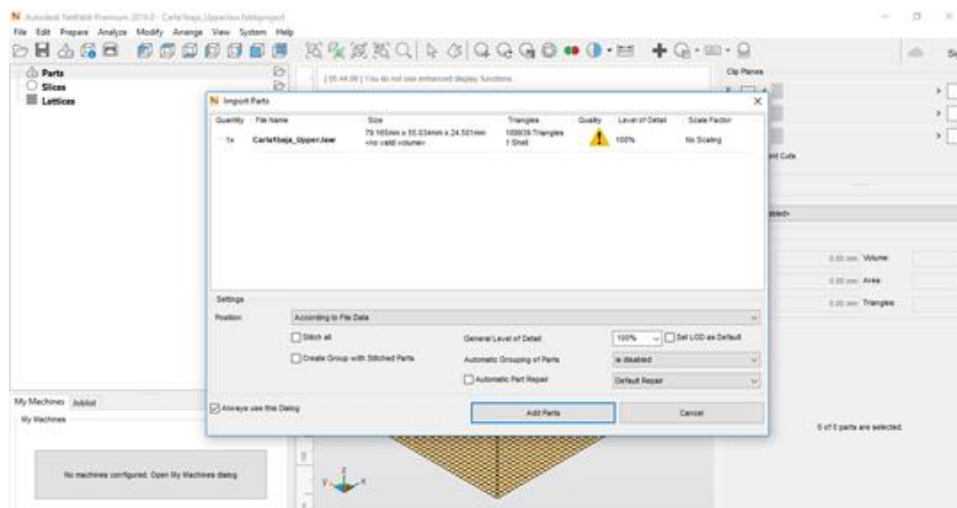


Figura 15. Pantalla con información de archivo importado

Netfabb Ultimate (Autodesk/2020/ California, USA).

Para determinar la exactitud de las mallas digitales obtenidas se utilizó el software GEOMAGIC Control X. (SC/3D Systems Inc/2020/Rock Hill). Es un software de ingeniería inversa equipada con herramientas diseñadas para mejorar el flujo de trabajos existentes. Con este tipo de software se tuvo acceso a un flujo de trabajo intuitivo con trabajos rastreables y repetitivos.

Con Geomagic Control X (SC/3D Systems Inc/2020/ Rock Hill) se realizó la comparación de cuatro grupos: 1) mallas de resolución alta, media y baja de escaneo intraoral; 2) mallas de resolución alta, media y baja de escaneo de modelo de yeso y se agregaron 2 grupos para determinar la exactitud de los modelos impresos obtenidos: 3) mallas de resolución alta, media y baja de escaneo de modelo impreso en resina de escaneo intraoral y 4) mallas de resolución alta, media y baja de escaneo de modelo impreso en resina de modelo de yeso. En total, 12 mallas digitales a ser comparadas entre sí.

Primero se realizó una comparación intragrupo entre las mallas en las distintas resoluciones: alta, media y baja. Posteriormente, la comparación se realizó inter-grupos con distintas resoluciones. En total se obtuvieron 48 comparaciones entre los 4 grupos de mallas digitales obtenidas.

Se inició el proceso en Geomagic Control X (SC/3D Systems Inc/2020/ Rock Hill), importando el archivo seleccionado al software. Para estandarizar la comparación, se colocaron puntos de referencia para el matching entre las mallas a comparar. Se seleccionó la función insertar, para la geometría de referencia por puntos anatómicos visibles, iniciando por el lado derecho, anterior y finalizando por el lado izquierdo. Esto fue realizado en los tres tipos de mallas de cada uno de los archivos adquiridos, replicando los mismos puntos de referencia en todas, trazando en total 9 puntos de referencia. Figura 16A.

A través del software se determinó una malla de referencia (escaneado intraoral de alta definición, como grupo control) para realizar su alineación. Se seleccionó la malla de referencia dando clic derecho en la misma moviéndola a los datos de referencia para la superposición. Es así, que las mallas digitales contaron con dos referencias para su alineación: los 9 puntos y la malla digital de referencia.

A continuación, se importó la segunda malla seleccionada para realizar la alineación. Se inició con la alineación inicial en función de los puntos seleccionados que proporcionó el Software. Adicionalmente, la herramienta de análisis de alineación mejorada del software Geomagic Control X (SC/3D Systems Inc/2020/ Rock Hill), fue seleccionada tras la alineación inicial. Figura 16B y 16C

Una vez alineadas las mallas digitales, se inició la comparación 3D. Se desplegó una ventana para determinar: Opción de Cálculo: 1) Método de medición: forma. 2) Dirección de Proyección: Máxima Desviación: 0.05mm. 3) Opción de pantalla: mapa de color. 4) Rango de Tolerancia: 0.05mm. Determinados estos parámetros, se obtuvo una imagen de las mallas alineadas entre sí reflejadas a través de un mapa de color donde se reflejaron los parámetros de exactitud o discrepancias entre ellas. Se generó el reporte del análisis del software que arrojó la discrepancia en porcentaje de las mallas alineadas, expresado en un mapa de colores que toma como referencia los parámetros establecidos en la comparación 3D. Figura 16D

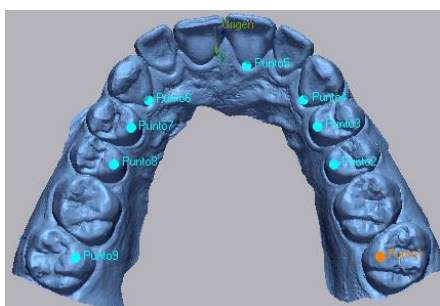


Figura 16A. Puntos de referencia

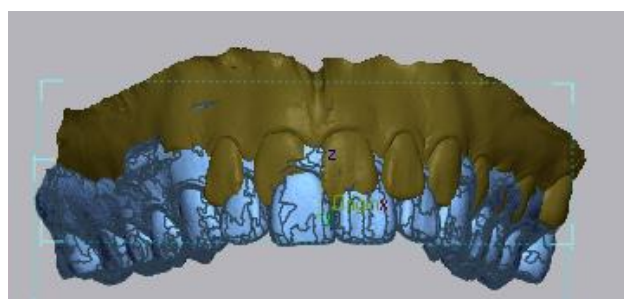


Figura 16B.. Importación mallas

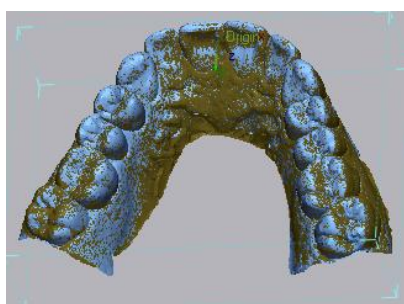


Figura 16C. Alineación de mallas

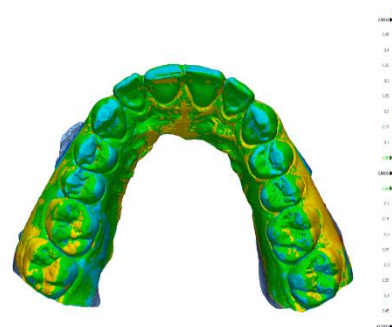


Figura 16D. Comparación 3D

Finalmente, a través del software GEOMAGIC Control X (SC/3D Systems Inc/2020/ Rock Hill) se calcularon las diferencias en mm entre las distancias de los puntos de referencia de las mallas digitales del escaneo intraoral y del modelo de yeso previamente

establecidos para el pareo de las mallas digitales. La finalidad de esta comparación fue verificar la veracidad de las mallas digitales obtenidas.

Fueron realizadas seis comparaciones: 1) IOS vs PRINT IOS 2) S vs PRINT S 3) IOS vs S 4) IOS vs PRINT S 5) S vs PRINT IOS 6) PRINT IOS vs PRINT S.

Se realizaron además comparaciones entre las mallas digitales de la misma resolución, estableciendo puntos de referencia para tomar mediciones lineales en mm: hemiarcada 1 PZ 17-14; hemiarcada 2 PZ 13-23; hemiarcada 3 PZ 24-27 y arco completo PZ 17-27 como lo muestra la Figura 17.

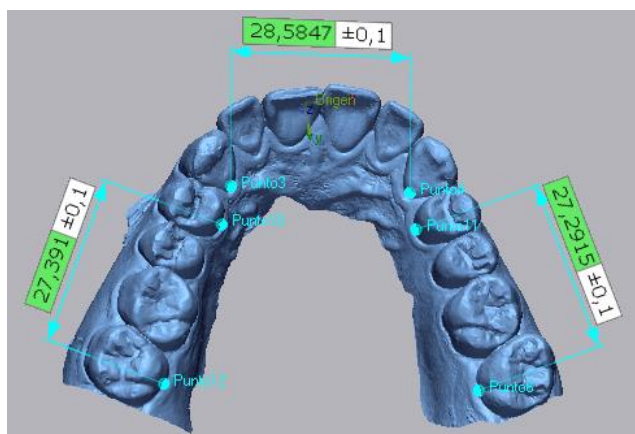


Figura 17. Longitudes IOSH

Geomagic Control X (SC/3D Systems Inc/2020/ Rock Hill)



## ANÁLISIS DE DATOS

### Detalles del análisis

Los resultados obtenidos para los cuatro grupos de estudio fueron organizados en una base de datos, elaborando tablas de recolección de datos presentadas a continuación.

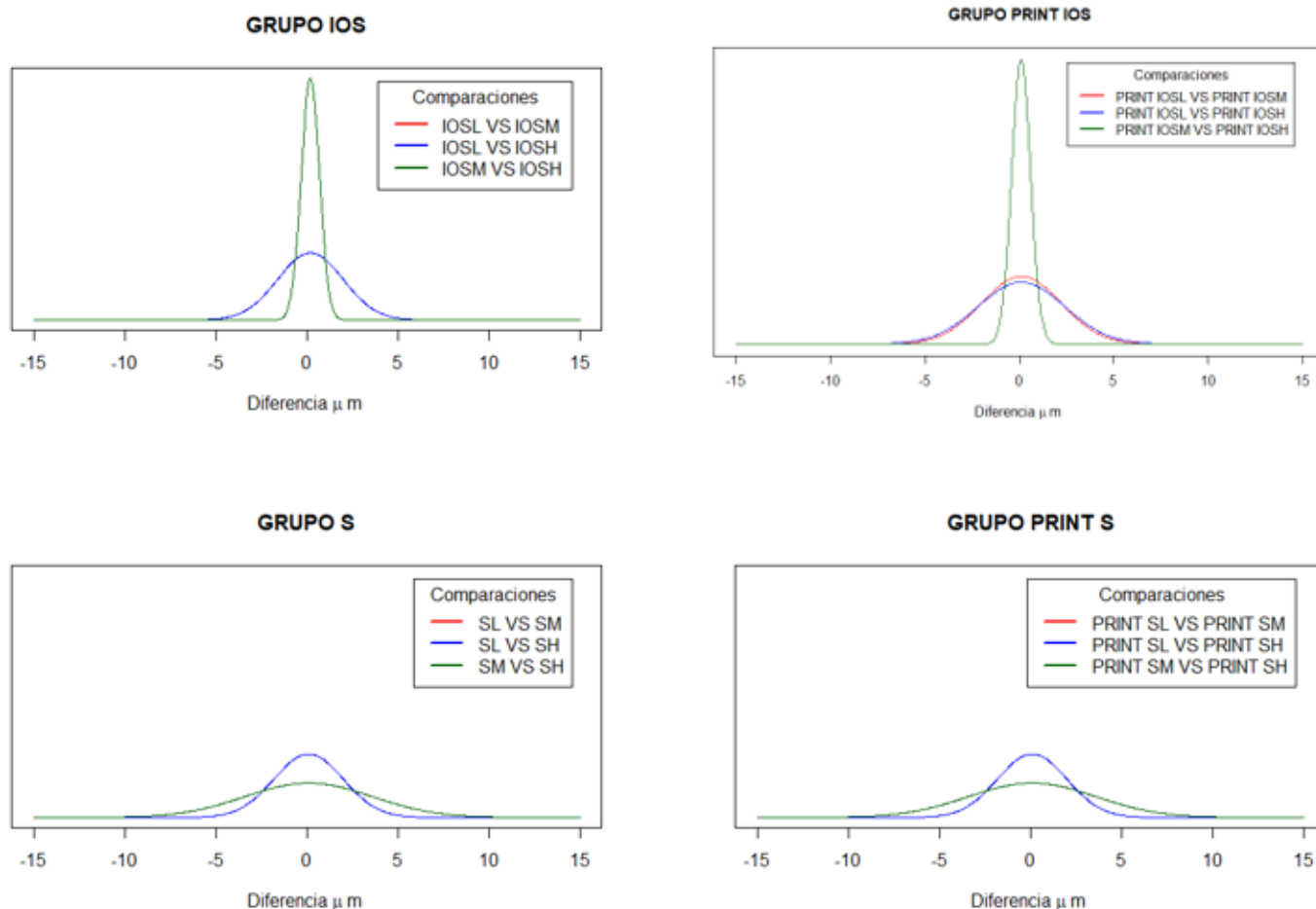
| Información<br>Software | Triángulos           |                      |                      |                     |
|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
|                         | IOS                  | Resolución Netfabb % | S                    | Resolución Netfabb% |
| <b>Alta 100%</b>        | 759759<br>triángulos | 100%                 | 854575<br>triángulos | 100%                |
| <b>Media 75%</b>        | 569819<br>triángulos | 74.99%               | 640930<br>triángulos | 74.99%              |
| <b>Baja 25%</b>         | 189939<br>triángulos | 24.99%               | 213643<br>triángulos | 24.99%              |

La información proporcionada por el software utilizado en este estudio sobre la resolución de una malla digital y el número de triangulaciones fue exacta.

IOS: Escaneo Intra Oral    S: Modelo de Yeso    PRINT: Escaneo Modelo Impreso    H: Resolución Alta    M: Resolución Media    L: Resolución Baja

**Tabla 3. Comparación de mallas digitales en Geomagic Control X. Valores mínimos, máximos, media y desviación estándar**

| GRUPO   | COMPARACIÓN              | MÍNIMO    | MÁXIMO   | MEDIA   | DESVIACIÓN ESTÁNDAR |
|---|--------------------------|-----------|----------|---------|---------------------|
| <b>1<sup>er</sup> Grupo IOS</b>                         | IOSL VS IOSM             | -16.5 um  | 14.5 um  | 0.2 um  | 1.8 um              |
|   | IOSL VS IOSH             | -16.4 um  | 14.7 um  | 0.1 um  | 1.8 um              |
|   | IOSM VS IOSH             | -4.1 um   | 3.3 um   | -0.3 um | 0.5 um              |
| <b>2<sup>do</sup> Grupo S</b>                           | SL VS SM                 | -12.7 um  | 10 um    | 0.1 um  | 1.9 um              |
|   | SL VS SH                 | -12.5 um  | 8.8 um   | 0.1 um  | 1.9 um              |
|   | SM VS SH                 | -10.2 um  | 12.7 um  | 2.4 um  | 3.5 um              |
| <b>3<sup>er</sup> Grupo PRINT S</b>                     | PRINT SL VS PRINT SM     | -12.7 um  | 10 um    | 0.1 um  | 1.9 um              |
|   | PRINT SL VS PRINT SH     | -12.5 um  | 8.8 um   | 0.1 um  | 1.9 um              |
|   | PRINT SM VS PRINT SH     | -10.2 um  | 12.7 um  | 2.4 um  | 3.5 um              |
| <b>4<sup>to</sup> Grupo PRINT IOS</b>                   | PRINT IOSL VS PRINT IOSM | -12.8 um  | 11.2 um  | 0.1 um  | 2.1 um              |
|   | PRINT IOSL VS PRINT IOSH | -12.4 um  | 11.5 um  | 0 um    | 2.3 um              |
|   | PRINT IOSM VS PRINT IOSH | -4.1 um   | 3.3 um   | -0.3 um | 0.5 um              |
| <b>COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS</b>                         |                          |           |          |         |                     |
| <b>1<sup>era</sup> COMPARACIÓN: IOS VS S</b>            | IOSH VS SH               | -500 um   | 499.9 um | 0.4 um  | 91.6 um             |
|   | IOSM VS SM               | -500 um   | 499.9 um | 1.1 um  | 89.2 um             |
|   | IOSL VS SL               | -499.8 um | 499.6 um | 1.8 um  | 89.3 um             |
|   | IOSH VS SL               | -499.8 um | 499.3 um | 1.9 um  | 89.4 um             |
|   | IOSL VS SH               | -499.3 um | 499.9 um | 1 um    | 90 um               |
|   | IOSM VS SH               | -500 um   | 50 um    | 0.1 um  | 91.6 um             |
|   | IOSH VS SM               | -500 um   | 499.8 um | -3.3 um | 86.2 um             |
|   | IOSL VS SM               | -499.5 um | 50 um    | 0.8 um  | 90 um               |
| <b>2<sup>da</sup> COMPARACIÓN: PRINT IOS VS S</b>       | PRINT IOSH VS SH         | -500 um   | 499.9 um | 0.4 um  | 91.6 um             |
|   | PRINT IOSM VS SM         | -500 um   | 499.9 um | 1.1 um  | 89.2 um             |
|   | PRINT IOSL VS SL         | -499.8 um | 499.6 um | 1.8 um  | 89.3 um             |
|   | PRINT IOSL VS SH         | -499.3 um | 499.9 um | 1 um    | 90 um               |
|   | PRINT IOSH VS SL         | -499.8 um | 499.3 um | 1.9 um  | 89.4 um             |
|   | PRINT IOSM VS SH         | -500 um   | 499.9 um | -1.4 um | 86.3 um             |
|   | PRINT IOSH VS SM         | -499.9 um | 50 um    | 1.3 um  | 89.2 um             |
|   | PRINT IOSL VS SM         | -499.5 um | 50 um    | 0.8 um  | 90 um               |
| <b>3<sup>era</sup> COMPARACIÓN: IOS VS PRINT S</b>      | IOSH VS PRINT SH         | -50 um    | 50 um    | 0.7 um  | 28.4 um             |
|   | IOSM VS PRINT SM         | -50 um    | 50 um    | 0.9 um  | 28.3 um             |
|   | IOSL VS PRINT SL         | -50 um    | 50 um    | -0.7 um | 28.2 um             |
|   | IOSH VS PRINT SL         | -50 um    | 50 um    | 1 um    | 28.4 um             |
|   | IOSL VS PRINT SH         | -50 um    | 50 um    | -0.7 um | 28.2 um             |
|   | IOSM VS PRINT SH         | -50 um    | 50 um    | -0.5 um | 28.4 um             |
|   | IOSH VS PRINT SM         | -50 um    | 50 um    | 0.9 um  | 28.3 um             |
|   | IOSL VS PRINT SM         | -50 um    | 50 um    | -0.7 um | 28.2 um             |
| <b>4<sup>ta</sup> COMPARACIÓN: PRINT IOS VS PRINT S</b> | PRINT IOSH VS PRINT SH   | -50 um    | 50 um    | 0.7 um  | 28.4 um             |
|   | PRINT IOSM VS PRINT SM   | -50 um    | 50 um    | 0.9 um  | 28.3 um             |
|   | PRINT IOSL VS PRINT SL   | -50 um    | 50 um    | 1 um    | 28.4 um             |
|   | PRINT IOSH VS PRINT SL   | -50 um    | 50 um    | 1 um    | 28.3 um             |
|   | PRINT IOSL VS PRINT SH   | -50 um    | 50 um    | -0.7 um | 28.2 um             |
|   | PRINT IOSM VS PRINT SH   | -50 um    | 50 um    | -0.5 um | 24.8 um             |
|   | PRINT IOSH VS PRINT SM   | -50 um    | 50 um    | 0.9 um  | 28.3 um             |
|   | PRINT IOSL VS PRINT SM   | -50 um    | 50 um    | -0.7 um | 28.2 um             |
| PRINT IOSM VS PRINT SL                                  | -50 um                   | 50 um     | 1 um     | 28.4 um |                     |



*Ilustración 18. Comparación de la resolución por tipo de malla*

En esta serie de gráficos se ilustra las diferencias encontradas en la comparación de la resolución por tipo de malla en un análisis intragrupo. Las diferencias encontradas son muy similares entre la malla digital obtenida producto del escaneo intraoral (IOS) y la malla producto del modelo de yeso escaneado (S).

Se observa que la comparación que presenta una menor dispersión de datos se da entre las mallas IOSM e IOSH, es decir, el resultado en cuanto a la resolución es muy similar lo que no ocurre con las mallas obtenidas del modelo de yeso (S).

Se realizó una comparación de medias aplicando el análisis de T de Student. Los resultados obtenidos determinaron que en ninguno de los casos existe evidencia estadística de diferencia promedio significativa. ( $\alpha = 0.05$ ).

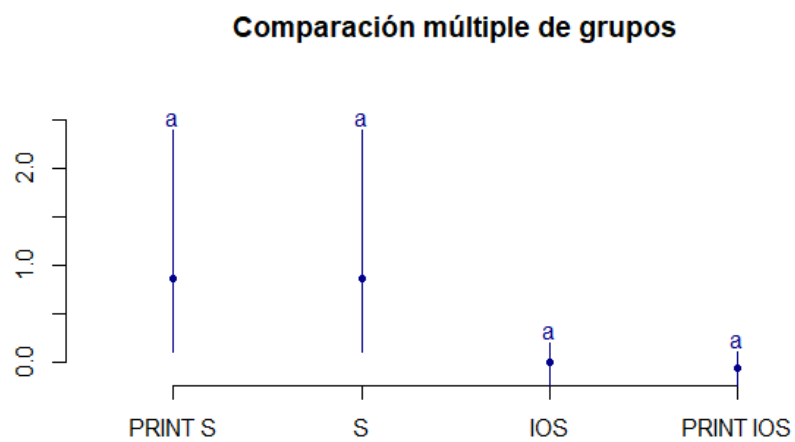
Tabla 4. Comparación múltiple de medias INTRA GRUPOS

| MUESTRAS |              | INTERVALO DE CONFIANZA |                      |                     | COMPARACIÓN DE MEDIAS |                      |
|----------|--------------|------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| GRUPO    | COMPARACIÓN  | ERROR                  | INTERVALO INFERIOR   | INTERVALO SUPERIOR  | ESTAD. T              | VALOR DE P           |
| IOS      | IOSL VS IOSM | 1.3836 $\mu\text{m}$   | -1.184 $\mu\text{m}$ | 1.584 $\mu\text{m}$ | 0.3333 $\mu\text{m}$  | 0.7475 $\mu\text{m}$ |
| IOS      | IOSL VS IOSH | 1.3836 $\mu\text{m}$   | -1.284 $\mu\text{m}$ | 1.484 $\mu\text{m}$ | 0.1667 $\mu\text{m}$  | 0.8718 $\mu\text{m}$ |
| IOS      | IOSM VS IOSH | 0.3843 $\mu\text{m}$   | -0.684 $\mu\text{m}$ | 0.084 $\mu\text{m}$ | -1.8000 $\mu\text{m}$ | 1.0000 $\mu\text{m}$ |
| S        | SL VS SM     | 1.4605 $\mu\text{m}$   | -1.360 $\mu\text{m}$ | 1.560 $\mu\text{m}$ | 0.1579 $\mu\text{m}$  | 0.8785 $\mu\text{m}$ |
| S        | SL VS SH     | 1.4605 $\mu\text{m}$   | -1.360 $\mu\text{m}$ | 1.560 $\mu\text{m}$ | 0.1579 $\mu\text{m}$  | 0.8785 $\mu\text{m}$ |

|           |                          |           |           |          |            |            |
|-----------|--------------------------|-----------|-----------|----------|------------|------------|
| S         | SM VS SH                 | 2.6903 um | -0.290 um | 5.090 um | 2.0571 um  | 0.0737 um  |
| PRINT S   | PRINT SL VS PRINT SM     | 1.4605 um | -1.360 um | 1.560 um | 0.1579 um  | 0.08785 um |
| PRINT S   | PRINT SL VS PRINT SH     | 1.4605 um | -1.360 um | 1.560 um | 0.1579 um  | 0.8785 um  |
| PRINT S   | PRINT SM VS PRINT SH     | 2.6903 um | -0.290 um | 5.090 um | 2.0571 um  | 0.0737 um  |
| PRINT IOS | PRINT IOSL VS PRINT IOSM | 1.6142 um | -1.514 um | 1.714 um | 0.14229 um | 0.8899 um  |
| PRINT IOS | PRINT IOSL VS PRINT IOSH | 1.7679 um | -1.768 um | 1.768 um | -          | 1.0000 um  |
| PRINT IOS | PRINT IOSM VS PRINT IOSH | 0.3843 um | -0.684 um | 0.084 um | -1.8000 um | 1.0000 um  |

**Los resultados obtenidos determinaron que en ninguno de los casos existe evidencia estadística de diferencia promedio significativa. es decir, el valor de p individualmente en todas las muestras comparadas determinó que no existía diferencia relevante en referencia al valor de  $p < 0.05$ .**

## LSD DE FISHER. COMPARACIÓN INTRA GRUPO.



*Ilustración 19.: Comparación entre la diferencia de las medias de los diferentes tipos de mallas, Comparación intra-grupos.*

La comparación entre los grupos de diferentes mallas nos muestra que no existen diferencias significativas en la diferencia de medias entre los grupos de estudio.

Tabla 5. Comparación múltiple de medias Inter Grupo

| Tabla 5. Comparación múltiple de medias Inter Grupo |             |                        |                    |                    |                       |            |
|---|-------------|------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------|
| MUESTRAS  |             | INTERVALO DE CONFIANZA |                    |                    | COMPARACIÓN DE MEDIAS |            |
| GRUPO   | COMPARACIÓN | ERROR                  | INTERVALO INFERIOR | INTERVALO SUPERIOR | ESTAD. T              | VALOR DE P |
| IOS VS S  | IOSH VS SH  | 70,410 um              | -70,010 um         | 70,810 um          | 0.0131 um             | 0.9899 um  |
| IOS VS S  | IOSM VS SM  | 68,565 um              | -67,465 um         | 69,665 um          | 0.0370 um             | 0.9714 um  |
| IOS VS S  | IOSL VS SL  | 68,642 um              | -66,842 um         | 70,442 um          | 0.0605 um             | 0.9533 um  |
| IOS VS S  | IOSH VS SL  | 68,719 um              | -66,819 um         | 70,619 um          | 0.0638 um             | 0.9507 um  |
| IOS VS S  | IOSL VS SH  | 69,180 um              | -68,180 um         | 70,180 um          | 0.0333 um             | 0.9742 um  |

|                |                  |           |            |           |            |           |
|----------------|------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| IOS VS S       | IOSM VS SH       | 70,410 um | -70,310 um | 70,510 um | 0.0033 um  | 0.9975 um |
| IOS VS S       | IOSH VS SM       | 66,259 um | -69,559 um | 62,959 um | -0.1148 um | 1.0000 um |
| IOS VS S       | IOSL VS SM       | 69,180 um | -68,380 um | 69,980 um | 0.0267 um  | 0.9794 um |
| IOS VS S       | IOSM VS SL       | 68,642 um | -66,742 um | 70,542 um | 0.0638 um  | 0.9507 um |
| PRINT IOS VS S | PRINT IOSH VS SH | 70,410 um | -70,010 um | 70,810 um | 0.0131 um  | 0.9899 um |
| PRINT IOS VS S | PRINT IOSM VS SM | 68,565 um | -67,465 um | 69,665 um | 0.0370 um  | 0.9714 um |
| PRINT IOS VS S | PRINT IOSL VS SL | 68,642 um | -66,842 um | 70,442 um | 0.0605 um  | 0.9533 um |
| PRINT IOS VS S | PRINT IOSL VS SH | 69,180 um | -68,180 um | 70,180 um | 0.0333 um  | 0.9742 um |
| PRINT IOS VS S | PRINT IOSH VS SL | 68,719 um | -66,819 um | 70,619 um | 0.0638 um  | 0.9507 um |
| PRINT IOS VS S | PRINT IOSM VS SH | 66,336 um | -67,736 um | 64,936 um | -0.0487 um | 1.0000 um |



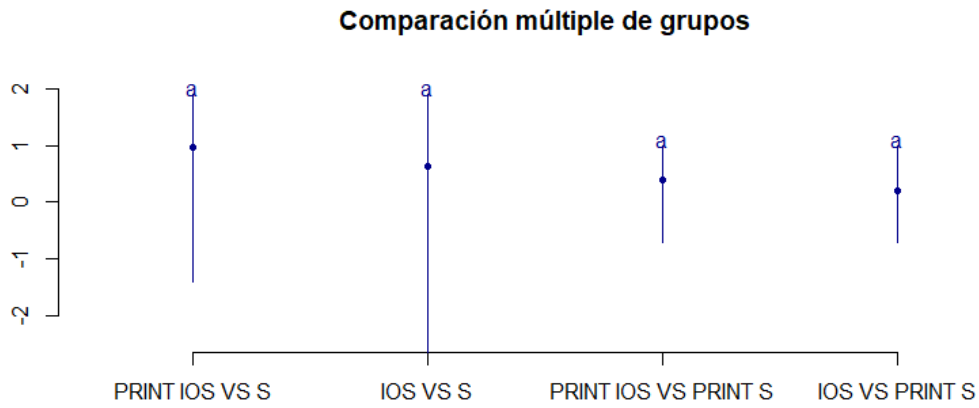
|                |                  |           |            |           |            |           |
|----------------|------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| PRINT IOS VS S | PRINT IOSH VS SM | 68,565 um | -67,265 um | 69,865 um | 0.0437 um  | 0.9662 um |
| PRINT IOS VS S | PRINT IOSL VS SM | 69,180 um | -68,380 um | 69,980 um | 0.0267 um  | 0.9794 um |
| PRINT IOS VS S | PRINT IOSM VS SL | 68,642 um | -66,742 um | 70,542 um | 0.0638 um  | 0.9507 um |
| IOS VS PRINT S | IOSH VS PRINT SH | 21,830 um | -21,130 um | 22,530 um | 0,0739 um  | 0.9429 um |
| IOS VS PRINT S | IOSM VS PRINT SM | 21,753 um | -20,853 um | 22,653 um | 0,0954 um  | 0.9263 um |
| IOS VS PRINT S | IOSL VS PRINT SL | 21,676 um | -22,376 um | 20,976 um | -0,0745 um | 1.0000 um |
| IOS VS PRINT S | IOSH VS PRINT SL | 21,830 um | -20,830 um | 22,830 um | 0,1056 um  | 0.9185 um |
| IOS VS PRINT S | IOSL VS PRINT SH | 21,676 um | -22,376 um | 20,976 um | -0,0745 um | 1.0000 um |
| IOS VS PRINT S | IOSM VS PRINT SH | 21,830 um | -22,330 um | 21,330 um | -0,0528 um | 1.0000 um |
| IOS VS PRINT S | IOSH VS PRINT SM | 21,753 um | -20,853 um | 22,653 um | 0,0954 um  | 0.9263 um |

|                      |                        |           |            |           |            |           |
|----------------------|------------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| IOS VS PRINT S       | IOSL VS PRINT SM       | 21,676 um | -22,376 um | 20,976 um | -0,0745 um | 1.0000 um |
| IOS VS PRINT S       | IOSM VS PRINT SL       | 21,830 um | -20,830 um | 22,830 um | 0,1056 um  | 0.9185 um |
| PRINT IOS VS PRINT S | PRINT IOSH VS PRINT SH | 21,830 um | -21,130 um | 22,530 um | 0,0739 um  | 0,9429 um |
| PRINT IOS VS PRINT S | PRINT IOSM VS PRINT SM | 21,753 um | -20,853 um | 22,653 um | 0,0954 um  | 0,9263 um |
| PRINT IOS VS PRINT S | PRINT IOSL VS PRINT SL | 21,830 um | -20,830 um | 22,830 um | 0,1056 um  | 0,9185 um |
| PRINT IOS VS PRINT S | PRINT IOSH VS PRINT SL | 21,753 um | -20,753 um | 22,753 um | 0,1060 um  | 0,9182 um |
| PRINT IOS VS PRINT S | PRINT IOSL VS PRINT SH | 21,676 um | -22,376 um | 20,976 um | -0,0745 um | 1,0000 um |

|                         |                        |           |            |           |            |           |
|-------------------------|------------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| PRINT IOS VS<br>PRINT S | PRINT IOSM VS PRINT SH | 19,063 um | -19,563 um | 18,563 um | -0,0605 um | 1,0000 um |
| PRINT IOS VS<br>PRINT S | PRINT IOSH VS PRINT SM | 21,753 um | -20,853 um | 22,653 um | 0,0954 um  | 0,9263 um |
| PRINT IOS VS<br>PRINT S | PRINT IOSL VS PRINT SM | 21,676 um | -22,376 um | 20,976 um | -0,0745 um | 1,0000 um |
| PRINT IOS VS<br>PRINT S | PRINT IOSM VS PRINT SL | 21,830 um | -20,830 um | 22,830 um | 0,1056 um  | 0,9185 um |

Los resultados obtenidos determinaron que en ninguno de los casos existe evidencia estadística de diferencia promedio significativa. Es decir, el valor de P individualmente en todas las muestras comparadas determinó que no existía diferencia relevante en referencia al valor de  $P < 0.05$ .

## LSD DE FISHER. COMPARACIÓN INTER GRUPO.



*Ilustración 20.: Comparación múltiple entre la diferencia de las medias de los grupos de evaluación. Comparación inter-grupos.*

No existe discrepancias significativas en las diferencias medias de los grupos evaluados. Sin embargo, el grupo IOS vs S muestra la mayor dispersión de datos.

**Tabla 6. Diferencias en (mm) de Hemiarcada 1, 2, 3, Arco completo en mallas digitales. Geomagic Control X**

| MALLA DIGITAL                                  | Hemiarcada 1: REF 17-14 | DIF       | Hemiarcada 2: REF 13-23 | DIF       | Hemiarcada 3: REF 24-27 | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|--|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|---------------|-----------|
| <b>PRIMERA COMPARACIÓN: IOS VS PRINT IOS</b>   |                         |           |                         |           |                         |           |               |           |
| <b>IOSH</b>                                    | 27.391 mm               | 0.0284 mm | 28.5847 mm              | 0.0385 mm | 27.2915 mm              | 0.0109 mm | 83.2672 mm    | 0.0008 mm |
| <b>PRINT IOSH</b>                              | 27.3626 mm              |           | 28.6232 mm              |           | 27.2806 mm              |           | 83.2664 mm    |           |
| <b>IOSM</b>                                    | 27.7765 mm              | 0.1864 mm | 28.5303 mm              | 0.2412 mm | 27.3092 mm              | 0.3215 mm | 83.616 mm     | 0.3763 mm |
| <b>PRINT IOSM</b>                              | 27.5901 mm              |           | 28.7715 mm              |           | 27.6307 mm              |           | 83.9923 mm    |           |
| <b>IOSL</b>                                    | 27.4938 mm              | 0.3952 mm | 28.4768 mm              | 0.102 mm  | 27.5429 mm              | 0.4861 mm | 83.5135 mm    | 0.1929 mm |
| <b>PRINT IOSL</b>                              | 27.889 mm               |           | 28.3748 mm              |           | 27.0568 mm              |           | 83.3206 mm    |           |
| <b>SEGUNDA COMPARACIÓN: S VS PRINT S</b>       |                         |           |                         |           |                         |           |               |           |
| <b>SH</b>                                      | 27.8304 mm              | 0.0913 mm | 28.2963 mm              | 0.1286 mm | 27.0109 mm              | 0.0933 mm | 83.1376 mm    | 0.056 mm  |
| <b>PRINT SH</b>                                | 27.9217 mm              |           | 28.1677 mm              |           | 27.1042 mm              |           | 83.1936 mm    |           |
| <b>SM</b>                                      | 27.9687 mm              | 0.1241 mm | 28.2323 mm              | 0.2951 mm | 27.4548 mm              | 0.2144 mm | 83.6558 mm    | 0.0434 mm |
| <b>PRINT SM</b>                                | 27.8446 mm              |           | 28.5274 mm              |           | 27.2404 mm              |           | 83.6124 mm    |           |
| <b>SL</b>                                      | 27.9127 mm              | 0.0491 mm | 28.3078 mm              | 0.154 mm  | 27.6814 mm              | 0.5293 mm | 83.9019 mm    | 0.6342 mm |
| <b>PRINT SL</b>                                | 27.9618 mm              |           | 28.1538 mm              |           | 27.1521 mm              |           | 83.2677 mm    |           |
| <b>TERCERA COMPARACION: IOS VS S</b>           |                         |           |                         |           |                         |           |               |           |
| <b>IOSH</b>                                    | 27.391 mm               | 0.4394 mm | 28.5847 mm              | 0.2884 mm | 27.2915 mm              | 0.2806 mm | 83.2672 mm    | 0.1296 mm |
| <b>SH</b>                                      | 27.8304 mm              |           | 28.2963 mm              |           | 27.0109 mm              |           | 83.1376 mm    |           |
| <b>IOSM</b>                                    | 27.7765 mm              | 0.1922 mm | 28.5303 mm              | 0.298 mm  | 27.3092 mm              | 0.1456 mm | 83.616 mm     | 0.0398 mm |
| <b>SM</b>                                      | 27.9687 mm              |           | 28.2323 mm              |           | 27.4548 mm              |           | 83.6558 mm    |           |
| <b>IOSL</b>                                    | 27.4938 mm              | 0.4189 mm | 28.4768 mm              | 0.169mm   | 27.5429 mm              | 0.1385 mm | 83.5135 mm    | 0.3884 mm |
| <b>SL</b>                                      | 27.9127 mm              |           | 28.3078 mm              |           | 27.6814 mm              |           | 83.9019 mm    |           |
| <b>CUARTA COMPARACIÓN: IOS VS PRINT S</b>      |                         |           |                         |           |                         |           |               |           |
| <b>IOSH</b>                                    | 27.391 mm               | 0.5307 mm | 28.5847 mm              | 0.417 mm  | 27.2915 mm              | 0.1873 mm | 83.2672 mm    | 0.0736mm  |
| <b>PRINT SH</b>                                | 27.9217 mm              |           | 28.1677 mm              |           | 27.1042 mm              |           | 83.1936 mm    |           |
| <b>IOSM</b>                                    | 27.7765 mm              | 0.0681 mm | 28.5303 mm              | 0.0029 mm | 27.3092 mm              | 0.0688 mm | 83.616 mm     | 0.0036 mm |
| <b>PRINT SM</b>                                | 27.8446 mm              |           | 28.5274 mm              |           | 27.2404 mm              |           | 83.6124 mm    |           |
| <b>IOSL</b>                                    | 27.4938 mm              | 0.468 mm  | 28.4768 mm              | 0.323 mm  | 27.5429 mm              | 0.3908 mm | 83.5135 mm    | 0.2458mm  |
| <b>PRINT SL</b>                                | 27.9618 mm              |           | 28.1538 mm              |           | 27.1521 mm              |           | 83.2677 mm    |           |
| <b>QUINTA COMPARACIÓN: S VS PRINT IOS</b>      |                         |           |                         |           |                         |           |               |           |
| <b>SH</b>                                      | 27.8304 mm              | 0.4678 mm | 28.2963 mm              | 0.3269 mm | 27.0109 mm              | 0.2697 mm | 83.1376 mm    | 0.1288 mm |
| <b>PRINT IOSH</b>                              | 27.3626 mm              |           | 28.6232mm               |           | 27.2806 mm              |           | 83.2664 mm    |           |
| <b>SM</b>                                      | 27.9687 mm              | 0.3786 mm | 28.2323 mm              | 0.5392 mm | 27.4548 mm              | 0.1759 mm | 83.6558 mm    | 0.3365 mm |
| <b>PRINT IOSM</b>                              | 27.5901 mm              |           | 28.7715 mm              |           | 27.6307 mm              |           | 83.9923 mm    |           |
| <b>SL</b>                                      | 27.9127 mm              | 0.0237 mm | 28.3078 mm              | 0.067 mm  | 27.6814 mm              | 0.6246 mm | 83.9019 mm    | 0.5813 mm |
| <b>PRINT IOSL</b>                              | 27.889 mm               |           | 28.3748 mm              |           | 27.0568 mm              |           | 83.3206 mm    |           |
| <b>SEXTA COMPARACIÓN: PRINT IOS VS PRINT S</b> |                         |           |                         |           |                         |           |               |           |
| <b>PRINT IOSH</b>                              | 27.3626 mm              | 0.5591 mm | 28.6232mm               | 0.4555mm  | 27.2806 mm              | 0.1764 mm | 83.2664mm     | 0.0728mm  |
| <b>PRINT SH</b>                                | 27.9217 mm              |           | 28.1677 mm              |           | 27.1042 mm              |           | 83.1936 mm    |           |
| <b>PRINT IOSM</b>                              | 27.5901 mm              | 0.2545 mm | 28.7715 mm              | 0.2441 mm | 27.6307 mm              | 0.3903 mm | 83.9923 mm    | 0.3799 mm |
| <b>PRINT SM</b>                                | 27.8446 mm              |           | 28.5274 mm              |           | 27.2404 mm              |           | 83.6124 mm    |           |
| <b>PRINT IOSL</b>                              | 27.889 mm               | 0.0728 mm | 28.3748 mm              | 0.221 mm  | 27.0568 mm              | 0.0953 mm | 83.3206 mm    | 0.0529 mm |
| <b>PRINT SL</b>                                | 27.9618 mm              |           | 28.1538 mm              |           | 27.1521 mm              |           | 83.2677 mm    |           |

Finalmente, se realiza una comparativa de la diferencia en mm del arco completo, siendo el valor referencial más representativo de esta comparativa, entre mallas digitales de la misma resolución.

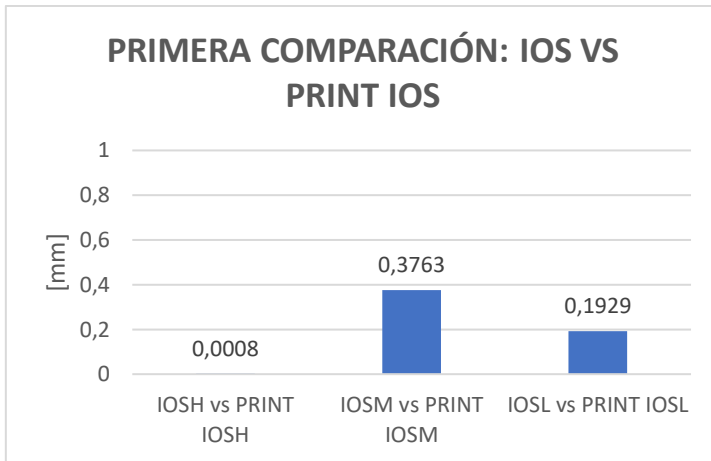


Ilustración 21. Comparación diferencia en mm de arco completo IOS VS PRINT IOS

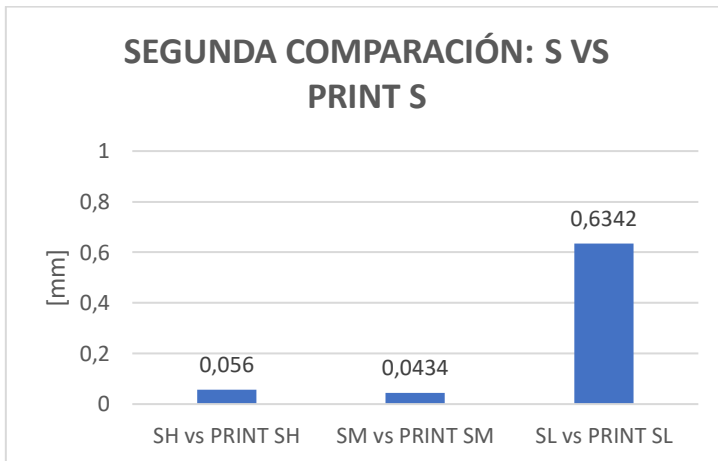


Ilustración 22. Comparación diferencia en mm de arco completo S VS PRINT S

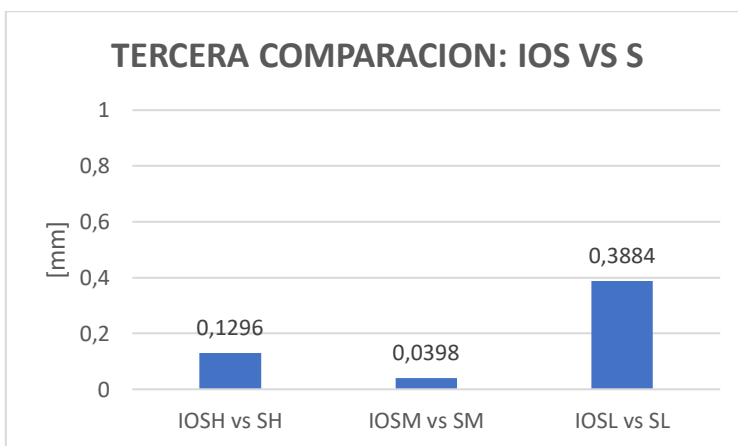


Ilustración 23. Comparación diferencia en mm de arco completo IOS VS S

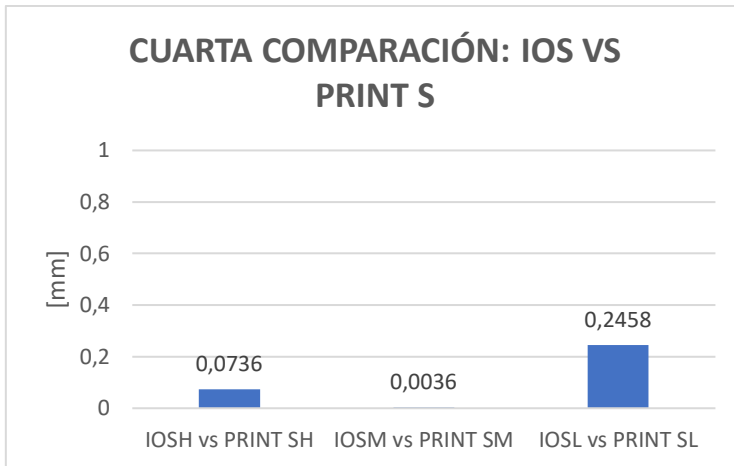


Ilustración 24. Comparación diferencia en mm de arco completo IOS VS PRINT S

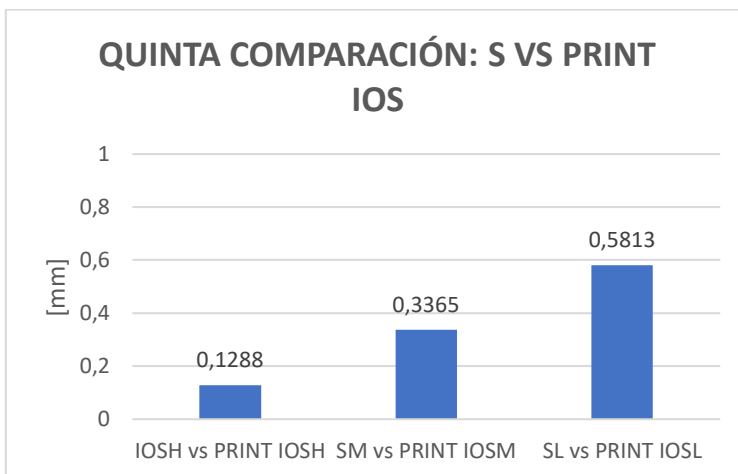


Ilustración 25. Comparación diferencia en mm de arco completo S VS PRINT IOS

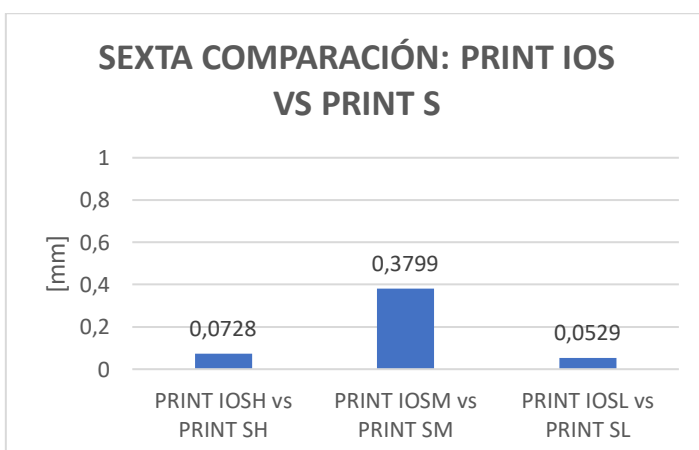


Ilustración 26. Comparación diferencia en mm de arco completo PRINT IOS VS PRINT S

En esta serie de gráficos se ilustra las diferencias en milímetros encontradas en la comparación de la resolución por tipo de malla en un análisis inter-grupos. No se evidencian diferencias significativas estadísticamente.

Cabe destacar que la comparación que presenta una menor discrepancia en la medición de arco completo se da entre las mallas IOSH vs PRINT IOSH mientras que la mayor diferencia se presenta entre las mallas SL vs PRINT SL.

Al analizar el tipo de impresión: escaneo intraoral y escaneo de modelo de yeso en las distintas resoluciones digitales disponibles en el software, no se observan diferencias estadísticas relevantes.

No existe suficiente significación estadística para probar la existencia de diferencias relevantes entre las distintas mallas digitales comparadas.



## **DISCUSIÓN.**

En este estudio, archivos exportados en resolución alta, media y baja, desde el software de un sistema chairside fueron comparados en precisión y veracidad, provenientes desde un escaneo intraoral y desde un escaneo del modelo de yeso del mismo paciente. No existieron diferencias significativas entre los modelos y archivos comparados. Además, a través de un software de análisis de mallas se cuantificó el número de triangulaciones presentes en cada malla digital; alta, media y baja, comparándola con la información proporcionada por el fabricante. El número de triángulos exportados fue exacto y correspondió a lo anunciado previamente por el software de origen.

La superposición de modelos digitales y modelos convencionales otorga la posibilidad de compararlos con alta veracidad y precisión (Jeon et al., 2018). Los resultados de este estudio permitieron confirmar la exactitud de los modelos provenientes tanto del escaneo intraoral como del modelo de yeso. Es importante considerar que, a pesar de la exactitud que puede brindar un escaneo extraoral durante la obtención de datos de un modelo de yeso, el vaciado en una impresión convencional puede ser menos exacto debido a la deformación de los materiales de impresión y vaciado. Se ha reportado que la expansión del yeso dental podría ser de hasta 0.2% según la especificación ADA#25. Por lo tanto, las impresiones digitales obtenidas a partir de un escaneo intraoral son preferidas para realizar restauraciones a través del flujo de trabajo con un sistema CAD/CAM ( Persson et al., 2008; Ting-shu & Jian, 2015).

Tanto en la obtención de datos de forma digital como convencional, la exactitud depende de cada fase del proceso. En la técnica convencional cada paso, incluyendo la toma de impresiones y la obtención de modelos definitivos, deben ser realizados con precisión para lograr el resultado clínico esperado. Mientras que en los sistemas digitales al requerir

un menor número de pasos a seguir, se obtiene un menor rango de error comparado con el método convencional; destacando la eficiencia del tiempo de los sistemas digitales en comparación con las técnicas convencionales. (Abdel-Azim et al., 2014; Yuzbasioglu et al., 2014). Actualmente, con los escáneres intraorales se obtienen mejores resultados comparados con las impresiones convencionales de preparaciones dentarias, siempre y cuando sean escaneadas en ausencia de sangre, saliva o detritus (Pradíes et al., 2015; Zarauz et al., 2016).

Otros estudios obtuvieron resultados semejantes al presente análisis al comparar la exactitud de los datos obtenidos por escáneres intraorales y el método convencional, obteniendo resultados similares para los 2 métodos de estudio, concluyendo que la exactitud es igual entre una impresión digital y una convencional (A. Ender, 2011; Farah et al., 2009). Una revisión sistemática realizada por Ahlholm et al. concluye que las técnicas de impresión digital son comparables y aceptables clínicamente con las técnicas convencionales en términos de exactitud. (Ahlholm et al., 2018). Mientras que Ender et al, en base en los resultados de su estudio, determinaron que los sistemas de impresión digital y convencional mostraron niveles de precisión significativamente diferentes. Es así que todos los sistemas de impresión digital alcanzaron niveles de precisión clínicamente satisfactorios para la producción de restauraciones (Ender et al., 2016). En dicho estudio se realizó una comparativa con dos variantes de impresiones convencionales, lo que pudo influir en el resultado del estudio.

La mayor exactitud de modelo digitalizado es directamente proporcional a la cantidad de formas poligonales que puedan encontrarse en la nube de puntos (Richert et al., 2017). En contraparte, algunos estudios afirman que no existe correlación entre los números de

puntos digitales o formas poligonales y la exactitud de una malla digital; pero sí que la exactitud es directamente proporcional a la calidad de una nube de puntos que generará un modelo digital (Mandelli et al., 2017; Nedelcu & Persson, 2014).

No se encontraron diferencias clínicas significativas en relación con la selección de resolución de malla digital en este estudio, datos que se corroboran con los del estudio de Chiu y cols., donde se comparó la exactitud de impresiones digitales, sin encontrar diferencias significativas entre las diferentes resoluciones de las imágenes obtenidas producto de un escaneo intraoral. El estudio menciona que la superficie dental juega un rol importante durante el escaneo intraoral, siendo un factor transcendental capaz de modificar el resultado final (Chiu et al., 2020).

Los resultados de este estudio permitieron observar una menor dispersión de datos al comparar una malla digital producto del escaneo intraoral de media resolución, con una malla digital producto del escaneo intraoral de alta resolución. Mientras que las mallas digitales obtenidas del escaneo del modelo de yeso y comparadas entre sí en distintas resoluciones, presentan datos dispersos con una desviación estándar de 1.9um a 3.5um lo cual no es clínicamente significativo.

Otros autores fundamentaron la importancia de la resolución de una malla digital y su aplicación clínica, empleando una malla de alta densidad para conseguir la precisión adecuada en un perfil de emergencia mientras que una malla digital de baja densidad puede contribuir a suavizar los márgenes. En otro estudio, un gran número de desviaciones en áreas de estructuras dentales con cambios de curvatura fue encontrado. Esto se relaciona posiblemente con la densidad de nube de puntos en esas áreas (Richert et al., 2017). En los archivos digitales en formato STL, el número, morfología, regularidad y disposición de los triángulos definen la resolución de una malla digital. Esto no difiere mucho del método tradicional, en el cual el modelo de yeso sirve como un

almacén de información y no requiere ningún conocimiento previo de la posición relativa de cada punto que conforma la geometría del objeto en cuestión. La gran ventaja de la digitalización entonces, es la capacidad de reproducción constante de un resultado deseado, controlando factores que puedan modificarlo (Jeon et al., 2018; A. Persson et al., 2006).

Realizamos alineaciones de mallas digitales en distintas resoluciones obtenidas por un mismo escáner intraoral. A través de un software de control digital, se ejecutó una alineación mejorada, basándose en los puntos de referencia establecidos y en el modelo de referencia para la alineación de mallas. Las alineaciones mejoradas se han utilizado previamente en algunos estudios como enfoque de comparación. Se ha demostrado, además, que las alineaciones de puntos son claves en el proceso (Güth et al., 2013; Steinhäuser-Andresen et al., 2011). Alineaciones repetidas de mejor ajuste, se han usado por ejemplo para medir errores en el proceso de fresado de cierto tipo de restauraciones. En función de las aplicaciones clínicas, se eligieron múltiples ubicaciones anatómicas de interés. Sin embargo, al realizar el análisis sobre los puntos de medición fijos no se tomaron en cuenta las discrepancias de las ubicaciones no medidas (Güth et al., 2013). Si bien en este estudio se establecieron puntos anatómicos referenciales para estandarizar la alineación de las muestras, el análisis se realizó sobre toda la superficie de las mallas digitales alineadas, permitiendo obtener un resultado global respecto a las discrepancias entre ellas. Las distorsiones observadas a través de la medición de longitud de hemiarcada y arco completo varían con los resultados obtenidos por un estudio de mediciones, donde la distancia más larga (medio arco) determinada por la diferencia entre los valores medios de los modelos de yeso y modelos virtuales fue de 0.158mm. Los modelos obtenidos desde un escaneado extraoral presentaron menores valores que los obtenidos desde un modelo de yeso (Koch et al., 2016).

En este trabajo se evidenció una menor discrepancia (0.0008 mm) en la medición de arco completo entre las mallas de escaneo intraoral como del modelo impreso de resolución alta y media mientras que la mayor diferencia se presentó entre las mallas del modelo de yeso de baja resolución, tanto de escaneo directo del modelo como del modelo impreso, reflejando una discrepancia de 0.6342 mm. Dichos resultados pueden confirmar la importancia de un proceso organizado y consistente en la realización de las impresiones convencionales.

Koch y cols. analizaron la exactitud dimensional de modelos digitales obtenidos a partir de un escaneado con un tomógrafo computarizado con haz cónico (CBCT) de impresiones en PVS y en modelos de yeso. Tras la reconstrucción de los modelos digitales, el ancho mesio-distal de cada diente fue medido. Los dos modelos fueron alineados y no se encontraron diferencias significativas en la mayoría de las mediciones (Koch et al., 2016). Los resultados obtenidos en el presente estudio realizado con un escáner intraoral, no se presentaron diferencias clínicas significativas, más si se evidenció mayor variación en mallas digitales obtenidas del escaneo del modelo de yeso, presentando mayor dispersión de datos.

Se debe mencionar que la resolución de una malla digital no tiene influencia clínica relevante en el resultado del procedimiento clínico para el cual ha sido exportada. Una limitación de este estudio fue la utilización de un solo escáner intraoral, siendo necesario a futuro, corroborar esta información con la originada desde otro tipo de escáneres.

La Odontología digital se encuentra en constante evolución, donde las herramientas de diagnóstico y procesamiento de información permiten al Odontólogo tener una comunicación mucho más clara y precisa con los pacientes. Los sistemas CAD/CAM son una realidad que se encuentra en constante evolución, abriendo un campo de múltiples

posibilidades donde el profesional deberá plantearse una nueva forma de trabajo digital, donde radica la importancia de conocer las funciones a emplear que cada sistema digital nos proporciona.

## CONCLUSIONES

1. La información proporcionada por el software del sistema chairside utilizado en este estudio sobre la resolución de una malla digital y el número de triangulaciones fue exacta.
2. No se evidenció una diferencia relevante entre las mallas digitales alineadas. Las mallas digitales producto del escaneo intraoral presentaron una exactitud muy similar a las mallas digitales obtenidas a partir de un modelo de yeso.
3. Las mallas digitales impresas no fueron significativamente diferentes de aquellas que se escanearon directamente en la boca del paciente así como aquellas obtenidas a través de un modelo de yeso escaneado. Por tanto, se puede concluir que los modelos desde un escáner intraoral materializados en una impresora 3D tienen un alto grado de exactitud.
4. La resolución (alta, media o baja) de las mallas digitales exportadas desde el CEREC SW 4.6.2 no influyó clínicamente en la exactitud de un modelo obtenido. Sin embargo, se debe considerar que las desviaciones se presentaron principalmente en zonas con disposiciones curvilíneas, por lo que sería de utilidad emplear una malla digital con una alta densidad de nube de puntos en estas zonas, logrando mejores resultados en ciertas aplicaciones clínicas.

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere la realización de estudios que comprueben la utilidad clínica de mallas de distinta resolución.
2. Estudios futuros podrán determinar la exactitud de otros escáneres intraorales comparándolos con los resultados obtenidos en este estudio.

## REFERENCIAS

- A. Ender, A., Mehl. (2011). *Full arch scans: Conventional versus digital impressions—An in—Vitro study*. Int J Comput Dent.
- Abad-Coronel, V. P., Naranjo B. (2019). Intraoral Scanning Devices Applied in Fixed Prosthodontics. *Acta Scientific Dental Sciences*, 3.7, 44-51.
- Abdel-Azim, T., Zandinejad, A., Elathamna, E., Lin, W., & Morton, D. (2014). The Influence of Digital Fabrication Options on the Accuracy of Dental Implant–Based Single Units and Complete-Arch Frameworks. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(6), 1281-1288.  
<https://doi.org/10.11607/jomi.3577>
- Aguilar, F. J., Fernández, I., Casanova, J. A., Ramos, F. J., Aguilar, M. A., Blanco, J. L., & Moreno, J. C. (2017). 3D Coastal Monitoring from very dense UAV-Based Photogrammetric Point Clouds. En B. Eynard, V. Nigrelli, S. M. Oliveri, G. Peris-Fajarnes, & S. Rizzuti (Eds.), *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing* (pp. 879-887). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45781-9\\_88](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45781-9_88)
- Ahlholm, P., Sipilä, K., Vallittu, P., Jakonen, M., & Kotiranta, U. (2018). Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review: Digital vs. Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics. *Journal of Prosthodontics*, 27(1), 35-41. <https://doi.org/10.1111/jopr.12527>
- Alghazzawi, T. F. (2016). Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *Journal of Prosthodontic Research*, 60(2), 72-84.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpor.2016.01.003>



- Bartkowiak, T., & Walkowiak-Śliziuk, A. (2018). 3D printing technology in orthodontics – review of current applications. *Journal of Stomatology*, *71*(4), 356-364. <https://doi.org/10.5114/jos.2018.83410>
- Beuer, F., Schweiger, J., & Edelhoff, D. (2008). Digital dentistry: An overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *British Dental Journal*, *204*(9), 505-511. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2008.350>
- Boitelle, P., Mawussi, B., Tapie, L., & Fromentin, O. (2014). A systematic review of CAD/CAM fit restoration evaluations. *Journal of Oral Rehabilitation*, *41*(11), 853-874. <https://doi.org/10.1111/joor.12205>
- CEREC. (2018). *CEREC Software 4.5.2*. <https://my.cerec.com/en/products/cerec-sw.html>
- Chiu, A., Chen, Y.-W., Hayashi, J., & Sadr, A. (2020). Accuracy of CAD/CAM Digital Impressions with Different Intraoral Scanner Parameters. *Sensors*, *20*(4), 1157. <https://doi.org/10.3390/s20041157>
- DENTSPLY SIRONA. (2018). *Sirona—Documentación técnica*. <https://manuals.sirona.com/>
- Duret, F., & Preston, J. (1991). CAD/CAM imaging in dentistry. *Curr Opin Dent*, *85*(6), 575-584. <https://doi.org/10.1067/mpr.2001.114268>
- Ender, A., & Mehl, A. (2014). Accuracy in Dental Medicine, A New Way to Measure Trueness and Precision. *Journal of Visualized Experiments*, *86*, 51374. <https://doi.org/10.3791/51374>
- Ender, A., Zimmermann, M., Attin, T., & Mehl, A. (2016). In vivo precision of conventional and digital methods for obtaining quadrant dental impressions. *Clinical Oral Investigations*, *20*(7), 1495-1504. <https://doi.org/10.1007/s00784-015-1641-y>

- ...Exactitud no es lo mismo que Precisión? (2012, febrero 18). *Revista e-medida*.  
<https://www.e-medida.es/numero-1/exactitud-no-es-lo-mismo-que-precision/>
- Farah, J. W., Dental, E., & Arbor, A. (2009). *Integrating the 3M ESPE Lava Chairside Oral Scanner C.O.S. into Daily Clinical Practice*. 4.
- Fasbinder, D. J. (2011). *Innovation for Restorative Treatment*. 31(4), 13.
- Galhano, G. Á. P., Pellizzer, E. P., & Mazaro, J. V. Q. (2012). Optical Impression Systems for CAD-CAM Restorations: *Journal of Craniofacial Surgery*, 23(6), e575-e579. <https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e31826b8043>
- Geomagic ControlX*. (2016, noviembre 1). 3D Systems.  
<https://es.3dsystems.com/software/geomagic-control-x>
- Güth, J.-F., Keul, C., Stimmelmayer, M., Beuer, F., & Edelhoff, D. (2013). Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clinical Oral Investigations*, 17(4), 1201-1208. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0795-0>
- Hiller, J. D., & Lipson, H. (s. f.). *STL 2.0: A PROPOSAL FOR A UNIVERSAL MULTI-MATERIAL ADDITIVE MANUFACTURING FILE FORMAT*. 13.
- Imburgia, M., Logozzo, S., Hauschild, U., Veronesi, G., Mangano, C., & Mangano, F. G. (2017). Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: A comparative in vitro study. *BMC Oral Health*, 17(1), 92.  
<https://doi.org/10.1186/s12903-017-0383-4>
- Jeon, J.-H., Hwang, S.-S., Kim, J.-H., & Kim, W.-C. (2018). Trueness and precision of scanning abutment impressions and stone models according to dental CAD/CAM evaluation standards. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 10(5), 335. <https://doi.org/10.4047/jap.2018.10.5.335>
- Joós-Kovács, G., Vecsei, B., Körmendi, Sz., Gyarmathy, V. A., Borbély, J., & Hermann, P. (2019). Trueness of CAD/CAM digitization with a desktop scanner

– an in vitro study. *BMC Oral Health*, 19(1), 280.

<https://doi.org/10.1186/s12903-019-0976-1>

Koch, G. K., Gallucci, G. O., & Lee, S. J. (2016). Accuracy in the digital workflow:

From data acquisition to the digitally milled cast. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(6), 749-754. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.12.004>

Kühmstedt, P., Bräuer-burchardt, C., Munkelt, C., Heinze, M., Palme, M., Schmidt, I.,

Hintersehr, J., Notni, G., Jena, F. I. O. F., & Jena, D.-. (2007). *Intraoral 3D Scanner*. 6762, 1-9. <https://doi.org/10.1117/12.735700>

Logozzo, S., Zanetti, E. M., Franceschini, G., Kilpelä, A., & Mäkynen, A. (2014).

Recent advances in dental optics – Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering*, 54, 203-221.

<https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2013.07.017>

Mandelli, F., Gherlone, E., Gastaldi, G., & Ferrari, M. (2017). Evaluation of the

accuracy of extraoral laboratory scanners with a single-tooth abutment model: A 3D analysis. *Journal of Prosthodontic Research*, 61(4), 363-370.

<https://doi.org/10.1016/j.jpjor.2016.09.002>

Mangano, F., Gandolfi, A., Luongo, G., & Logozzo, S. (2017). Intraoral scanners in

dentistry: A review of the current literature. *BMC Oral Health*, 17(1), 149.

<https://doi.org/10.1186/s12903-017-0442-x>

Martin, C. B., Chalmers, E. V., McIntyre, G. T., Cochrane, H., & Mossey, P. A. (2015).

Orthodontic scanners: What's available? *Journal of Orthodontics*, 42(2), 136-143. <https://doi.org/10.1179/1465313315Y.0000000001>

Medina-Sotomayor, P., Pascual-Moscardo, A., & Camps, I. (2018). Relationship

between resolution and accuracy of four intraoral scanners in complete-arch

impressions. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 0-0.

<https://doi.org/10.4317/jced.54670>

Miyazaki, T., & Hotta, Y. (2011). CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations: CAD/CAM systems. *Australian Dental Journal*, 56, 97-106. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01300.x>

Mormann, W., Brandestini, M., Lutz, F., & Barbakow, F. (1989). Chairside computer-aided direct ceramic inlays. *Quintessence Int*, 12.

Nedelcu, R. G., & Persson, A. S. K. (2014). Scanning accuracy and precision in 4 intraoral scanners: An in vitro comparison based on 3-dimensional analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(6), 1461-1471.

<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.05.027>

*Netfabb | Additive Manufacturing and Design Software | Autodesk*. (2020).

<https://www.autodesk.com/products/netfabb/overview>

Passos, L., Meiga, S., Brigagão, V., & Street, A. (2019). Impact of different scanning strategies on the accuracy of two current intraoral scanning systems in complete-arch impressions: An in vitro study. *International Journal of Computerized Dentistry*, 13.

Persson, A., Andersson, M., Oden, A., & Sandborgh-Englund, G. (2006). A three-dimensional evaluation of a laser scanner and a touch-probe scanner. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 95(3), 194-200.

<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2006.01.003>

Persson, A. S. K., Andersson, M., Odén, A., & Sandborgh-Englund, G. (2008). Computer aided analysis of digitized dental stone replicas by dental CAD/CAM technology. *Dental Materials*, 24(8), 1123-1130.

<https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.01.008>

- Pradíes, G., Ferreiroa, A., Özcan, M., Giménez, B., & Martínez-Rus, F. (2014). Using stereophotogrammetric technology for obtaining intraoral digital impressions of implants. *The Journal of the American Dental Association*, *145*(4), 338-344. <https://doi.org/10.14219/jada.2013.45>
- Pradíes, G., Zarauz, C., Valverde, A., Ferreiroa, A., & Martínez-Rus, F. (2015). Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions based on wavefront sampling technology. *Journal of Dentistry*, *43*(2), 201-208. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.12.007>
- Richert, R., Goujat, A., Venet, L., Viguie, G., Viennot, S., Robinson, P., Farges, J.-C., Fages, M., & Ducret, M. (2017). Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. *Journal of Healthcare Engineering*, *2017*, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2017/8427595>
- Steinhäuser-Andresen, S., Detterbeck, A., Funk, C., Krumm, M., Kasperl, S., Holst, A., & Hirschfelder, U. (2011). Pilot study on accuracy and dimensional stability of impression materials using industrial CT technology. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte Der Kieferorthopädie*, *72*(2), 111-124. <https://doi.org/10.1007/s00056-011-0015-6>
- Ting-shu, S., & Jian, S. (2015). Intraoral Digital Impression Technique: A Review: Intraoral Digital Impression Review. *Journal of Prosthodontics*, *24*(4), 313-321. <https://doi.org/10.1111/jopr.12218>
- van der Meer, W. J., Andriessen, F. S., Wismeijer, D., & Ren, Y. (2012). Application of Intra-Oral Dental Scanners in the Digital Workflow of Implantology. *PLoS ONE*, *7*(8), e43312. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043312>
- van Noort, R. (2012). The future of dental devices is digital. *Dental Materials*, *28*(1), 3-12. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.10.014>

- Yuzbasioglu, E., Kurt, H., Turunc, R., & Bilir, H. (2014). Comparison of digital and conventional impression techniques: Evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health*, *14*(1), 10. <https://doi.org/10.1186/1472-6831-14-10>
- Zarauz, C., Valverde, A., Martinez-Rus, F., Hassan, B., & Pradies, G. (2016). Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions. *Clinical Oral Investigations*, *20*(4), 799-806. <https://doi.org/10.1007/s00784-015-1590-5>
- Zimmermann, M. (2015). Intraoral scanning systems – a current overview  
Intraoralscanner: Eine aktuelle Übersicht. *International Journal of Computerized Dentistry*, *29*.

**ÍNDICE DE ANEXOS**

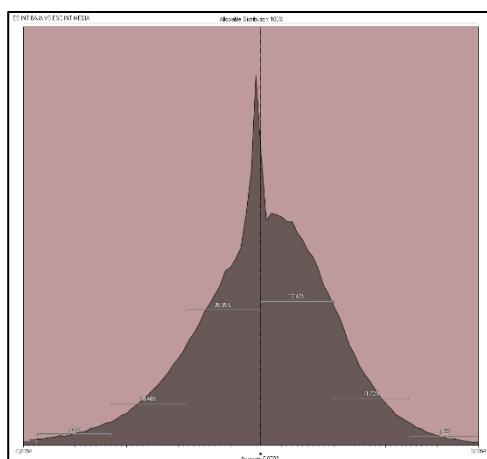
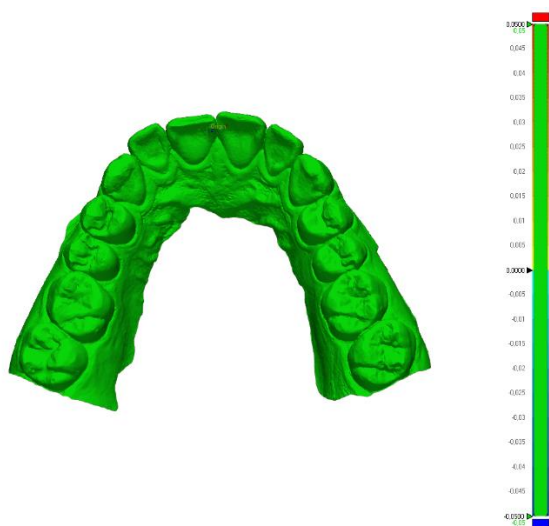
|  |     |
|--|-----|
| ANEXO A: I. RESULTADOS: COMPARACIÓN MALLAS DIGITALES CON GEOMAGIC<br>CONTROL X .....   | 71  |
| ANEXO B: II. RESULTADOS: DIFERENCIAS EN (MM) DE HEMIARCADA 1,2,3 Y ARCO<br>COMPLETO EN MALLAS DIGITALES CON GEOMAGIC CONTROL X ..... | 119 |

ANEXO A: **I. RESULTADOS: COMPARACIÓN MALLAS DIGITALES CON**  
**GEOMAGIC CONTROL X**

**COMPARACIÓN ENTRE SÍ MISMOS**  
**PRIMER GRUPO**

**ESCANEEO INTRAORAL (IOS)**

**1. IOSL VS IOSM**

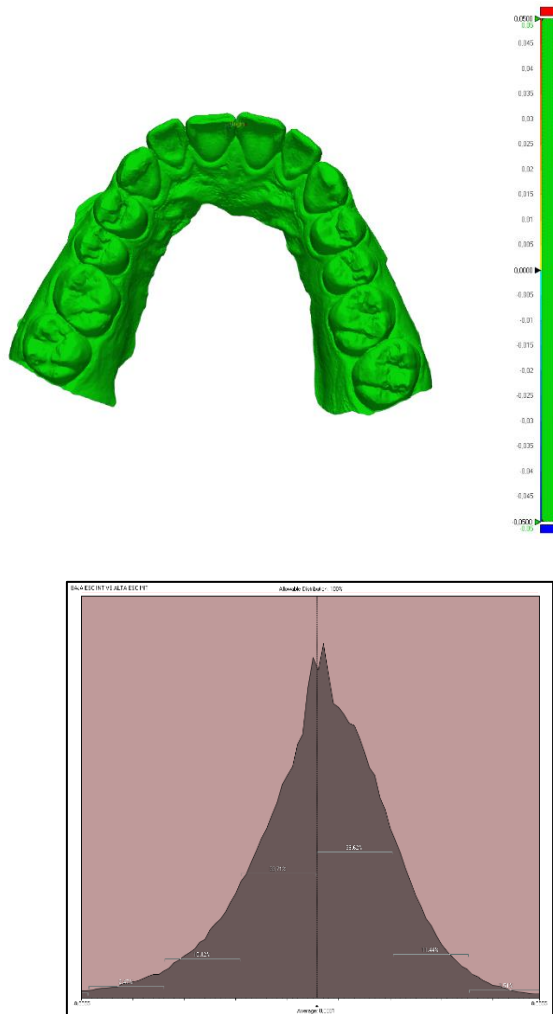


|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,0165 |
| <b>Max.</b>          | 0,0145  |
| <b>Avg.</b>          | 0,0002  |
| <b>RMS</b>           | 0,0018  |
| <b>Stl. Dev.</b>     | 0,0018  |
| <b>Var.</b>          | 0       |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0013  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0014 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 0       |

| Name         | Min.    | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var. | +Avg.  | -Avg.   |
|--------------|---------|--------|--------|--------|-----------|------|--------|---------|
| IOSL VS IOSM | -0,0165 | 0,0145 | 0,0002 | 0,0018 | 0,0018    | 0    | 0,0013 | -0,0014 |



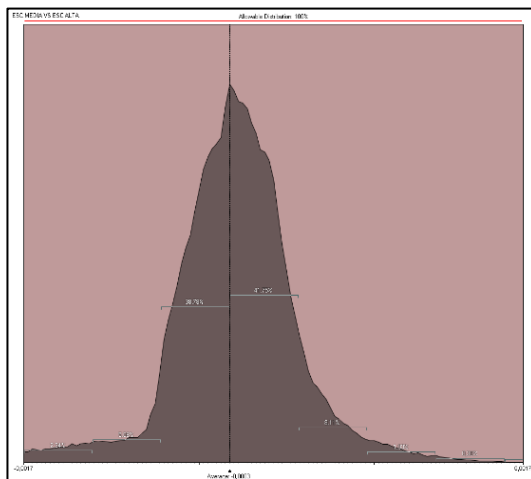
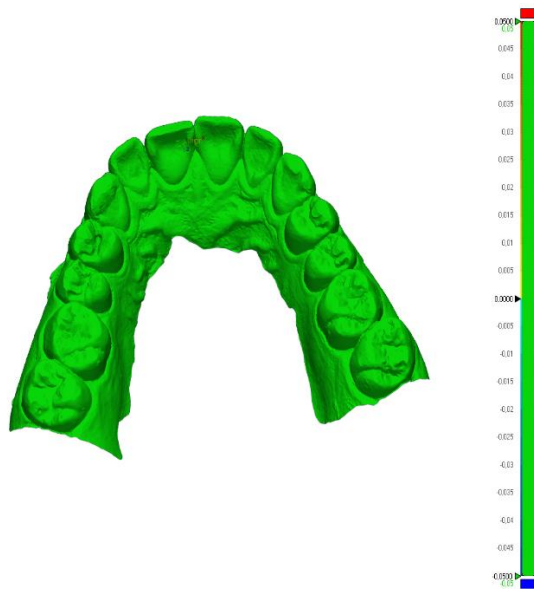
## 2. IOSL VS IOSH



|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,0164 |
| <b>Max.</b>          | 0,0147  |
| <b>Avg.</b>          | 0,0001  |
| <b>RMS</b>           | 0,0018  |
| <b>Std. Dev.</b>     | 0,0018  |
| <b>Var.</b>          | 0       |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0013  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0014 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 0       |

| Name         | Min.    | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var. | +Avg.  | -Avg.   |
|--------------|---------|--------|--------|--------|-----------|------|--------|---------|
| IOSL VS IOSH | -0,0164 | 0,0147 | 0,0001 | 0,0018 | 0,0018    | 0    | 0,0013 | -0,0014 |

## 3. IOSM VS IOSH



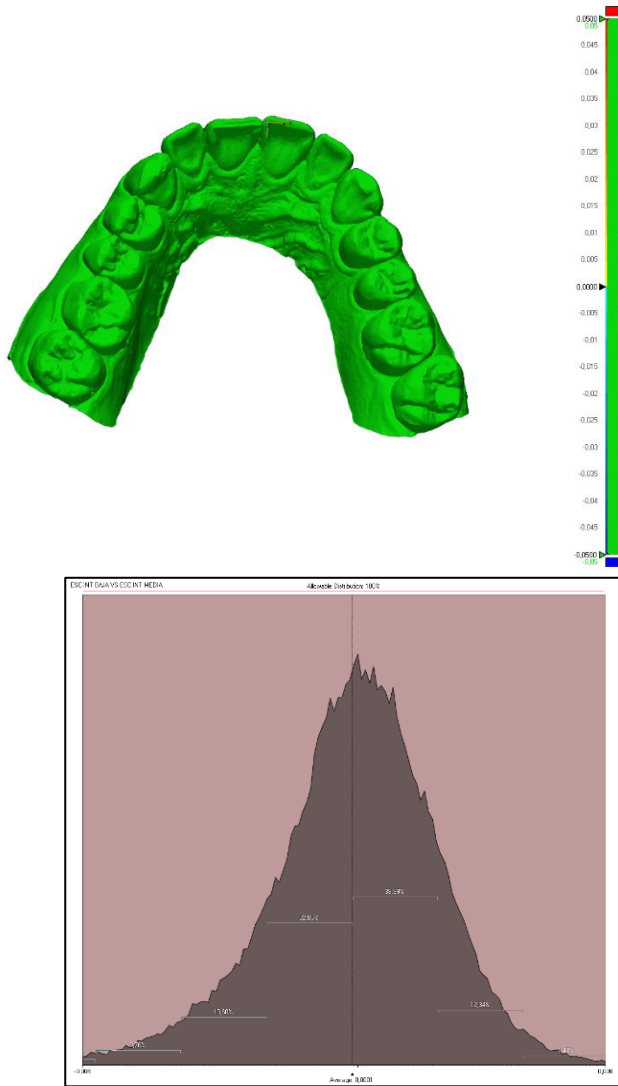
|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,0041 |
| <b>Max.</b>          | 0,0033  |
| <b>Avg.</b>          | -0,0003 |
| <b>RMS</b>           | 0,0005  |
| <b>Std. Dev.</b>     | 0,0005  |
| <b>Var.</b>          | 0       |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0003  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0004 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 0       |

| Name         | Min.    | Max.   | Avg.    | RMS    | Std. Dev. | Var. | +Avg.  | -Avg.   |
|--------------|---------|--------|---------|--------|-----------|------|--------|---------|
| IOSM VS IOSH | -0,0041 | 0,0033 | -0,0003 | 0,0005 | 0,0005    | 0    | 0,0003 | -0,0004 |

## SEGUNDO GRUPO

### MODELOS DE YESO ESCANEADO (S)

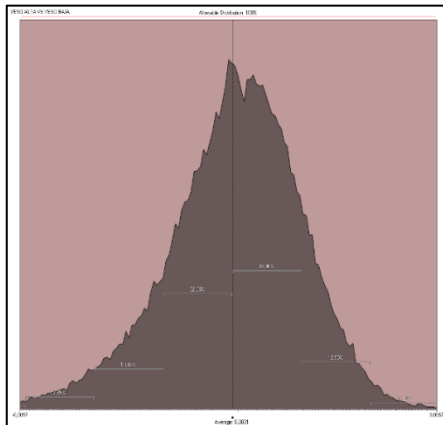
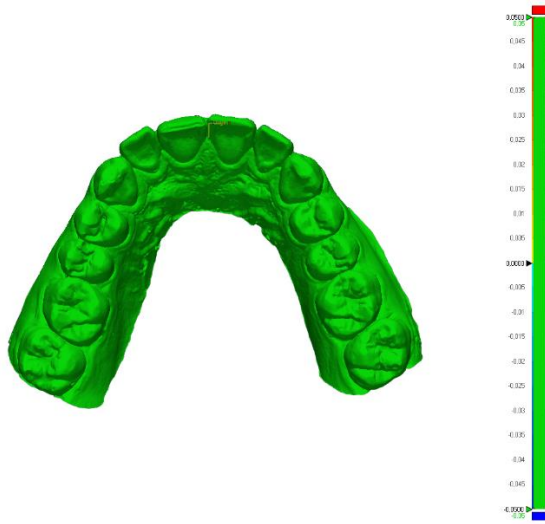
#### 1. SL VS SM



|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,0127 |
| <b>Max.</b>          | 0,01    |
| <b>Avg.</b>          | 0,0001  |
| <b>RMS</b>           | 0,002   |
| <b>Std. Dev.</b>     | 0,0019  |
| <b>Var.</b>          | 0       |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0015  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0015 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 0       |

| Name     | Min.    | Max. | Avg.   | RMS   | Std. Dev. | Var. | +Avg.  | -Avg.   |
|----------|---------|------|--------|-------|-----------|------|--------|---------|
| SL VS SM | -0,0127 | 0,01 | 0,0001 | 0,002 | 0,0019    | 0    | 0,0015 | -0,0015 |

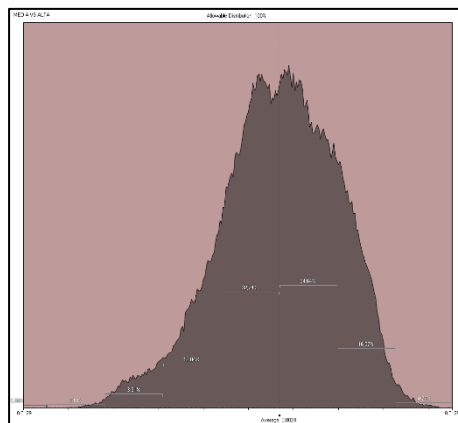
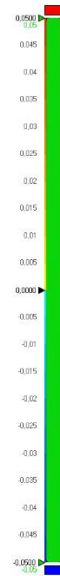
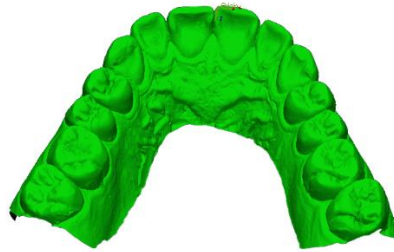
## 2. SL VS SH



|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,0125 |
| <b>Max.</b>          | 0,0088  |
| <b>Avg.</b>          | 0,0001  |
| <b>RMS</b>           | 0,0019  |
| <b>Std. Dev.</b>     | 0,0019  |
| <b>Var.</b>          | 0       |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0014  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0015 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 0       |

| Name     | Min.    | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var. | +Avg.  | -Avg.   |
|----------|---------|--------|--------|--------|-----------|------|--------|---------|
| SL VS SH | -0,0125 | 0,0088 | 0,0001 | 0,0019 | 0,0019    | 0    | 0,0014 | -0,0015 |

## 3. SM VS SH



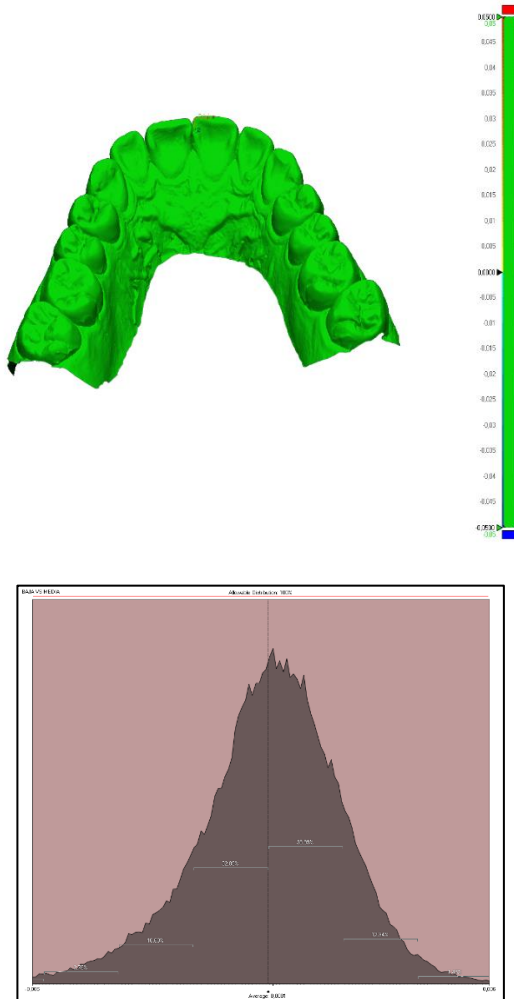
|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,0102 |
| <b>Max.</b>          | 0,0127  |
| <b>Avg.</b>          | 0,0024  |
| <b>RMS</b>           | 0,0042  |
| <b>Std. Dev.</b>     | 0,0035  |
| <b>Var.</b>          | 0       |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0039  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0023 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 0       |

| Name     | Min.    | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var. | +Avg.  | -Avg.   |
|----------|---------|--------|--------|--------|-----------|------|--------|---------|
| SM VS SH | -0,0102 | 0,0127 | 0,0024 | 0,0042 | 0,0035    | 0    | 0,0039 | -0,0023 |

## TERCER GRUPO

### MODELOS DE YESO IMPRESOS (PRINT S)

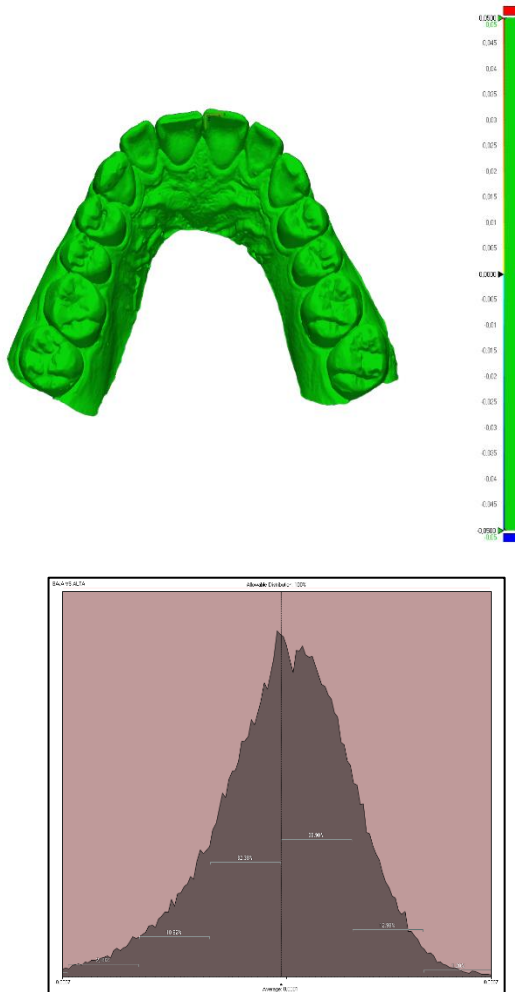
#### 1. PRINT SL VS PRINT SM



|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,0127 |
| <b>Max.</b>          | 0,01    |
| <b>Avg.</b>          | 0,0001  |
| <b>RMS</b>           | 0,002   |
| <b>Std. Dev.</b>     | 0,0019  |
| <b>Var.</b>          | 0       |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0015  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0015 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 0       |

| Name                        | Min.    | Max. | Avg.   | RMS   | Std. Dev. | Var. | +Avg.  | -Avg.   |
|-----------------------------|---------|------|--------|-------|-----------|------|--------|---------|
| <b>PRINT SL VS PRINT SM</b> | -0,0127 | 0,01 | 0,0001 | 0,002 | 0,0019    | 0    | 0,0015 | -0,0015 |

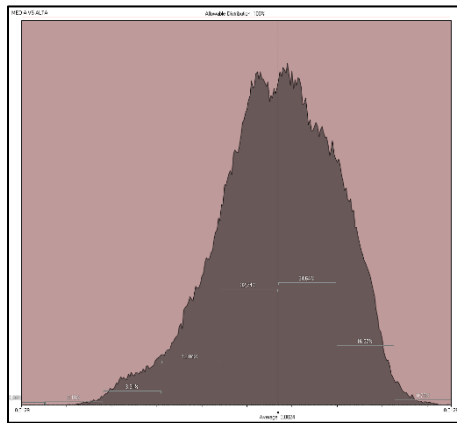
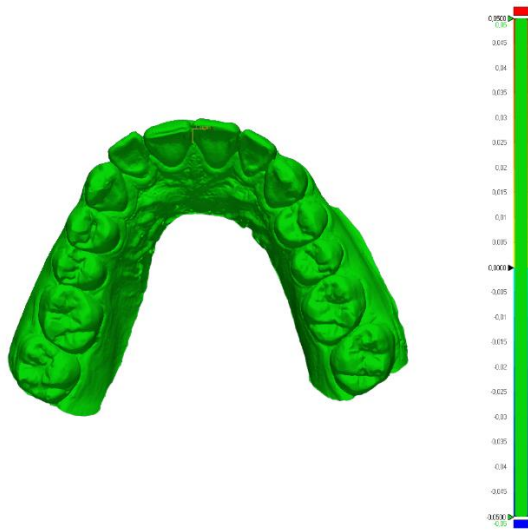
## 2. PRINT SL VS PRINT SH



|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,0125 |
| <b>Max.</b>          | 0,0088  |
| <b>Avg.</b>          | 0,0001  |
| <b>RMS</b>           | 0,0019  |
| <b>Std. Dev.</b>     | 0,0019  |
| <b>Var.</b>          | 0       |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0014  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0015 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 0       |

| Name                       | Min.    | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var. | +Avg.  | -Avg.   |
|----------------------------|---------|--------|--------|--------|-----------|------|--------|---------|
| PRINT SL<br>VA PRINT<br>SH | -0,0125 | 0,0088 | 0,0001 | 0,0019 | 0,0019    | 0    | 0,0014 | -0,0015 |

## 3. PRINT SM VS PRINT SH



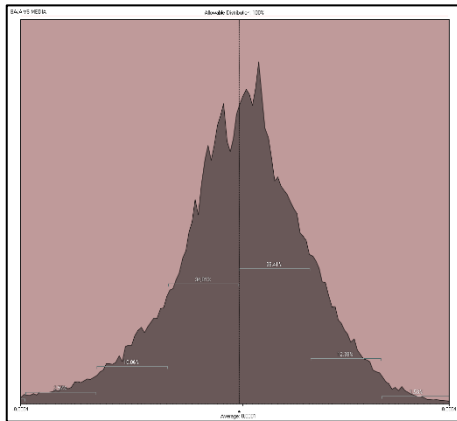
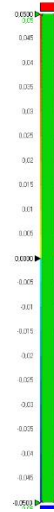
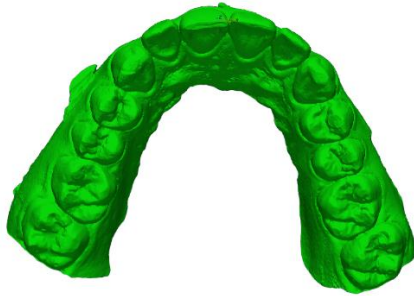
|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,0102 |
| <b>Max.</b>          | 0,0127  |
| <b>Avg.</b>          | 0,0024  |
| <b>RMS</b>           | 0,0042  |
| <b>Std. Dev.</b>     | 0,0035  |
| <b>Var.</b>          | 0       |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0039  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0023 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 0       |

| Name                    | Min.    | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var. | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------------|---------|--------|--------|--------|-----------|------|--------|---------|
| PRINT SM VS<br>PRINT SH | -0,0102 | 0,0127 | 0,0024 | 0,0042 | 0,0035    | 0    | 0,0039 | -0,0023 |



**CUARTO GRUPO**  
**MODELOS IMPRESOS DE ESCANEADO INTRAORAL (PRINT IOS)**

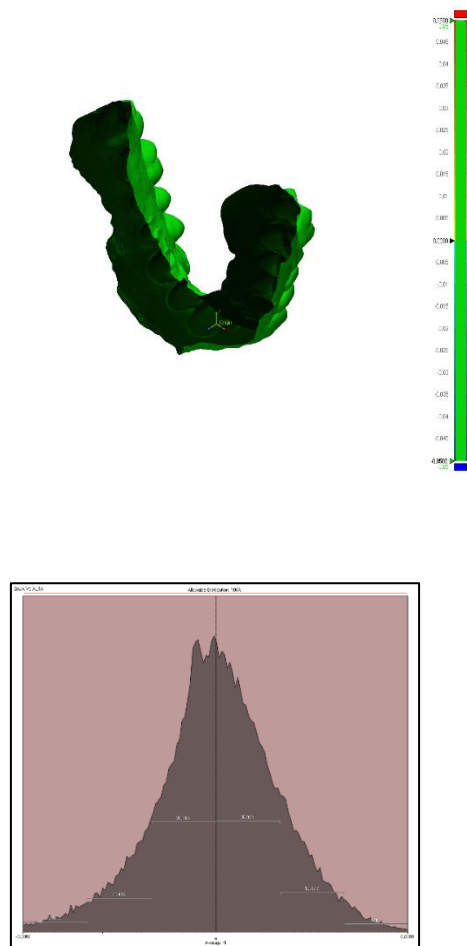
**1. PRINT IOSL VS PRINT IOSM**



|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,0128 |
| <b>Max.</b>          | 0,0112  |
| <b>Avg.</b>          | 0,0001  |
| <b>RMS</b>           | 0,0021  |
| <b>Std. Dev.</b>     | 0,0021  |
| <b>Var.</b>          | 0       |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0015  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0017 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 0       |

| Name                            | Min.    | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var. | +Avg.  | -Avg.   |
|---------------------------------|---------|--------|--------|--------|-----------|------|--------|---------|
| PRINT IOS L<br>VS PRINT<br>IOSM | -0,0128 | 0,0112 | 0,0001 | 0,0021 | 0,0021    | 0    | 0,0015 | -0,0017 |

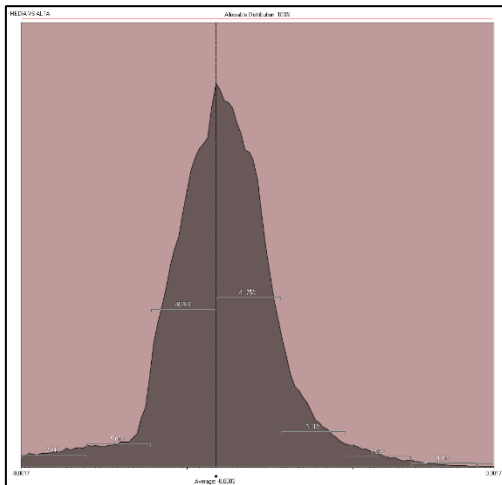
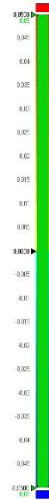
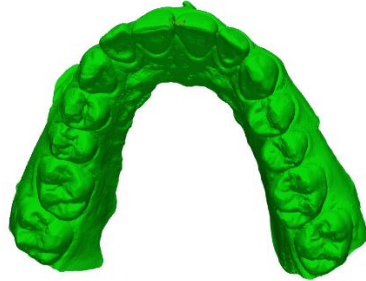
## 2. PRINT IOSL VS PRINT IOSH



|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,0124 |
| <b>Max.</b>          | 0,0115  |
| <b>Avg.</b>          | 0       |
| <b>RMS</b>           | 0,0023  |
| <b>Std. Dev.</b>     | 0,0023  |
| <b>Var.</b>          | 0       |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0017  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0018 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 0       |

| Name               | Min.    | Max.   | Avg. | RMS    | Std. Dev. | Var. | +Avg.  | -Avg.   |
|--------------------|---------|--------|------|--------|-----------|------|--------|---------|
| IOSL VS PRINT IOSH | -0,0124 | 0,0115 | 0    | 0,0023 | 0,0023    | 0    | 0,0017 | -0,0018 |

3. PRINT IOSM VS PRINT IOSH



|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,0041 |
| <b>Max.</b>          | 0,0033  |
| <b>Avg.</b>          | -0,0003 |
| <b>RMS</b>           | 0,0005  |
| <b>Std. Dev.</b>     | 0,0005  |
| <b>Var.</b>          | 0       |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0003  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0004 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 0       |

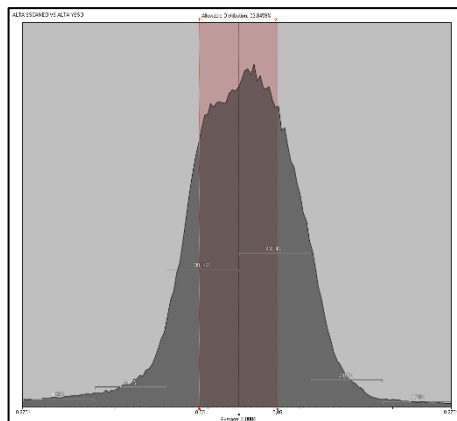
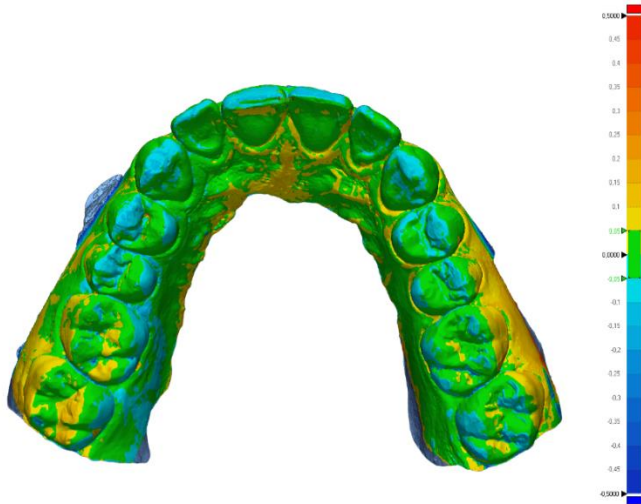
| Name                     | Min.    | Max.   | Avg.    | RMS    | Std. Dev. | Var. | +Avg.  | -Avg.   |
|--------------------------|---------|--------|---------|--------|-----------|------|--------|---------|
| PRINT IOSM VS PRINT IOSH | -0,0041 | 0,0033 | -0,0003 | 0,0005 | 0,0005    | 0    | 0,0003 | -0,0004 |

## COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS PRIMER GRUPO

ESCANEADO INTRAORAL (IOS) VS MODELOS DE YESO (S)

PRIMERA COMPARACIÓN:

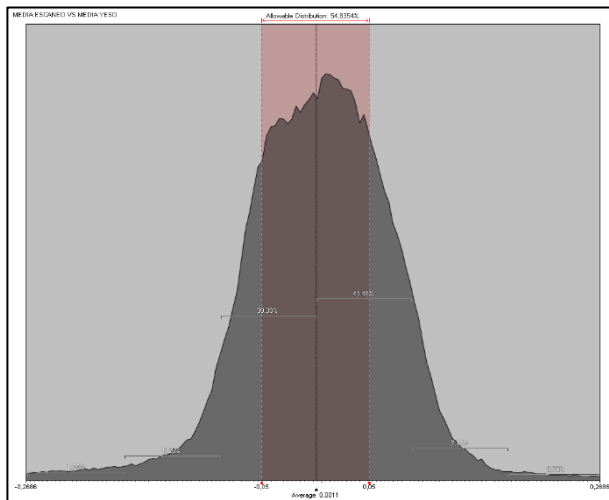
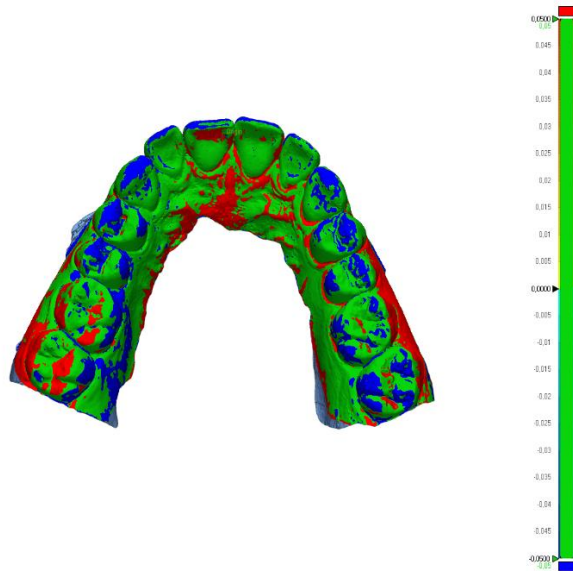
1. IOSH VS SH



|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,5    |
| <b>Max.</b>          | 0,4999  |
| <b>Avg.</b>          | 0,0004  |
| <b>RMS</b>           | 0,0916  |
| <b>Std. Dev.</b>     | 0,0916  |
| <b>Var.</b>          | 0,0084  |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0592  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0654 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 53,8459 |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 46,1541 |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 25,0486 |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 21,1055 |

| Name       | Min. | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var.   | +Avg.  | -Avg.   |
|------------|------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|
| IOSH VS SH | -0,5 | 0,4999 | 0,0004 | 0,0916 | 0,0916    | 0,0084 | 0,0592 | -0,0654 |

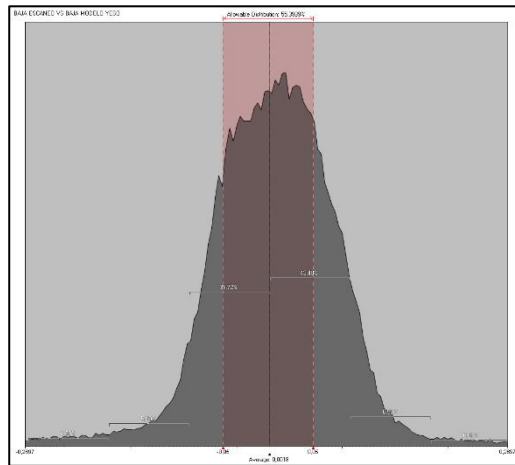
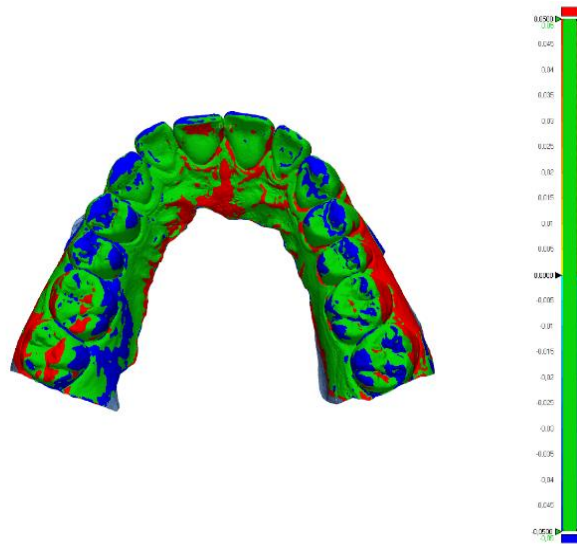
## 2. IOSM VS SM



|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,5    |
| <b>Max.</b>          | 0,4999  |
| <b>Avg.</b>          | 0,0011  |
| <b>RMS</b>           | 0,0892  |
| <b>Std. Dev.</b>     | 0,0892  |
| <b>Var.</b>          | 0,008   |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0582  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0631 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 54,8354 |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 45,1646 |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 24,5904 |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 20,5742 |

| Name       | Min. | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var.  | +Avg.  | -Avg.   |
|------------|------|--------|--------|--------|-----------|-------|--------|---------|
| IOSM VS SM | -0,5 | 0,4999 | 0,0011 | 0,0892 | 0,0892    | 0,008 | 0,0582 | -0,0631 |

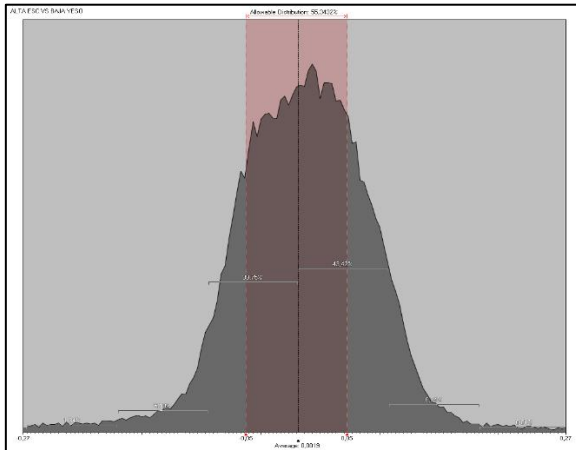
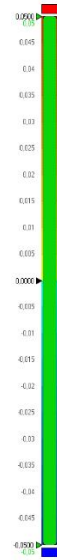
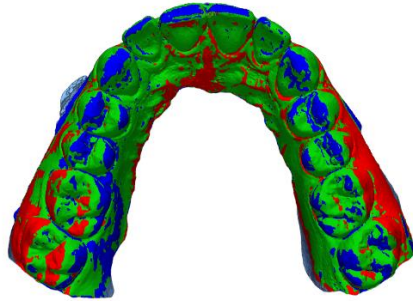
## 3. IOSL VS SL



|                      |         |
|----------------------|---------|
| <b>Min.</b>          | -0,4998 |
| <b>Max.</b>          | 0,4996  |
| <b>Avg.</b>          | 0,0018  |
| <b>RMS</b>           | 0,0893  |
| <b>Std. Dev.</b>     | 0,0893  |
| <b>Var.</b>          | 0,008   |
| <b>+Avg.</b>         | 0,0584  |
| <b>-Avg.</b>         | -0,0624 |
| <b>In Tol.(%)</b>    | 55,3989 |
| <b>Out Tol.(%)</b>   | 44,6011 |
| <b>Over Tol.(%)</b>  | 24,4435 |
| <b>Under Tol.(%)</b> | 20,1576 |

| Name       | Min.    | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var.  | +Avg.  | -Avg.   |
|------------|---------|--------|--------|--------|-----------|-------|--------|---------|
| IOSL VS SL | -0,4998 | 0,4996 | 0,0018 | 0,0893 | 0,0893    | 0,008 | 0,0584 | -0,0624 |

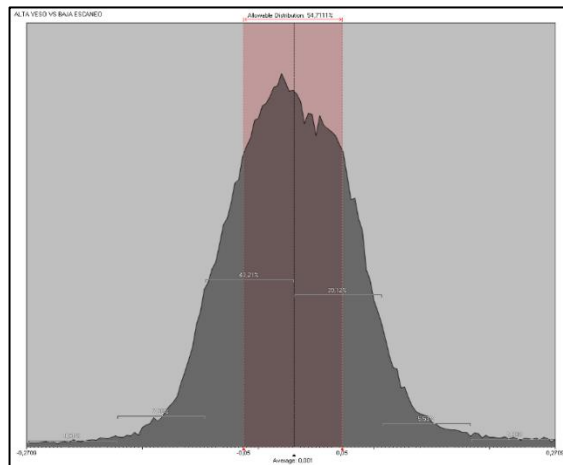
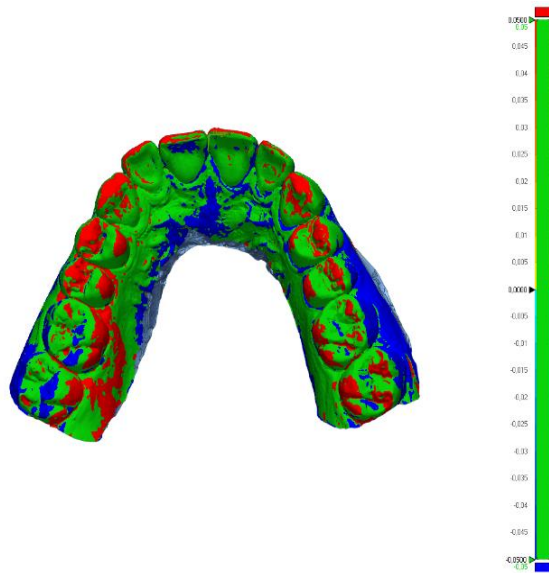
**ESCANEEO INTRAORAL (IOS) VS MODELOS DE YESO (S)**  
**SEGUNDA COMPARACIÓN:**  
**1. IOSH VS SL**



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,4998 |
| <b>Max.</b>           | 0,4993  |
| <b>Avg.</b>           | 0,0019  |
| <b>RMS</b>            | 0,0894  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0894  |
| <b>Var.</b>           | 0,008   |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0584  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0624 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 55,3432 |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 44,6568 |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 24,5068 |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 20,15   |

| Name              | Min.    | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var.  | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------|---------|--------|--------|--------|-----------|-------|--------|---------|
| <b>IOSH VS SL</b> | -0,4998 | 0,4993 | 0,0019 | 0,0894 | 0,0894    | 0,008 | 0,0584 | -0,0624 |

## 2. SH VS IOSL

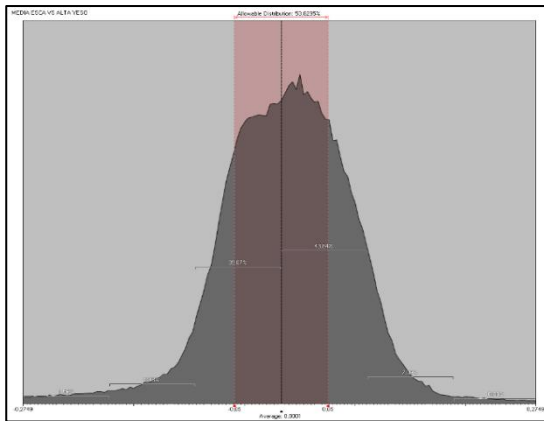
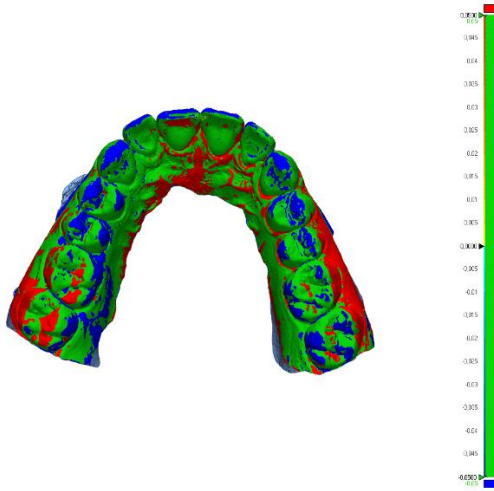


|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,4993 |
| <b>Max.</b>           | 0,4999  |
| <b>Avg.</b>           | 0,001   |
| <b>RMS</b>            | 0,09    |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,09    |
| <b>Var.</b>           | 0,0081  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0643  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,058  |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 54,7111 |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 45,2889 |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 21,6989 |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 23,59   |

| Name              | Min.    | Max.   | Avg.  | RMS  | Std. Dev. | Var.   | +Avg.  | -Avg.  |
|-------------------|---------|--------|-------|------|-----------|--------|--------|--------|
| <b>SH VS IOSL</b> | -0,4993 | 0,4999 | 0,001 | 0,09 | 0,09      | 0,0081 | 0,0643 | -0,058 |



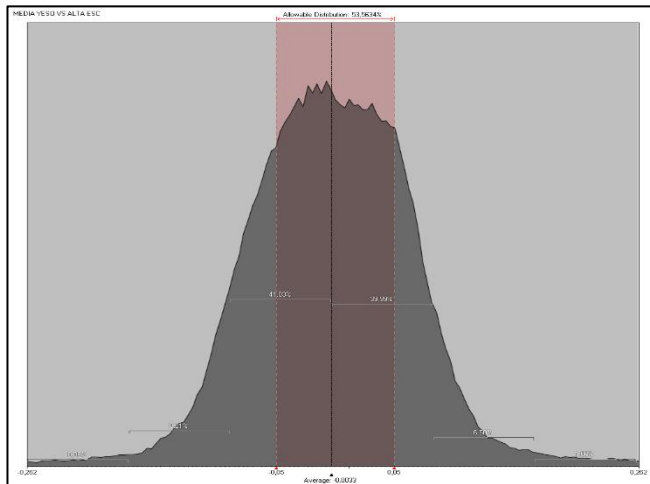
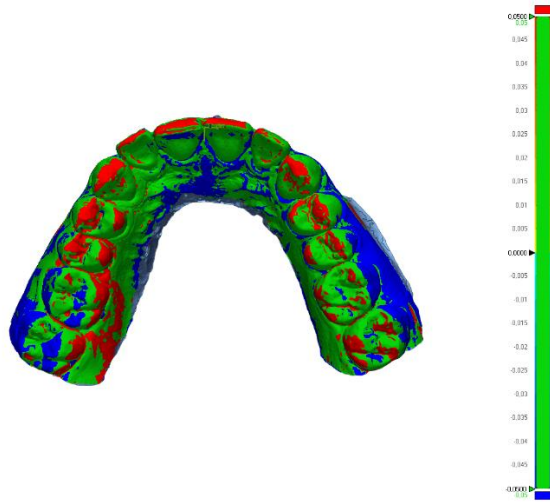
## 3. IOSM VS SH



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,5    |
| <b>Max.</b>           | 0,5     |
| <b>Avg.</b>           | 0,0001  |
| <b>RMS</b>            | 0,0916  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0916  |
| <b>Var.</b>           | 0,0084  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0591  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0655 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 53,8295 |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 46,1705 |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 24,9463 |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 21,2242 |

| Name              | Min. | Max. | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var.   | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------|------|------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|
| <b>IOSM VS SH</b> | -0,5 | 0,5  | 0,0001 | 0,0916 | 0,0916    | 0,0084 | 0,0591 | -0,0655 |

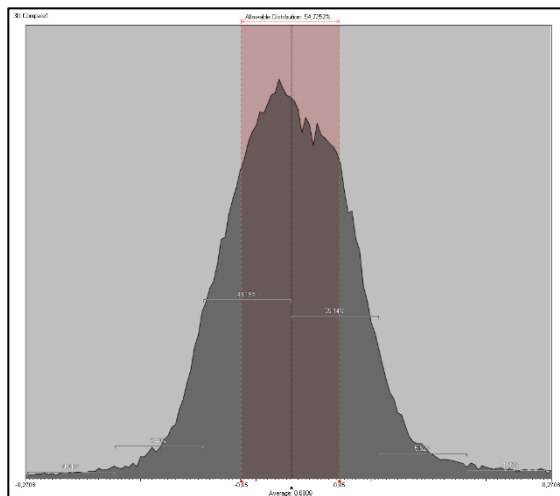
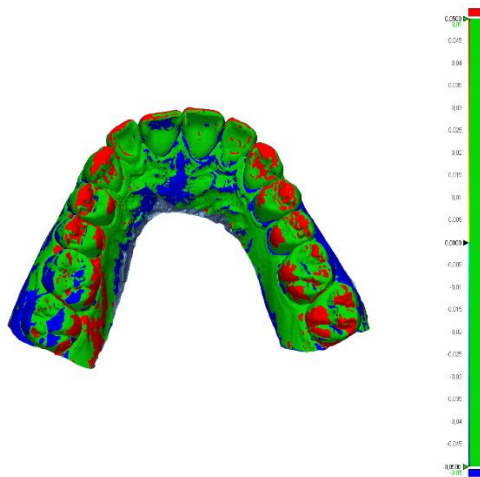
4. SM VS IOSH



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,5    |
| <b>Max.</b>           | 0,4998  |
| <b>Avg.</b>           | -0,0033 |
| <b>RMS</b>            | 0,0863  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0862  |
| <b>Var.</b>           | 0,0074  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0602  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,06   |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 53,5634 |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 46,4366 |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 20,8183 |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 25,6182 |

| Name              | Min. | Max.   | Avg.    | RMS    | Std. Dev. | Var.   | +Avg.  | -Avg. |
|-------------------|------|--------|---------|--------|-----------|--------|--------|-------|
| <b>SM VS IOSH</b> | -0,5 | 0,4998 | -0,0033 | 0,0863 | 0,0862    | 0,0074 | 0,0602 | -0,06 |

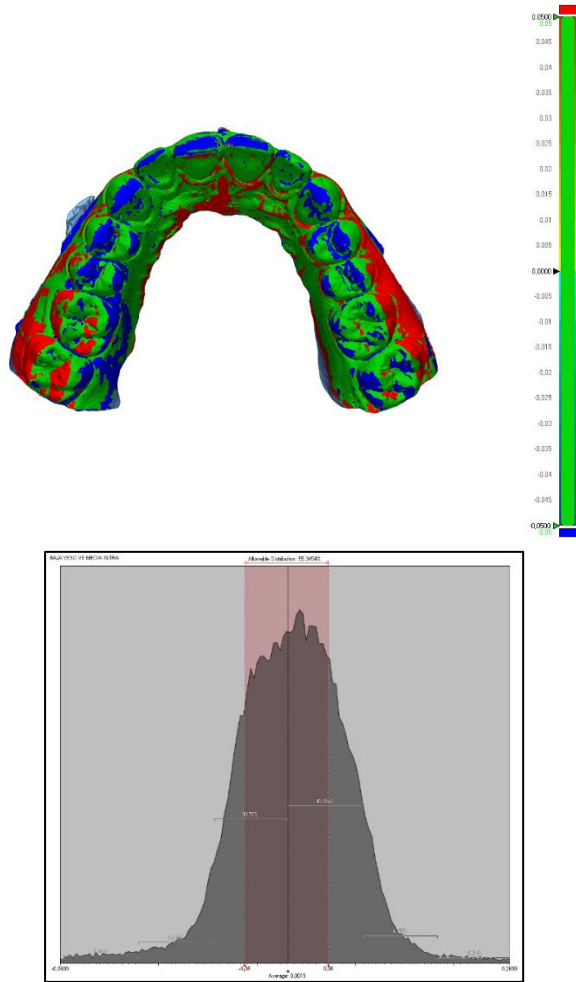
## 5. IOSL VS SM



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,4995 |
| <b>Max.</b>           | 0,5     |
| <b>Avg.</b>           | 0,0008  |
| <b>RMS</b>            | 0,09    |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,09    |
| <b>Var.</b>           | 0,0081  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0643  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0581 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 54,7252 |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 45,2748 |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 21,6176 |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 23,6572 |

| Name              | Min.    | Max. | Avg.   | RMS  | Std. Dev. | Var.   | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------|---------|------|--------|------|-----------|--------|--------|---------|
| <b>IOSL VS SM</b> | -0,4995 | 0,5  | 0,0008 | 0,09 | 0,09      | 0,0081 | 0,0643 | -0,0581 |

6. SL VS IOSM



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,4998 |
| <b>Max.</b>           | 0,4991  |
| <b>Avg.</b>           | 0,0019  |
| <b>RMS</b>            | 0,0893  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0893  |
| <b>Var.</b>           | 0,008   |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0584  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0624 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 55,3454 |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 44,6546 |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 24,5135 |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 20,1411 |

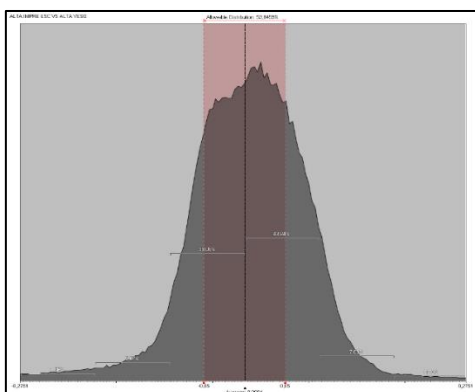
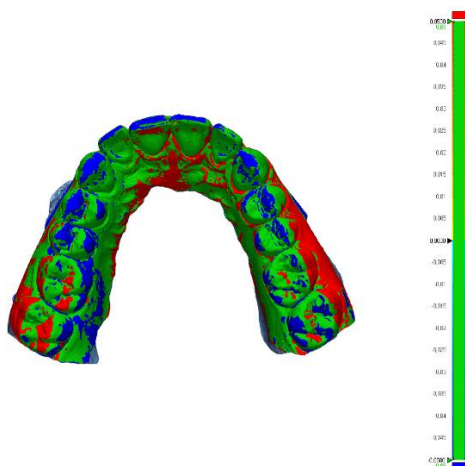
| Name              | Min.    | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var.  | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------|---------|--------|--------|--------|-----------|-------|--------|---------|
| <b>SL VS IOSM</b> | -0,4998 | 0,4991 | 0,0019 | 0,0893 | 0,0893    | 0,008 | 0,0584 | -0,0624 |

## COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS SEGUNDO GRUPO

**MODELOS IMPRESOS ESCANEADO INTRAORAL (PRINT IOS) VS MODELOS  
DE YESO ESCANEADOS (S)**

### PRIMERA COMPARACIÓN:

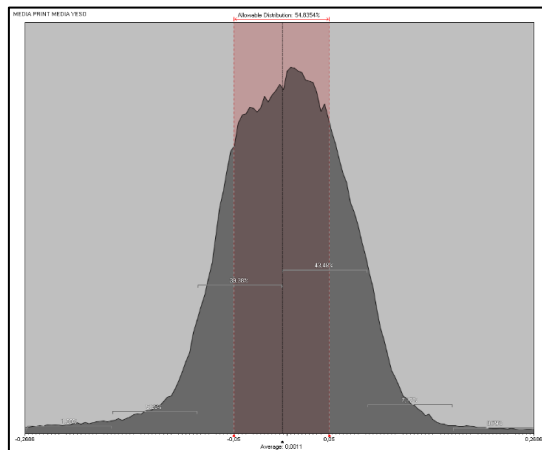
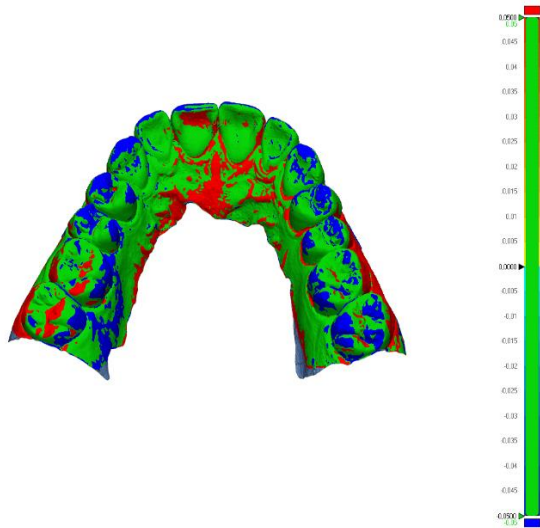
#### 1. PRINT IOSH VS SH



|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| <b>Min.</b>           | <b>-0,5</b>    |
| <b>Max.</b>           | <b>0,4999</b>  |
| <b>Avg.</b>           | <b>0,0004</b>  |
| <b>RMS</b>            | <b>0,0916</b>  |
| <b>Std. Dev.</b>      | <b>0,0916</b>  |
| <b>Var.</b>           | <b>0,0084</b>  |
| <b>+Avg.</b>          | <b>0,0592</b>  |
| <b>-Avg.</b>          | <b>-0,0654</b> |
| <b>In Tol. (%)</b>    | <b>53,8459</b> |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | <b>46,1541</b> |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | <b>25,0486</b> |
| <b>Under Tol. (%)</b> | <b>21,1055</b> |

| Name                    | Min. | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var.   | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------------|------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|
| <b>PRINT IOSH VS SH</b> | -0,5 | 0,4999 | 0,0004 | 0,0916 | 0,0916    | 0,0084 | 0,0592 | -0,0654 |

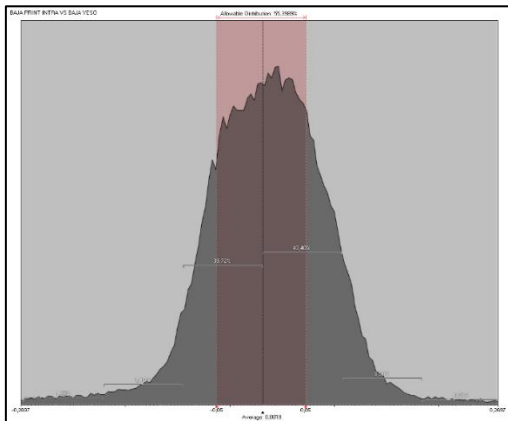
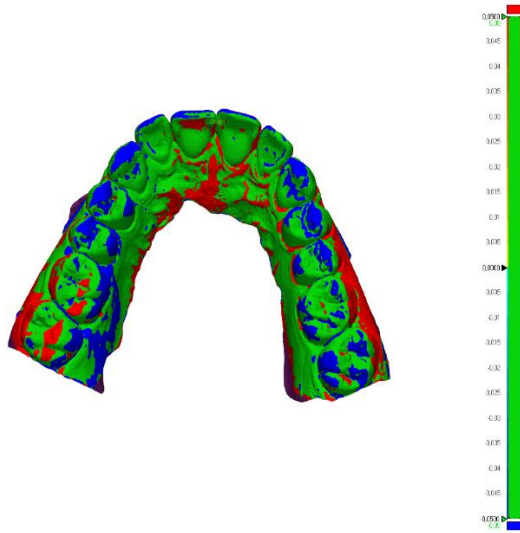
2. PRINT IOSM VS SM



|                |         |
|----------------|---------|
| Min.           | -0,5    |
| Max.           | 0,4999  |
| Avg.           | 0,0011  |
| RMS            | 0,0892  |
| Std. Dev.      | 0,0892  |
| Var.           | 0,008   |
| +Avg.          | 0,0582  |
| -Avg.          | -0,0631 |
| In Tol. (%)    | 54,8354 |
| Out Tol. (%)   | 45,1646 |
| Over Tol. (%)  | 24,5904 |
| Under Tol. (%) | 20,5742 |

| Name                    | Min. | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var.  | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------------|------|--------|--------|--------|-----------|-------|--------|---------|
| <b>PRINT IOSM VS SM</b> | -0,5 | 0,4999 | 0,0011 | 0,0892 | 0,0892    | 0,008 | 0,0582 | -0,0631 |

3. PRINT IOSL VS SL



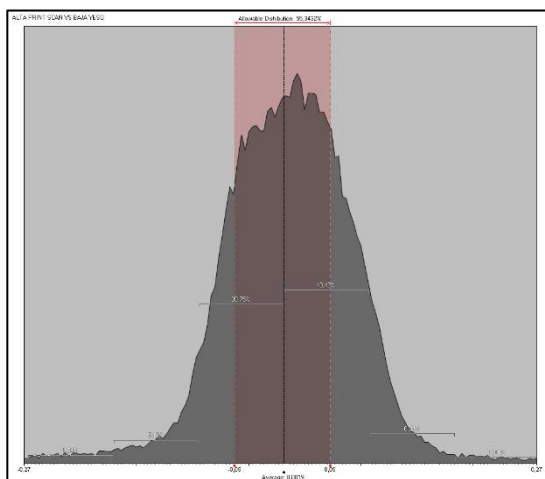
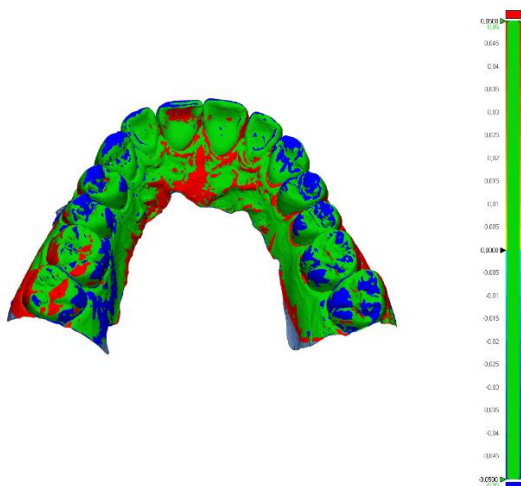
|                |         |
|----------------|---------|
| Min.           | -0,4998 |
| Max.           | 0,4996  |
| Avg.           | 0,0018  |
| RMS            | 0,0893  |
| Std. Dev.      | 0,0893  |
| Var.           | 0,008   |
| +Avg.          | 0,0584  |
| -Avg.          | -0,0624 |
| In Tol. (%)    | 55,3989 |
| Out Tol. (%)   | 44,6011 |
| Over Tol. (%)  | 24,4435 |
| Under Tol. (%) | 20,1576 |

| Name                    | Min.    | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var.  | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------------|---------|--------|--------|--------|-----------|-------|--------|---------|
| <b>PRINT IOSL VS SL</b> | -0,4998 | 0,4996 | 0,0018 | 0,0893 | 0,0893    | 0,008 | 0,0584 | -0,0624 |

## MODELOS IMPRESOS ESCANEADO INTRAORAL (PRINT IOS) VS MODELOS DE YESO ESCANEADOS (S)

### SEGUNDA COMPARACIÓN

#### 1. PRINT IOSH VS SL

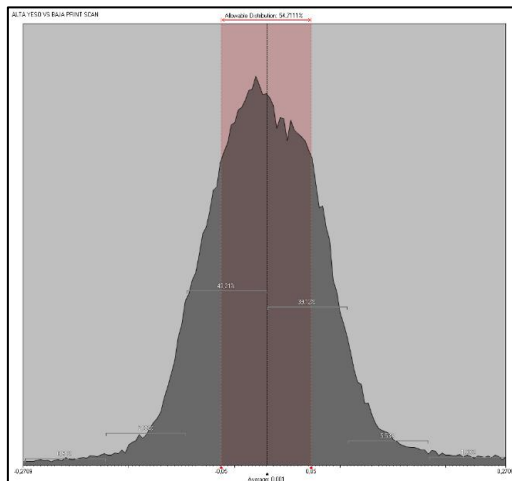
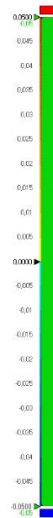
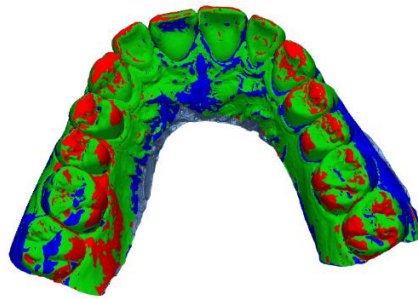


|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,4998 |
| <b>Max.</b>           | 0,4993  |
| <b>Avg.</b>           | 0,0019  |
| <b>RMS</b>            | 0,0894  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0894  |
| <b>Var.</b>           | 0,008   |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0584  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0624 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 55,3432 |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 44,6568 |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 24,5068 |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 20,15   |

| Name                    | Min.    | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var.  | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------------|---------|--------|--------|--------|-----------|-------|--------|---------|
| <b>PRINT IOSH VS SL</b> | -0,4998 | 0,4993 | 0,0019 | 0,0894 | 0,0894    | 0,008 | 0,0584 | -0,0624 |



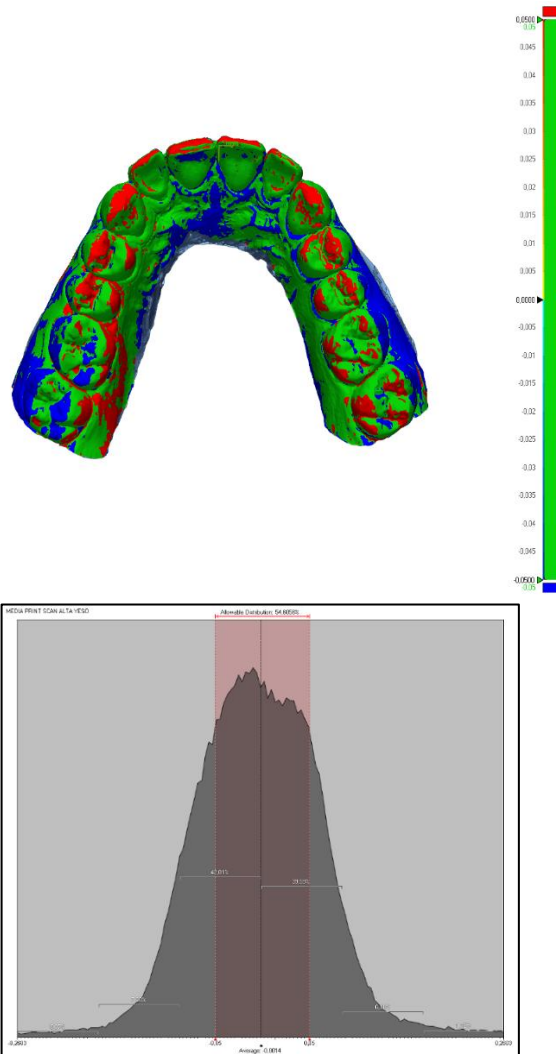
## 2. SH VS PRINT IOSL



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,4993 |
| <b>Max.</b>           | 0,4999  |
| <b>Avg.</b>           | 0,001   |
| <b>RMS</b>            | 0,09    |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,09    |
| <b>Var.</b>           | 0,0081  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0643  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,058  |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 54,7111 |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 45,2889 |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 21,6989 |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 23,59   |

| Name                    | Min.    | Max.   | Avg.  | RMS  | Std. Dev. | Var.   | +Avg.  | -Avg.  |
|-------------------------|---------|--------|-------|------|-----------|--------|--------|--------|
| <b>SH VS PRINT IOSL</b> | -0,4993 | 0,4999 | 0,001 | 0,09 | 0,09      | 0,0081 | 0,0643 | -0,058 |

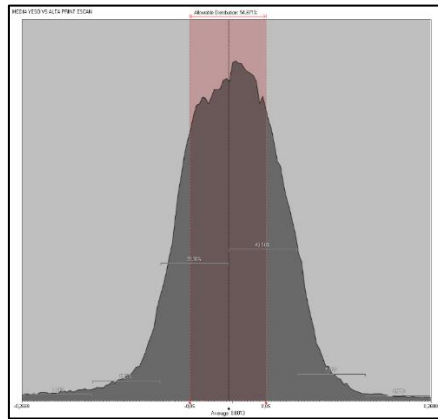
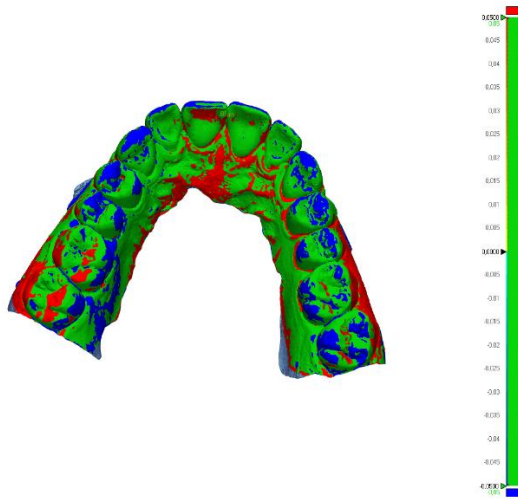
3. PRINT IOSM VS SH



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,5    |
| <b>Max.</b>           | 0,4999  |
| <b>Avg.</b>           | -0,0014 |
| <b>RMS</b>            | 0,0863  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0863  |
| <b>Var.</b>           | 0,0074  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,061   |
| <b>-Avg.</b>          | -0,058  |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 54,6058 |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 45,3942 |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 20,8847 |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 24,5095 |

| Name                    | Min. | Max.   | Avg.    | RMS    | Std. Dev. | Var.   | +Avg. | - Avg. |
|-------------------------|------|--------|---------|--------|-----------|--------|-------|--------|
| <b>PRINT IOSM VS SH</b> | -0,5 | 0,4999 | -0,0014 | 0,0863 | 0,0863    | 0,0074 | 0,061 | -0,058 |

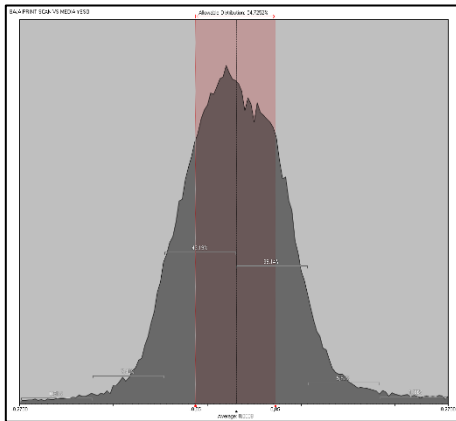
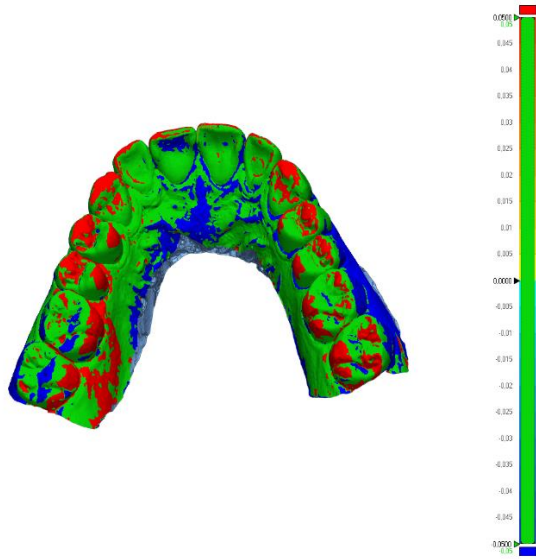
4. SM VS PRINT IOSH



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,4999 |
| <b>Max.</b>           | 0,5     |
| <b>Avg.</b>           | 0,0013  |
| <b>RMS</b>            | 0,0892  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0892  |
| <b>Var.</b>           | 0,008   |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0582  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,063  |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 54,871  |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 45,129  |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 24,6776 |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 20,4514 |

| Name                    | Min.    | Max. | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var.  | +Avg.  | -Avg.  |
|-------------------------|---------|------|--------|--------|-----------|-------|--------|--------|
| <b>SM VS PRINT IOSH</b> | -0,4999 | 0,5  | 0,0013 | 0,0892 | 0,0892    | 0,008 | 0,0582 | -0,063 |

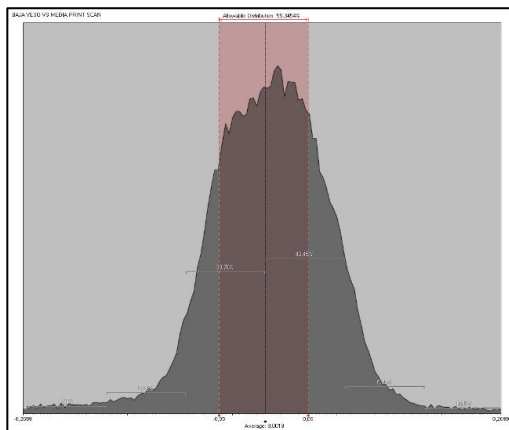
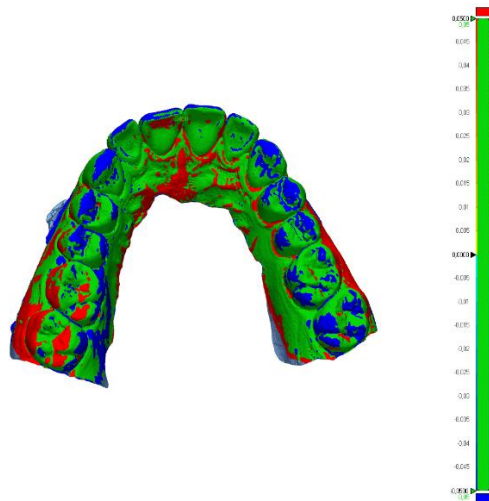
5. PRINT IOSL VS SM



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,4995 |
| <b>Max.</b>           | 0,5     |
| <b>Avg.</b>           | 0,0008  |
| <b>RMS</b>            | 0,09    |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,09    |
| <b>Var.</b>           | 0,0081  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0643  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0581 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 54,7252 |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 45,2748 |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 21,6176 |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 23,6572 |

| Name                    | Min.    | Max. | Avg.   | RMS  | Std. Dev. | Var.   | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------------|---------|------|--------|------|-----------|--------|--------|---------|
| <b>PRINT IOSL VS SM</b> | -0,4995 | 0,5  | 0,0008 | 0,09 | 0,09      | 0,0081 | 0,0643 | -0,0581 |

6. SL VS PRINT IOSM



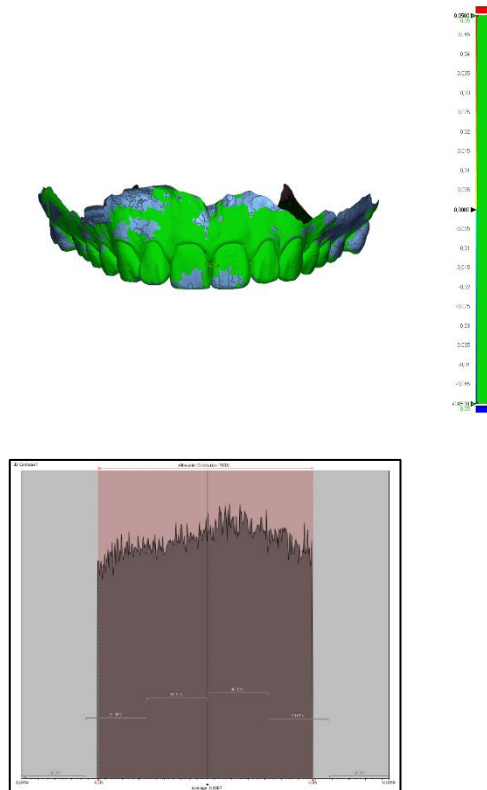
|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,4998 |
| <b>Max.</b>           | 0,4991  |
| <b>Avg.</b>           | 0,0019  |
| <b>RMS</b>            | 0,0893  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0893  |
| <b>Var.</b>           | 0,008   |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0584  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0624 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 55,3454 |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 44,6546 |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 24,5135 |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 20,1411 |

| Name                    | Min.    | Max.   | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var.  | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------------|---------|--------|--------|--------|-----------|-------|--------|---------|
| <b>SL VS PRINT IOSM</b> | -0,4998 | 0,4991 | 0,0019 | 0,0893 | 0,0893    | 0,008 | 0,0584 | -0,0624 |

**COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS**  
**TERCER GRUPO**  
**ESCANEADO INTRAORAL (IOS) VS MODELOS DE YESO IMPRESO**  
**ESCANEADO (PRINT S)**

**PRIMERA COMPARACIÓN:**

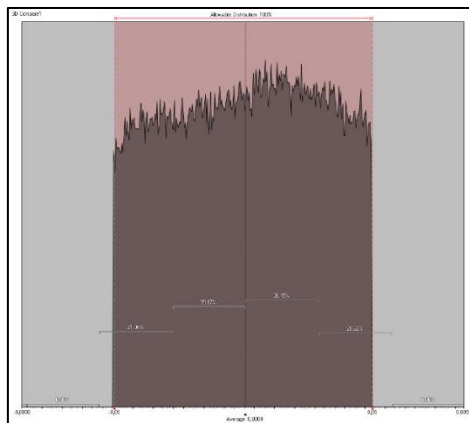
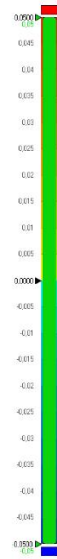
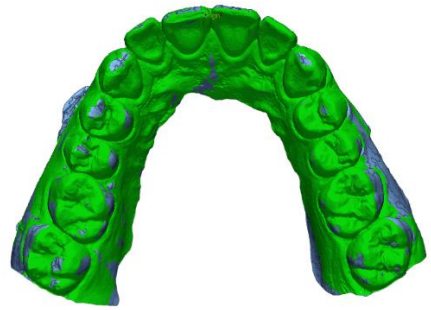
**1. IOSH VS PRINT SH**



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | 0,0007  |
| <b>RMS</b>            | 0,0284  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0284  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0245  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0245 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| <b>Name</b>             | <b>Min.</b>  | <b>Max.</b> | <b>Avg.</b>   | <b>RMS</b>    | <b>Std. Dev.</b> | <b>Var.</b>   | <b>+Avg.</b>  | <b>-Avg.</b>   |
|-------------------------|--------------|-------------|---------------|---------------|------------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>IOSH VS PRINT SH</b> | <b>-0,05</b> | <b>0,05</b> | <b>0,0007</b> | <b>0,0284</b> | <b>0,0284</b>    | <b>0,0008</b> | <b>0,0245</b> | <b>-0,0245</b> |

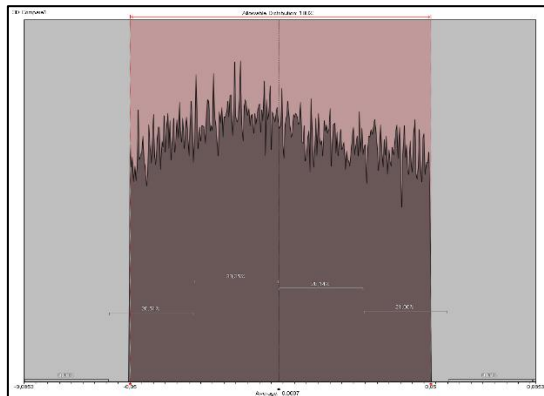
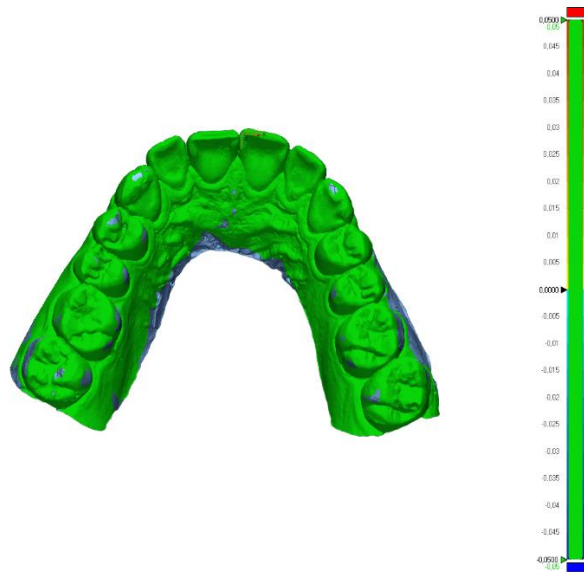
## 2. IOSM VS PRINT SM



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | 0,0009  |
| <b>RMS</b>            | 0,0283  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0283  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0245  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0244 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| Name                    | Min.         | Max.        | Avg.          | RMS           | Std. Dev.     | Var.          | +Avg.         | -Avg.          |
|-------------------------|--------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>IOSM VS PRINT SM</b> | <b>-0,05</b> | <b>0,05</b> | <b>0,0009</b> | <b>0,0283</b> | <b>0,0283</b> | <b>0,0008</b> | <b>0,0245</b> | <b>-0,0244</b> |

## 3. IOSL VS PRINT SL



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | -0,0007 |
| <b>RMS</b>            | 0,0282  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0282  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0244  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0242 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

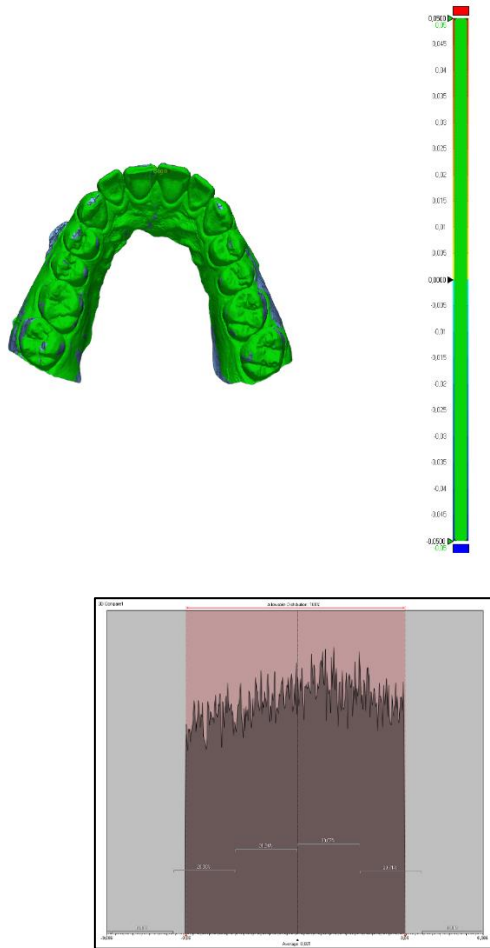
| Name                    | Min.  | Max. | Avg.    | RMS    | Std. Dev. | Var.   | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------------|-------|------|---------|--------|-----------|--------|--------|---------|
| <b>IOSL VS PRINT SL</b> | -0,05 | 0,05 | -0,0007 | 0,0282 | 0,0282    | 0,0008 | 0,0244 | -0,0242 |



## ESCANEADO INTRAORAL (IOS) VS MODELOS DE YESO IMPRESO ESCANEADO (PRINT S)

### SEGUNDA COMPARACIÓN

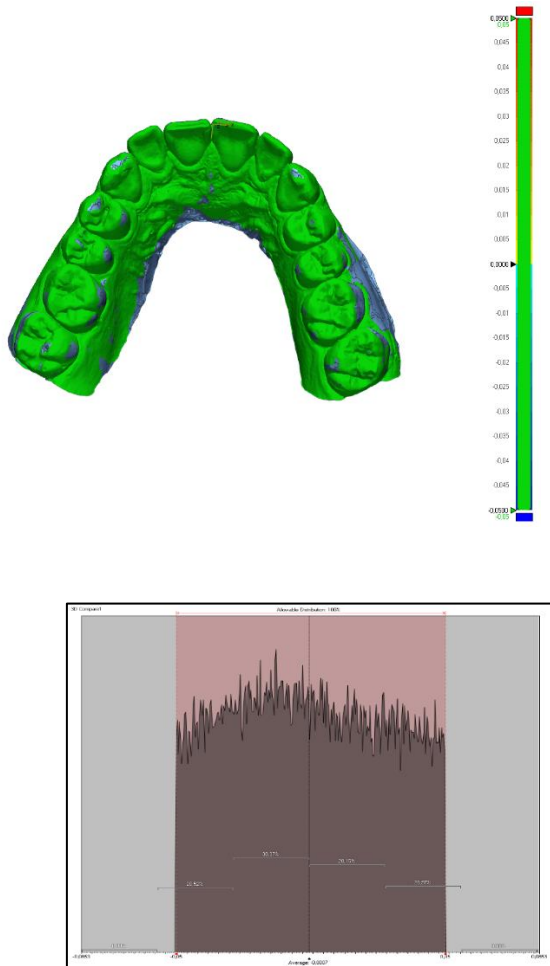
#### 1. IOSH VS PRINT SL



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | 0,001   |
| <b>RMS</b>            | 0,0284  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0283  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0246  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0243 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| Name                    | Min.         | Max.        | Avg.         | RMS           | Std. Dev.     | Var.          | +Avg.         | -Avg.          |
|-------------------------|--------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>IOSH VS PRINT SL</b> | <b>-0,05</b> | <b>0,05</b> | <b>0,001</b> | <b>0,0284</b> | <b>0,0283</b> | <b>0,0008</b> | <b>0,0246</b> | <b>-0,0243</b> |

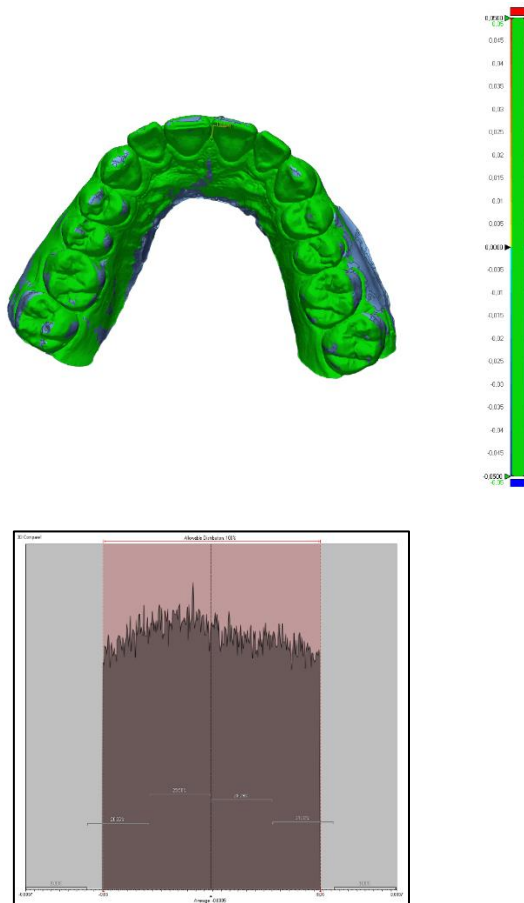
2. IOSL VS PRINT SH



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | -0,0007 |
| <b>RMS</b>            | 0,0282  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0282  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0244  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0242 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| Name                    | Min.         | Max.        | Avg.           | RMS           | Std. Dev.     | Var.          | +Avg.         | -Avg.          |
|-------------------------|--------------|-------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>IOSL VS PRINT SH</b> | <b>-0,05</b> | <b>0,05</b> | <b>-0,0007</b> | <b>0,0282</b> | <b>0,0282</b> | <b>0,0008</b> | <b>0,0244</b> | <b>-0,0242</b> |

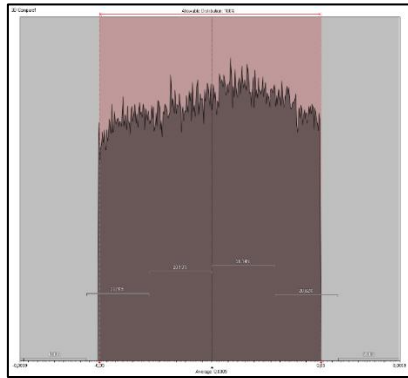
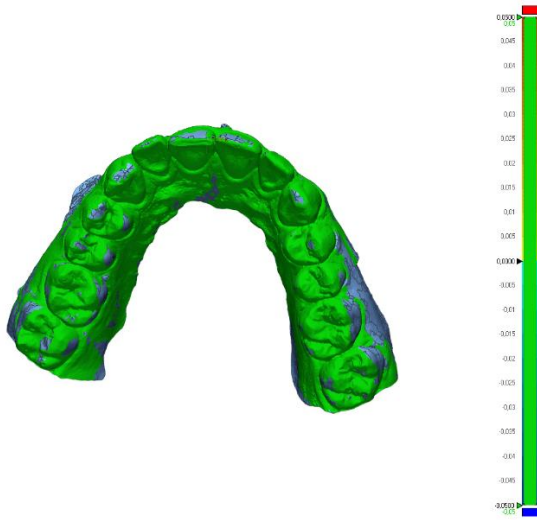
## 3. IOSM VS PRINT SH



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | -0,0005 |
| <b>RMS</b>            | 0,0284  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0284  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0246  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0245 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| Name                    | Min.         | Max.        | Avg.           | RMS           | Std. Dev.     | Var.          | +Avg.         | -Avg.          |
|-------------------------|--------------|-------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>IOSM VS PRINT SH</b> | <b>-0,05</b> | <b>0,05</b> | <b>-0,0005</b> | <b>0,0284</b> | <b>0,0284</b> | <b>0,0008</b> | <b>0,0246</b> | <b>-0,0245</b> |

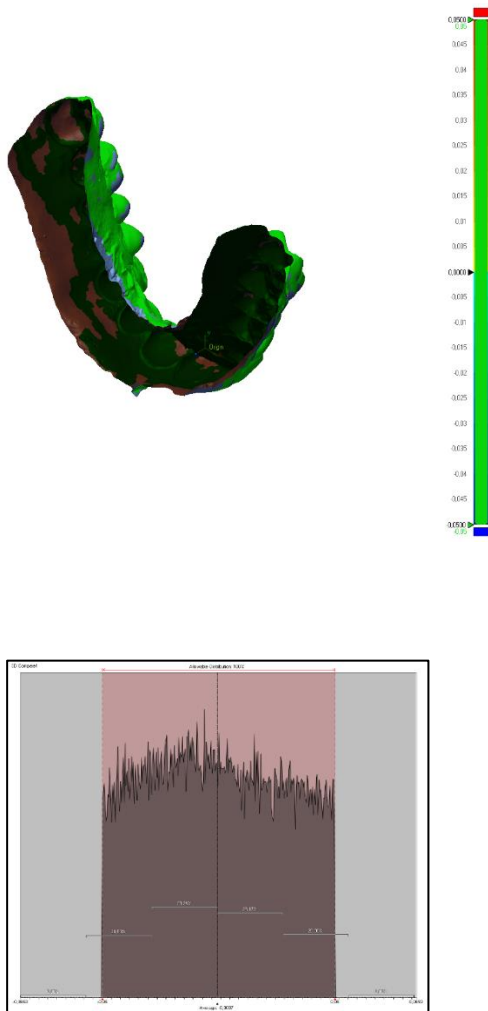
4. IOSH VS PRINT SM



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | 0,0009  |
| <b>RMS</b>            | 0,0283  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0283  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0245  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0244 |
| <b>In Tol.(%)</b>     | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| Name                    | Min.         | Max.        | Avg.          | RMS           | Std. Dev.     | Var.          | +Avg.         | -Avg.          |
|-------------------------|--------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>IOSH VS PRINT SM</b> | <b>-0,05</b> | <b>0,05</b> | <b>0,0009</b> | <b>0,0283</b> | <b>0,0283</b> | <b>0,0008</b> | <b>0,0245</b> | <b>-0,0244</b> |

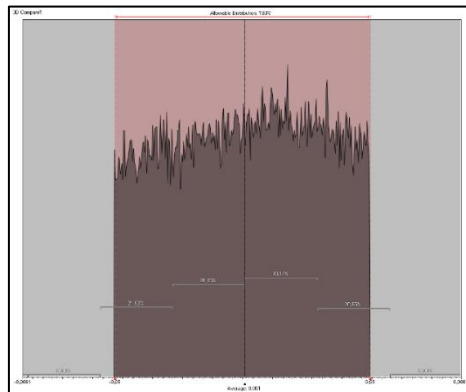
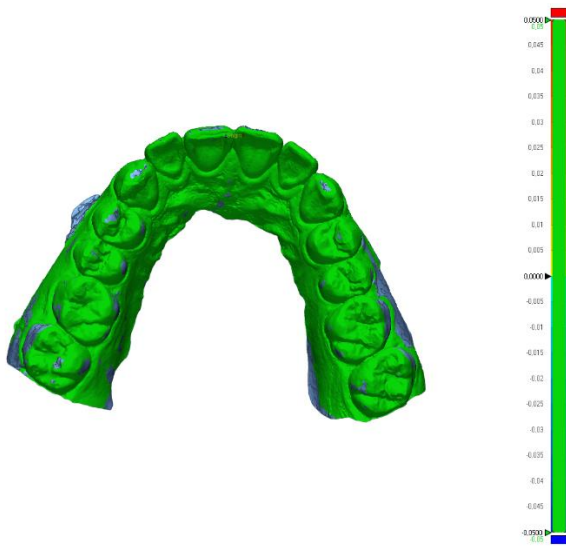
## 5. IOSL VS PRINT SM



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | -0,0007 |
| <b>RMS</b>            | 0,0282  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0282  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0244  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0242 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| Name                    | Min.         | Max.        | Avg.           | RMS           | Std. Dev.     | Var.          | +Avg.         | -Avg.          |
|-------------------------|--------------|-------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>IOSL VS PRINT SM</b> | <b>-0,05</b> | <b>0,05</b> | <b>-0,0007</b> | <b>0,0282</b> | <b>0,0282</b> | <b>0,0008</b> | <b>0,0244</b> | <b>-0,0242</b> |

6. IOSM VS PRINT SL



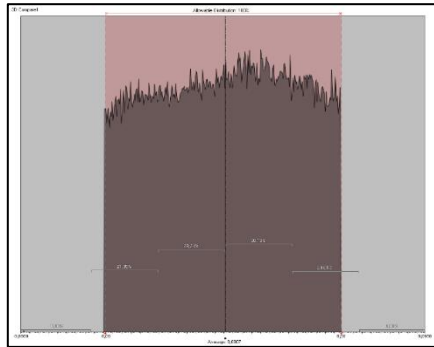
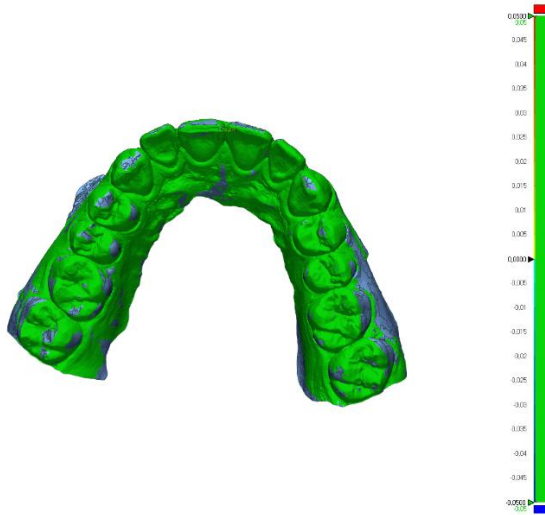
|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | 0,001   |
| <b>RMS</b>            | 0,0284  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0284  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0246  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0244 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| Name                    | Min.         | Max.        | Avg.         | RMS           | Std. Dev.     | Var.          | +Avg.         | -Avg.          |
|-------------------------|--------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>IOSM VS PRINT SL</b> | <b>-0,05</b> | <b>0,05</b> | <b>0,001</b> | <b>0,0284</b> | <b>0,0284</b> | <b>0,0008</b> | <b>0,0246</b> | <b>-0,0244</b> |

**COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS**  
**CUARTO GRUPO**  
**PRINT ESCANEAO INTRAORAL VS PRINT MODELOS DE YESO**

**PRIMERA COMPARACIÓN:**

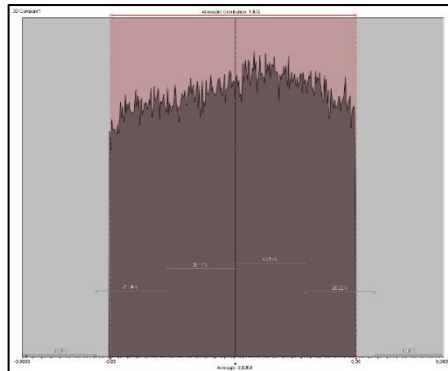
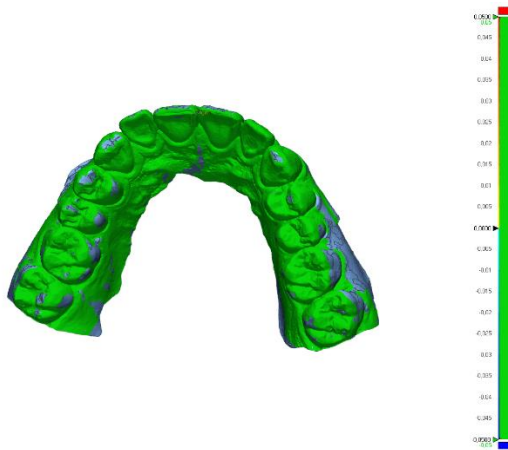
**1. PRINT IOSH VS PRINT SH**



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | 0,0007  |
| <b>RMS</b>            | 0,0284  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0284  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0245  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0245 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| <b>Name</b>                   | <b>Min.</b>  | <b>Max.</b> | <b>Avg.</b>   | <b>RMS</b>    | <b>Std. Dev.</b> | <b>Var.</b>   | <b>+Avg.</b>  | <b>-Avg.</b>   |
|-------------------------------|--------------|-------------|---------------|---------------|------------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>PRINT IOSH VS PRINT SH</b> | <b>-0,05</b> | <b>0,05</b> | <b>0,0007</b> | <b>0,0284</b> | <b>0,0284</b>    | <b>0,0008</b> | <b>0,0245</b> | <b>-0,0245</b> |

## 2. PRINT IOSM VS PRINT SM

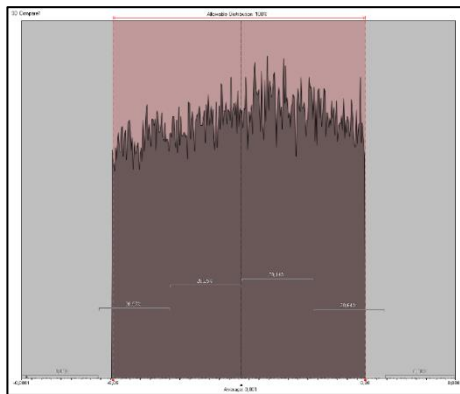
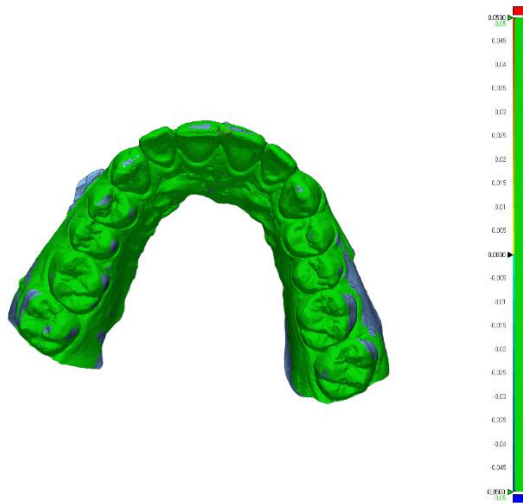


|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | 0,0009  |
| <b>RMS</b>            | 0,0283  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0283  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0245  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0244 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| <b>Name</b>                   | <b>Min.</b>  | <b>Max.</b> | <b>Avg.</b>   | <b>RMS</b>    | <b>Std. Dev.</b> | <b>Var.</b>   | <b>+Avg.</b>  | <b>-Avg.</b>   |
|-------------------------------|--------------|-------------|---------------|---------------|------------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>PRINT IOSM VS PRINT SM</b> | <b>-0,05</b> | <b>0,05</b> | <b>0,0009</b> | <b>0,0283</b> | <b>0,0283</b>    | <b>0,0008</b> | <b>0,0245</b> | <b>-0,0244</b> |



## 3. PRINT IOSL VS PRIN SL



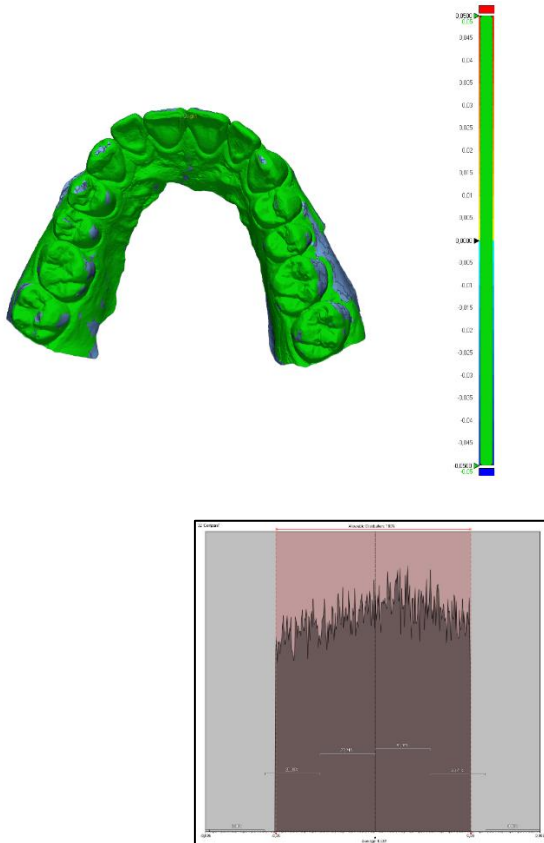
|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | 0,001   |
| <b>RMS</b>            | 0,0284  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0284  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0246  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0243 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| <b>Name</b>                   | <b>Min.</b>  | <b>Max.</b> | <b>Avg.</b>  | <b>RMS</b>    | <b>Std. Dev.</b> | <b>Var.</b>   | <b>+Avg.</b>  | <b>-Avg.</b>   |
|-------------------------------|--------------|-------------|--------------|---------------|------------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>PRINT IOSL VS PRINT SL</b> | <b>-0,05</b> | <b>0,05</b> | <b>0,001</b> | <b>0,0284</b> | <b>0,0284</b>    | <b>0,0008</b> | <b>0,0246</b> | <b>-0,0243</b> |

## PRINT ESCANEADO INTRAORAL VS PRINT MODELOS DE YESO

### SEGUNDA COMPARACIÓN

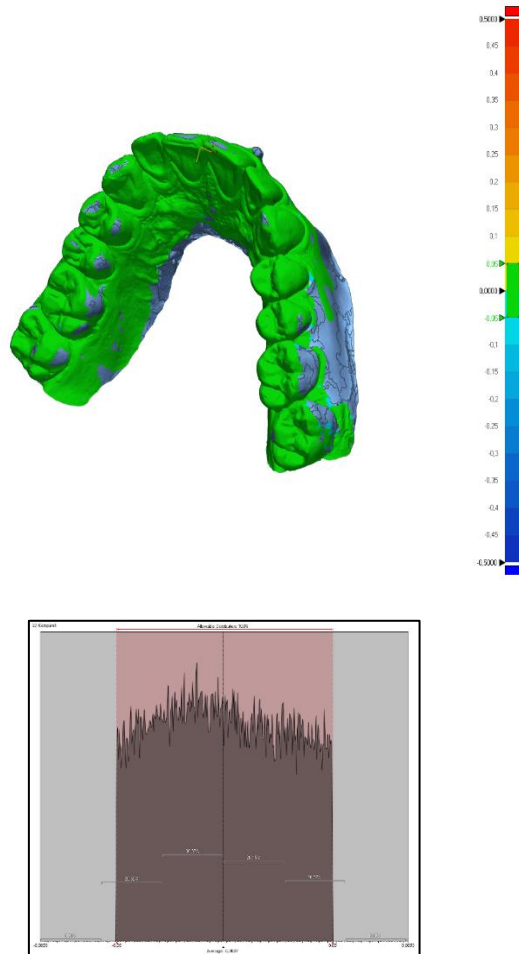
#### 1. PRINT IOSH VS PRINT SL



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | 0,001   |
| <b>RMS</b>            | 0,0284  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0283  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0246  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0243 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| Name                                  | Min.         | Max.        | Avg.         | RMS           | Std. Dev.     | Var.          | +Avg.         | -Avg.          |
|---------------------------------------|--------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>PRINT IOSH<br/>VS PRINT<br/>SL</b> | <b>-0,05</b> | <b>0,05</b> | <b>0,001</b> | <b>0,0284</b> | <b>0,0283</b> | <b>0,0008</b> | <b>0,0246</b> | <b>-0,0243</b> |

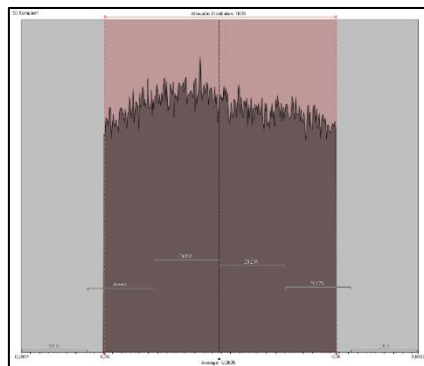
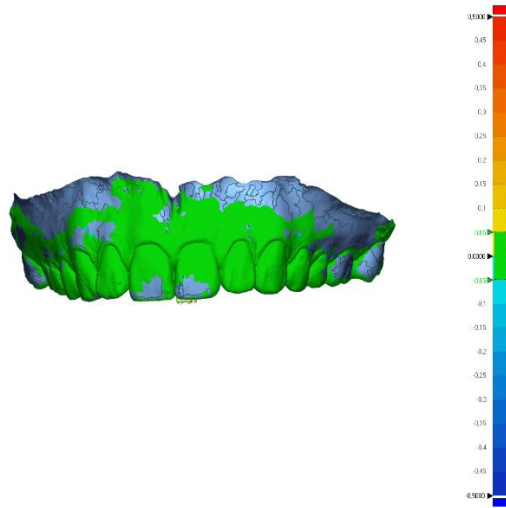
## 2. PRINT IOSL VS PRINT SH



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | -0,0007 |
| <b>RMS</b>            | 0,0282  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0282  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0244  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0242 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| Name                          | Min.  | Max. | Avg.    | RMS    | Std. Dev. | Var.   | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------------------|-------|------|---------|--------|-----------|--------|--------|---------|
| <b>PRINT IOSL VS PRINT SH</b> | -0,05 | 0,05 | -0,0007 | 0,0282 | 0,0282    | 0,0008 | 0,0244 | -0,0242 |

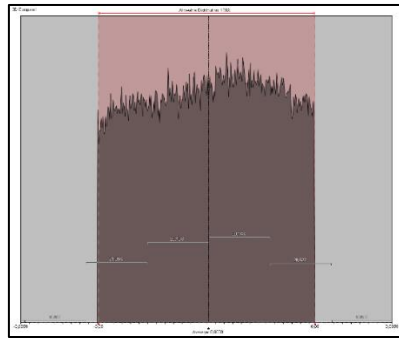
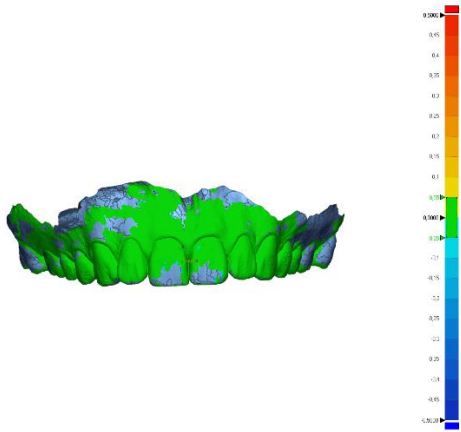
3. PRINT IOSM VS PRINT SH



|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | -0,0005 |
| <b>RMS</b>            | 0,0284  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0284  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0246  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0245 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| Name                          | Min.         | Max.        | Avg.           | RMS           | Std. Dev.     | Var.          | +Avg.         | -Avg.          |
|-------------------------------|--------------|-------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>PRINT IOSM VS PRINT SH</b> | <b>-0,05</b> | <b>0,05</b> | <b>-0,0005</b> | <b>0,0284</b> | <b>0,0284</b> | <b>0,0008</b> | <b>0,0246</b> | <b>-0,0245</b> |

## 4. PRINT IOSH VS PRINT SM

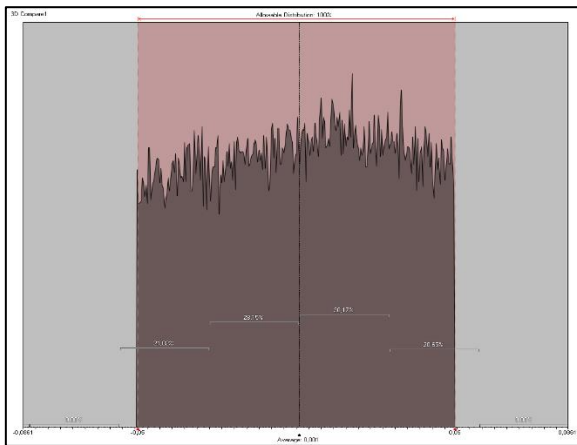
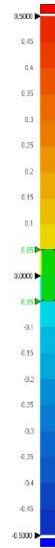
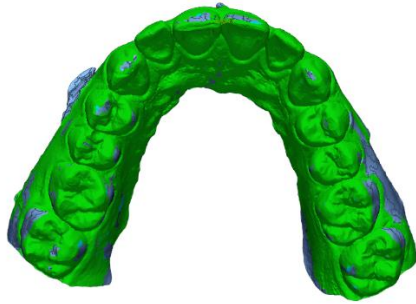


|                       |         |
|-----------------------|---------|
| <b>Min.</b>           | -0,05   |
| <b>Max.</b>           | 0,05    |
| <b>Avg.</b>           | 0,0009  |
| <b>RMS</b>            | 0,0283  |
| <b>Std. Dev.</b>      | 0,0283  |
| <b>Var.</b>           | 0,0008  |
| <b>+Avg.</b>          | 0,0245  |
| <b>-Avg.</b>          | -0,0244 |
| <b>In Tol. (%)</b>    | 100     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | 0       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | 0       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | 0       |

| Name                          | Min.  | Max. | Avg.   | RMS    | Std. Dev. | Var.   | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------------------|-------|------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|
| <b>PRINT IOSH VS PRINT SM</b> | -0,05 | 0,05 | 0,0009 | 0,0283 | 0,0283    | 0,0008 | 0,0245 | -0,0244 |



**6. PRINT IOSM VS PRINT SL**



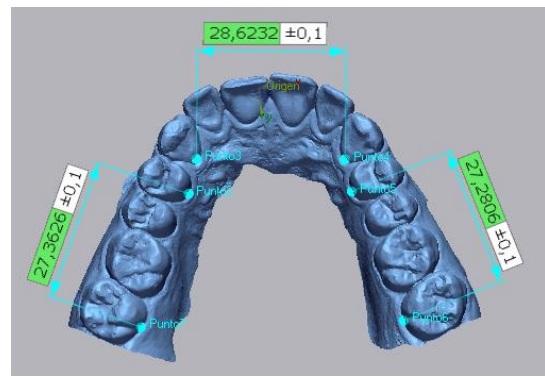
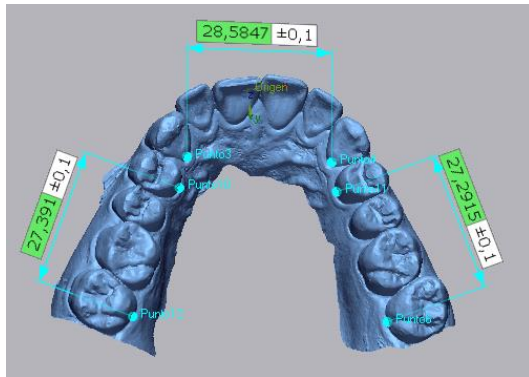
|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| <b>Min.</b>           | <b>-0,05</b>   |
| <b>Max.</b>           | <b>0,05</b>    |
| <b>Avg.</b>           | <b>0,001</b>   |
| <b>RMS</b>            | <b>0,0284</b>  |
| <b>Std. Dev.</b>      | <b>0,0284</b>  |
| <b>Var.</b>           | <b>0,0008</b>  |
| <b>+Avg.</b>          | <b>0,0246</b>  |
| <b>-Avg.</b>          | <b>-0,0244</b> |
| <b>In Tol. (%)</b>    | <b>100</b>     |
| <b>Out Tol. (%)</b>   | <b>0</b>       |
| <b>Over Tol. (%)</b>  | <b>0</b>       |
| <b>Under Tol. (%)</b> | <b>0</b>       |

| Name                          | Min.  | Max. | Avg.  | RMS    | Std. Dev. | Var.   | +Avg.  | -Avg.   |
|-------------------------------|-------|------|-------|--------|-----------|--------|--------|---------|
| <b>PRINT IOSM VS PRINT SL</b> | -0,05 | 0,05 | 0,001 | 0,0284 | 0,0284    | 0,0008 | 0,0246 | -0,0244 |

ANEXO B: II. RESULTADOS: DIFERENCIAS EN (MM) DE HEMIARCADA 1, 2, 3, ARCO COMPLETO EN MALLAS DIGITALES. GEOMAGIC CONTROL X

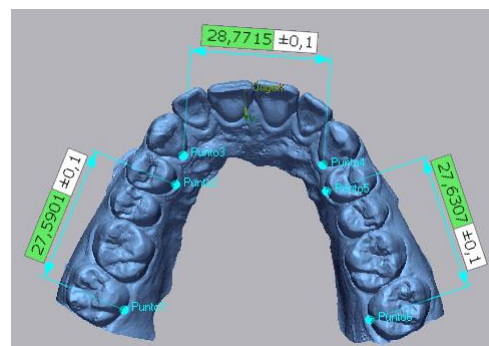
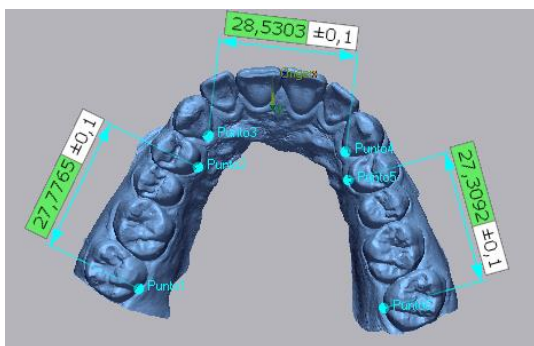
IOS VS PRINT IOS

1) IOSH VS PRINT IOSH



| TIPO DE ESCANEADO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF       | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| IOSH              | 27.391 mm  | 0.0284 mm | 28.5847 mm | 0.0385 mm | 27.2915 mm | 0.0109 mm | 83.2672 mm    | 0.0008 mm |
| PRINT IOSH        | 27.3626 mm |           | 28.6232 mm |           | 27.2806 mm |           | 83.2664 mm    |           |

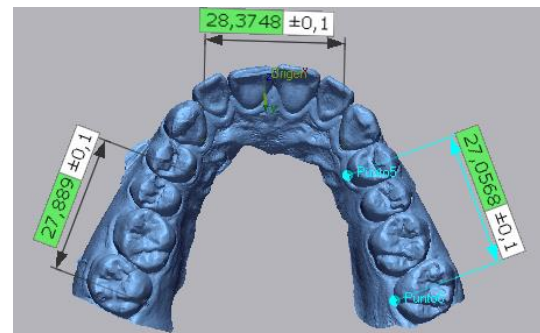
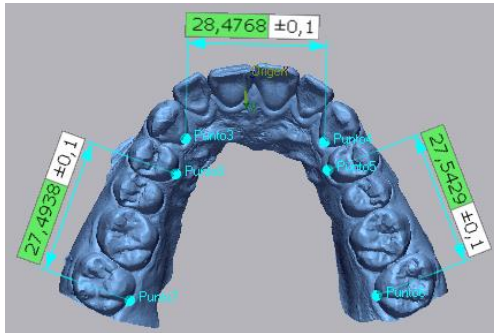
2) IOSM VS PRINT IOSM



| TIPO DE ESCANEADO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF       | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| IOSM              | 27.7765 mm | 0.1864 mm | 28.5303 mm | 0.2412 mm | 27.3092 mm | 0.3215 mm | 83.616 mm     | 0.3763 mm |
| PRINT IOSM        | 27.5901 mm |           | 28.7715 mm |           | 27.6307 mm |           | 83.9923 mm    |           |



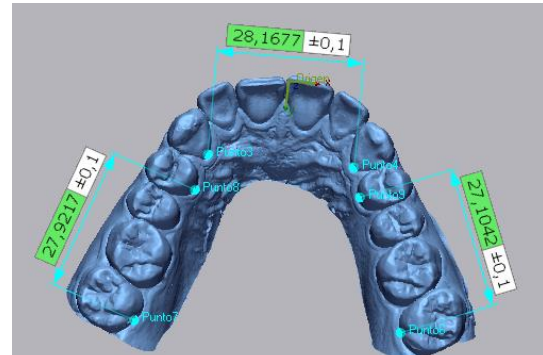
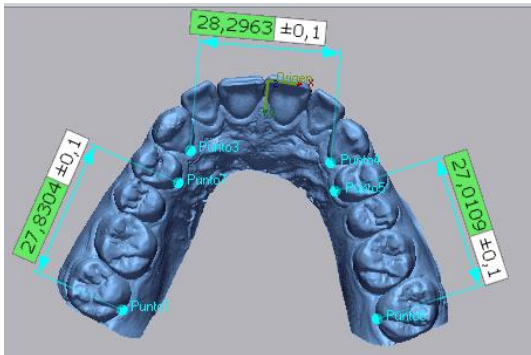
## 3) IOSL VS PRINT IOSL



| TIPO DE ESCANEADO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF      | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-------------------|------------|-----------|------------|----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| IOSL              | 27.4938 mm | 0.3952 mm | 28.4768 mm | 0.102 mm | 27.5429 mm | 0.4861 mm | 83.5135 mm    | 0.1929 mm |
| PRINT IOSL        | 27.889 mm  |           | 28.3748 mm |          | 27.0568 mm |           | 83.3206 mm    |           |

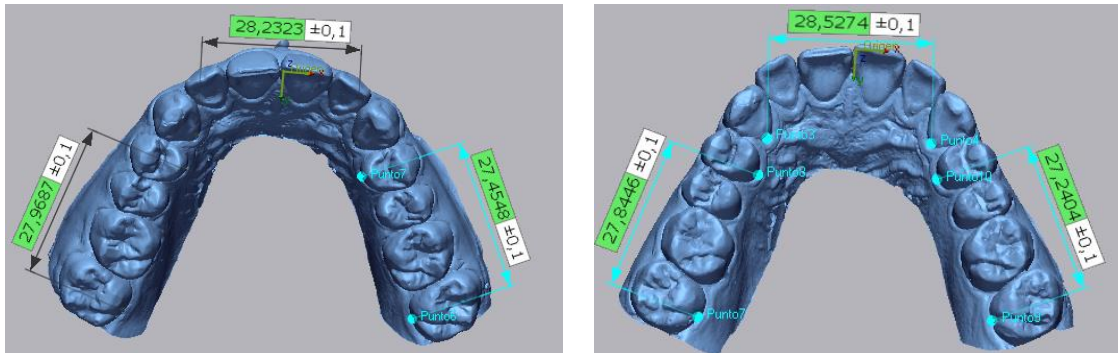
## S VS PRINT S

## 1) SH VS PRINT SH



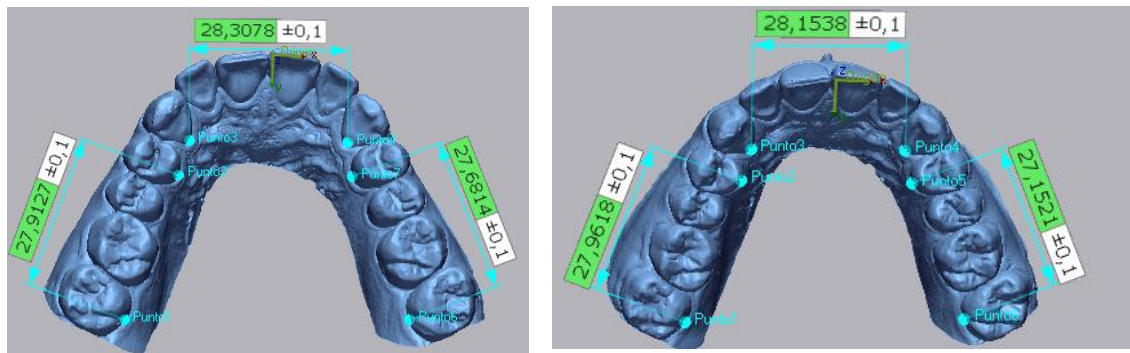
| TIPO DE ESCANEADO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF       | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF      |
|-------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|---------------|----------|
| SH                | 27.8304 mm | 0.0913 mm | 28.2963 mm | 0.1286 mm | 27.0109 mm | 0.0933 mm | 83.1376 mm    | 0.056 mm |
| PRINT SH          | 27.9217 mm |           | 28.1677 mm |           | 27.1042 mm |           | 83.1936 mm    |          |

2) SM VS PRINTSM



| TIPO DE ESCANEO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF       | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| SM              | 27.9687 mm | 0.1241 mm | 28.2323 mm | 0.2951 mm | 27.4548 mm | 0.2144 mm | 83.6558 mm    | 0.0434 mm |
| PRINT SM        | 27.8446 mm |           | 28.5274 mm |           | 27.2404 mm |           | 83.6124 mm    |           |

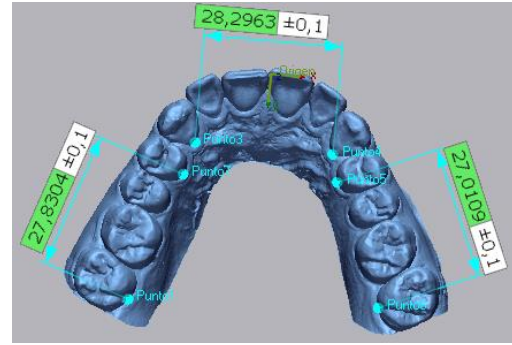
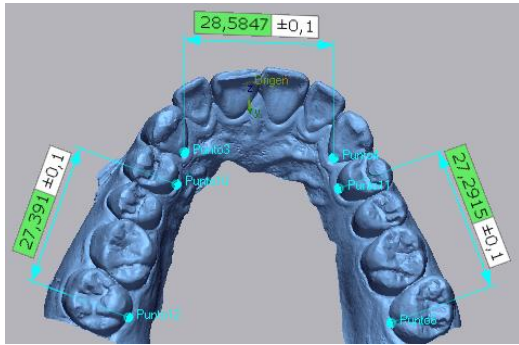
3) SL VS PRINT SL



| TIPO DE ESCANEO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF      | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-----------------|------------|-----------|------------|----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| SL              | 27.9127 mm | 0.0491 mm | 28.3078 mm | 0.154 mm | 27.6814 mm | 0.5293 mm | 83.9019 mm    | 0.6342 mm |
| PRINT SL        | 27.9618 mm |           | 28.1538 mm |          | 27.1521 mm |           | 83.2677 mm    |           |

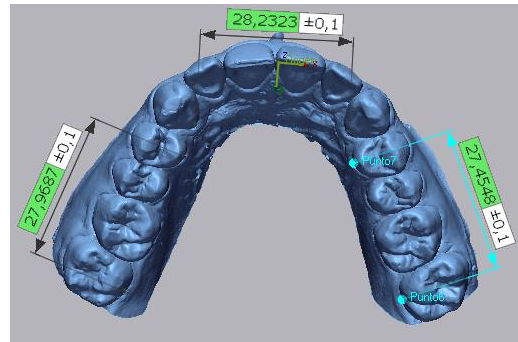
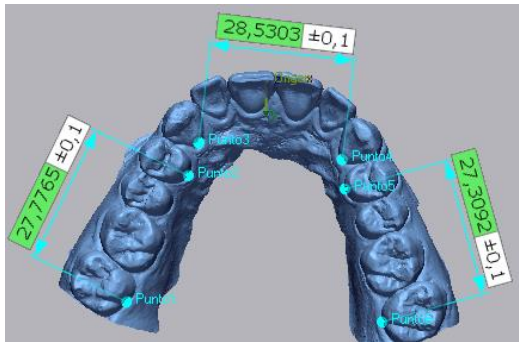
IOS VS S

1) IOSH VS SH



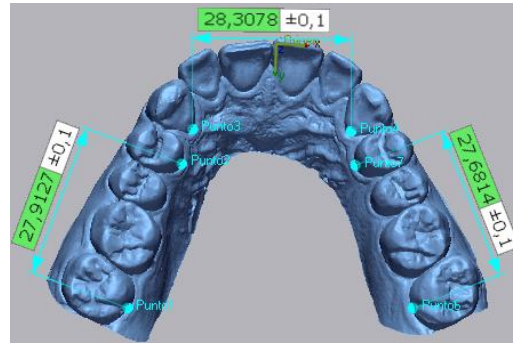
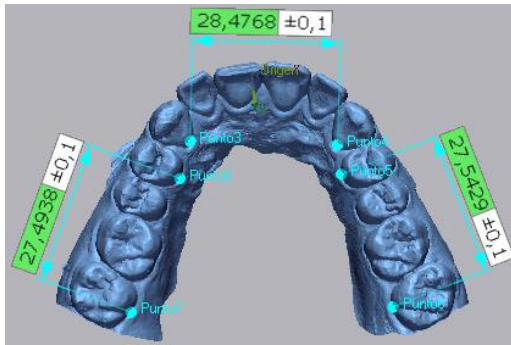
| TIPO DE ESCANEO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF       | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| IOSH            | 27.391 mm  | 0.4394 mm | 28.5847 mm | 0.2884 mm | 27.2915 mm | 0.2806 mm | 83.2672 mm    | 0.1296 mm |
| SH              | 27.8304 mm |           | 28.2963 mm |           | 27.0109 mm |           | 83.1376 mm    |           |

2) IOSM VS SM



| TIPO DE ESCANEO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF      | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-----------------|------------|-----------|------------|----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| IOSM            | 27.7765 mm | 0.1922 mm | 28.5303 mm | 0.298 mm | 27.3092 mm | 0.1456 mm | 83.616 mm     | 0.0398 mm |
| SM              | 27.9687 mm |           | 28.2323 mm |          | 27.4548 mm |           | 83.6558 mm    |           |

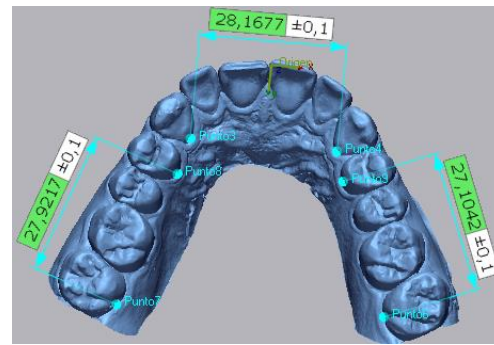
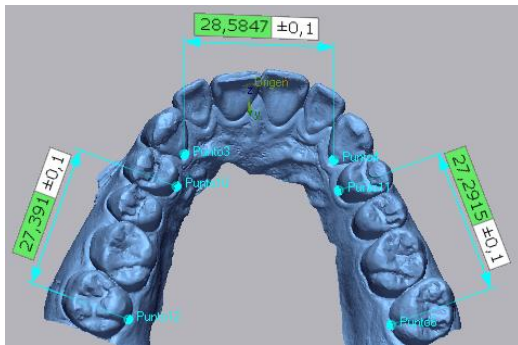
3) IOSL VS SL



IOS VS PRINT S

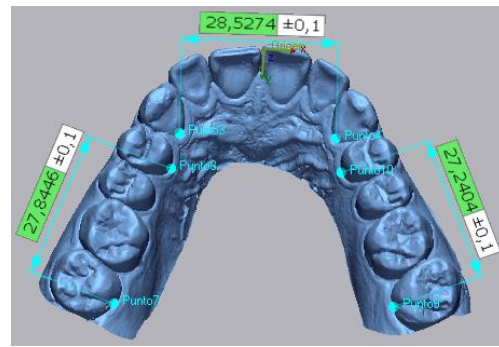
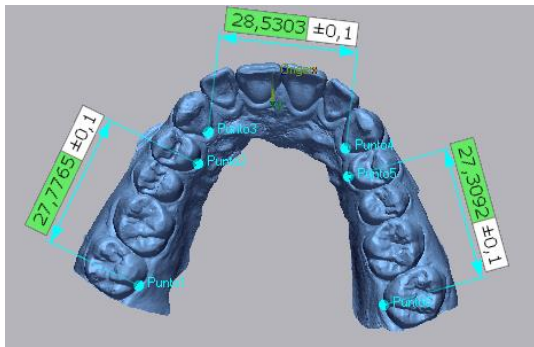
| TIPO DE ESCANEAO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF      | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|------------------|------------|-----------|------------|----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| IOSL             | 27.4938 mm | 0.4189 mm | 28.4768 mm | 0.169 mm | 27.5429 mm | 0.1385 mm | 83.5135 mm    | 0.3884 mm |
| SL               | 27.9127 mm |           | 28.3078 mm |          | 27.6814 mm |           | 83.9019 mm    |           |

1) IOSH VS PRINT SH



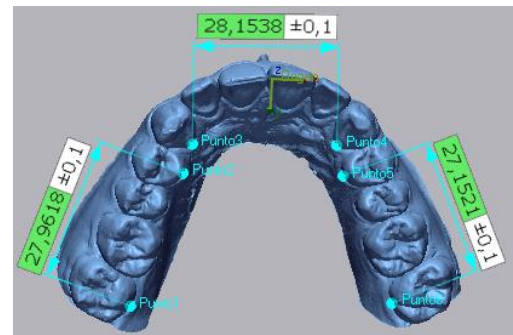
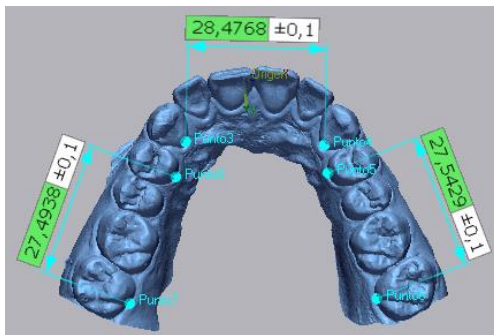
| TIPO DE ESCANEAO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF      | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|------------------|------------|-----------|------------|----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| IOSH             | 27.391 mm  | 0.5307 mm | 28.5847 mm | 0.417 mm | 27.2915 mm | 0.1873 mm | 83.2672 mm    | 0.0736 mm |
| PRINT SH         | 27.9217 mm |           | 28.1677 mm |          | 27.1042 mm |           | 83.1936 mm    |           |

2) IOSM VS PRINT SM



| TIPO DE ESCaneo | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF       | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| IOSM            | 27.7765 mm | 0.0681 mm | 28.5303 mm | 0.0029 mm | 27.3092 mm | 0.0688 mm | 83.616 mm     | 0.0036 mm |
| PRINT SM        | 27.8446 mm |           | 28.5274 mm |           | 27.2404 mm |           | 83.6124 mm    |           |

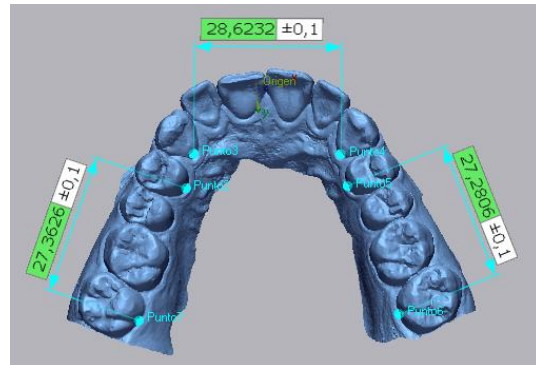
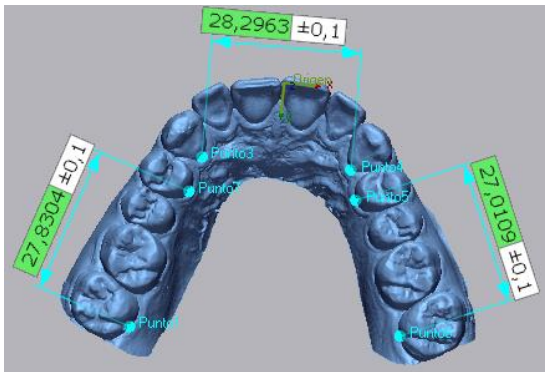
3) IOSL VS PRINT SL



| TIPO DE ESCaneo | REF 17-14  | DIF      | REF 13-23  | DIF      | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-----------------|------------|----------|------------|----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| IOSL            | 27.4938 mm | 0.468 mm | 28.4768 mm | 0.323 mm | 27.5429 mm | 0.3908 mm | 83.5135 mm    | 0.2458 mm |
| PRINT SL        | 27.9618 mm |          | 28.1538 mm |          | 27.1521 mm |           | 83.2677 mm    |           |

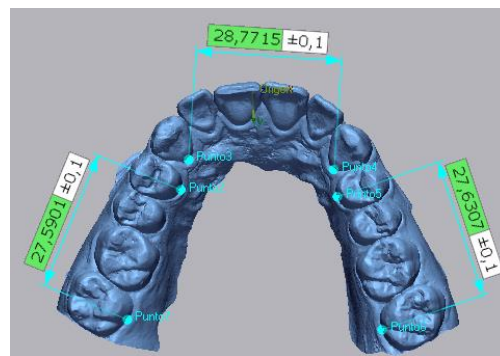
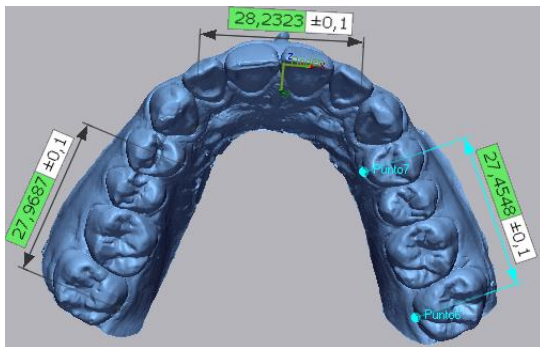
S VS PRINT IOS

1) SH VS PRINT IOSH



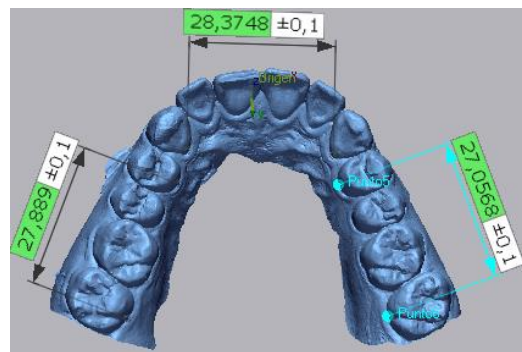
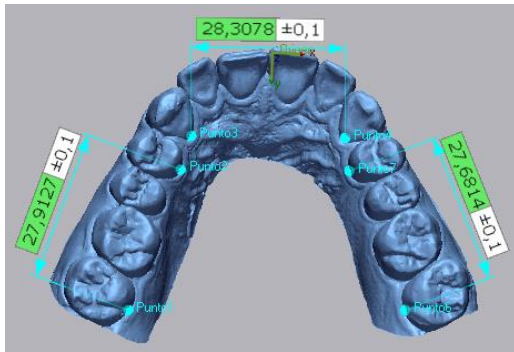
| TIPO DE ESCANEO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF       | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| SH              | 27.8304 mm | 0.4678 mm | 28.2963 mm | 0.3269 mm | 27.0109 mm | 0.2697 mm | 83.1376 mm    | 0.1288 mm |
| PRINT IOSH      | 27.3626 mm |           | 28.6232 mm |           | 27.2806 mm |           | 83.2664 mm    |           |

2) SM VS PRINT IOSM



| TIPO DE ESCANEO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF       | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| SM              | 27.9687 mm | 0.3786 mm | 28.2323 mm | 0.5392 mm | 27.4548 mm | 0.1759 mm | 83.6558 mm    | 0.3365 mm |
| PRINT IOSM      | 27.5901 mm |           | 28.7715 mm |           | 27.6307 mm |           | 83.9923 mm    |           |

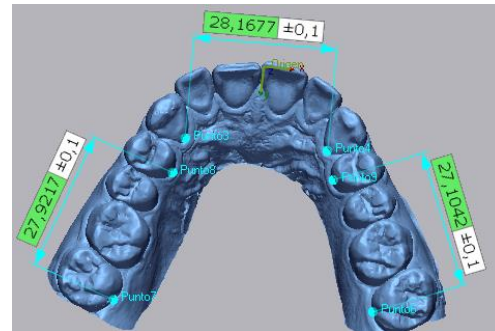
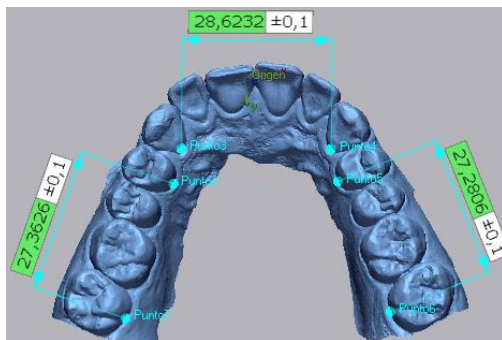
3) SL VS PRINT IOSL



| TIPO DE ESCANEO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF      | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-----------------|------------|-----------|------------|----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| SL              | 27.9127 mm | 0.0237 mm | 28.3078 mm | 0.067 mm | 27.6814 mm | 0.6246 mm | 83.9019 mm    | 0.5813 mm |
| PRINT IOSL      | 27.889 mm  |           | 28.3748 mm |          | 27.0568 mm |           | 83.3206 mm    |           |

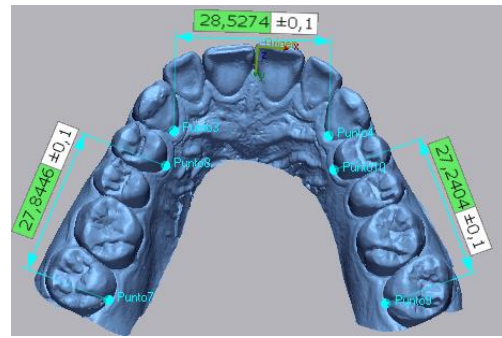
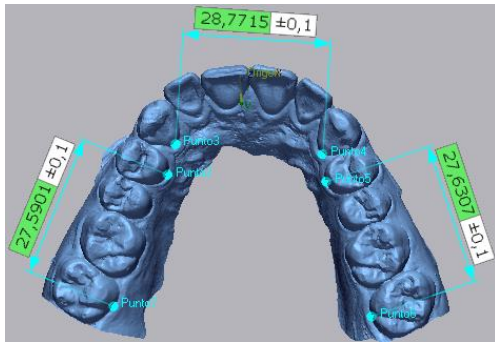
PRINT IOS VS PRINT S

1) PRINT IOSH VS PRINT SH



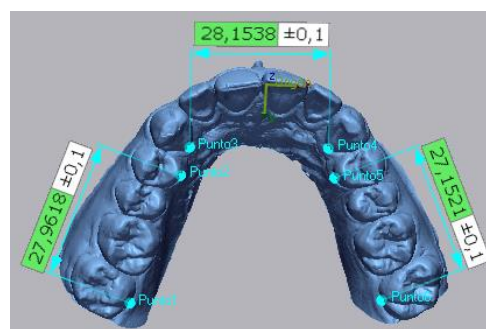
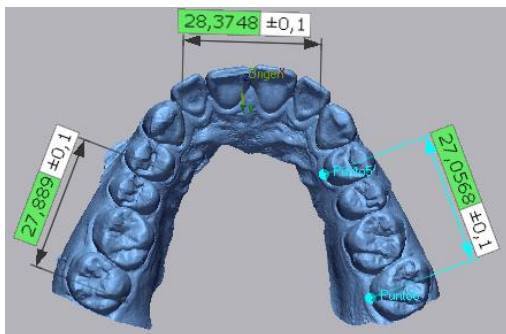
| TIPO DE ESCANEO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF       | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| PRINT IOSH      | 27.3626 mm | 0.5591 mm | 28.6232 mm | 0.4555 mm | 27.2806 mm | 0.1764 mm | 83.2664 mm    | 0.0728 mm |
| PRINT SH        | 27.9217 mm |           | 28.1677 mm |           | 27.1042 mm |           | 83.1936 mm    |           |

2) PRINT IOSM VS PRINT SM



| TIPO DE ESCANEO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF       | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| PRINT IOSM      | 27.5901 mm | 0.2545 mm | 28.7715 mm | 0.2441 mm | 27.6307 mm | 0.3903 mm | 83.9923 mm    | 0.3799 mm |
| PRINT SM        | 27.8446 mm |           | 28.5274 mm |           | 27.2404 mm |           | 83.6124       |           |

3) PRINT IOSL VS PRINT SL



| TIPO DE ESCANEO | REF 17-14  | DIF       | REF 13-23  | DIF      | REF 24-27  | DIF       | ARCO COMPLETO | DIF       |
|-----------------|------------|-----------|------------|----------|------------|-----------|---------------|-----------|
| PRINT IOSL      | 27.889 mm  | 0.0728 mm | 28.3748 mm | 0.221 mm | 27.0568 mm | 0.0953 mm | 83.3206 mm    | 0.0529 mm |
| PRINT SL        | 27.9618 mm |           | 28.1538 mm |          | 27.1521 mm |           | 83.2677 mm    |           |