

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Departamento de Estomatología I (Prótesis Bucofacial)



TESIS DOCTORAL

Estudio experimental in vitro sobre la exactitud de las cofias obtenidas
mediante procedimientos convencionales y Cad/Cam

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Juan Carlos Lillo Rodríguez

Director

Jaime del Río Highsmith

Madrid, 2018

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Departamento de Estomatología I

(Prótesis Bucofacial)



**ESTUDIO EXPERIMENTAL IN VITRO SOBRE LA
EXACTITUD DE LAS COFIAS OBTENIDAS MEDIANTE
PROCEDIMIENTOS CONVENCIONALES Y CAD/CAM**

**MEMORIA PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE
DOCTOR POR**

Juan Carlos Lillo Rodríguez

Bajo la dirección del Doctor:

Jaime del Río Highsmith

Madrid, 2017

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Departamento de Estomatología I

(Prótesis Bucofacial)



**ESTUDIO EXPERIMENTAL IN VITRO SOBRE LA
EXACTITUD DE LAS COFIAS OBTENIDAS MEDIANTE
PROCEDIMIENTOS CONVENCIONALES Y CAD/CAM**

**MEMORIA PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE
DOCTOR POR**

Juan Carlos Lillo Rodríguez

Bajo la dirección del Doctor:

Jaime del Río Highsmith

Madrid, 2017



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Departamento de Estomatología I

(Prótesis Bucofacial)

**ESTUDIO EXPERIMENTAL IN VITRO SOBRE LA
EXACTITUD DE LAS COFIAS OBTENIDAS
MEDIANTE PROCEDIMIENTOS
CONVENCIONALES Y CAD/CAM**

TESIS DOCTORAL

JUAN CARLOS LILLO RODRÍGUEZ

2017

**ESTUDIO EXPERIMENTAL IN VITRO SOBRE LA
EXACTITUD DE LAS COFIAS OBTENIDAS
MEDIANTE PROCEDIMIENTOS
CONVENCIONALES Y CAD/CAM**

Memoria del trabajo de investigación para optar al grado de
doctor por la Universidad Complutense de Madrid presentada por:

JUAN CARLOS LILLO RODRÍGUEZ

Director:

Prof. Dr. Don Jaime del Río Highsmith
Catedrático de prótesis bucofacial

Departamento de Estomatología I
Facultad de Odontología
Universidad Complutense de Madrid

A mis padres, *José* y *Amparo*, por inculcarme la cultura del esfuerzo, sus valores y darme el amor que me ha convertido en la persona que soy.

A mis hermanos, *José Javier* y *Jonathan*, con los que he disfrutado tanto y nunca faltan a mi lado.

A *Marta*, mis sobrinas *Julia* y *Adriana*, y el resto de mi familia.

Y, como no, a *Paula*. Por ser pieza angular. Por haberme dado los dos tesoros que tenemos por hijos, *Rodrigo* y *Martín*. Por los ánimos y por haberme cubierto durante todo este tiempo cuando no he podido estar disponible para vosotros.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación ha sido posible gracias al esfuerzo y colaboración de muchas personas.

En primer lugar, quería agradecer de manera muy especial a mi tutor, el profesor Jaime del Río Highsmith, la confianza mostrada en mí desde el primer día. No solo en el esfuerzo, trabajo y dedicación que ha supuesto esta tesis sino en todo el camino recorrido desde mi época de estudiante.

Gracias a él me he formado como profesional, pero también me ha ayudado a formarme como persona. Y he tenido su orientación y su ayuda desinteresada siempre que la he podido necesitar.

Al doctor D. Alberto Cervera Sabater, por poner a mi disposición todo su conocimiento, las instalaciones de su empresa Euroortodoncia S. L. y al propio personal del departamento de metrología y control de calidad, en especial a D. Ignacio García Blas.

A Rafael Acevedo del laboratorio Prótesis S. A. que ha contribuido en la fabricación de las cofias de este estudio.

También estoy agradecido a todos los profesores que han formado parte de esta universidad y de los que, durante el camino de la licenciatura, he ido recibiendo conocimientos que me hacen disfrutar tanto de esta profesión.

A los profesores del Departamento de Prótesis de esta universidad y de la Universidad Rey Juan Carlos, de los que ahora soy o de los que fui compañero y con los que se comparten tantos momentos y experiencias.

A Lorenzo del Río, por sus consejos y su humor permanente que siempre son tan bien recibidos.

A mis amigos, a mis compañeros y amigos de licenciatura, del máster de implanto-prótesis y de ciencias odontológicas.

Gracias a todos ellos porque también han sido artífices de la consecución de este trabajo de investigación.

“Las dificultades preparan a menudo a una persona normal
para un destino extraordinario”

C.S. Lewis

ÍNDICE

Contenidos

1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	7
3. INTRODUCCIÓN	13
3.1. ¿Qué es el CAD/CAM?	16
3.2. De la impresión manual a la impresión digital	18
3.3. Tipos de sistemas CAD	20
3.3.1. Escáner intraoral	21
3.3.1.1. Directo	21
3.3.1.2. Indirecto	24
3.3.2. Escáner extraoral	27
3.3.2.1. Ópticos	27
3.3.2.1.1. Luz estructurada	27
3.3.2.1.2. Láser	30
3.3.2.2. Mecánico/táctil	33
3.3.3. Fotogrametría	35
3.4. Tipos de sistemas CAM	39
3.4.1. Adición	40
3.4.1.1. Extrusión: modelado por deposición fundida (FDM)	41
3.4.1.2. Hilado: Fabricación por haz de electrones (EBF)	43
3.4.1.3. Granulado	44
3.4.1.3.1. Sinterizado directo de metal por láser (DMLS)	44
3.4.1.3.2. Fusión por haz de electrones (EBM)	47
3.4.1.3.3. Sinterizado selectivo por calor (SHS)	49
3.4.1.3.4. Sinterizado selectivo por láser (SLS)	50
3.4.1.3.5. Proyección aglutinante (DSPC)	51
3.4.1.4. Laminado: Laminado de capas (LOM)	53
3.4.1.5. Fotoquímicos	54
3.4.1.5.1. Estereolitografía (SLA)	54
3.4.1.5.2. Fotopolimerización por luz ultravioleta (SGC)	57

3.4.2.	Sustracción	59
3.4.3.	Ventajas e inconvenientes de las tecnologías aditiva y sustractiva	67
3.5.	Flujo de trabajo de los diferentes sistemas CAD/CAM	68
3.6.	Ventajas e inconvenientes de los sistemas CAD/CAM.....	72
3.6.1.	Ventajas	72
3.6.2.	Inconvenientes	73
3.7.	Consideraciones finales	74
4.	JUSTIFICACIÓN	75
5.	OBJETIVOS E HIPÓTESIS	81
6.	MATERIAL Y MÉTODO	85
6.1.	Diseño del estudio y confección de las probetas	87
6.2.	Descripción del sistema de confección de las cofias	88
6.2.1.	Descripción técnica del sistema colado convencional.....	89
6.2.2.	Descripción técnica del sistema Lava TM -Scan ST.....	92
6.2.3.	Descripción técnica del sistema Lava TM -C.O.S.....	96
6.3.	Descripción del proceso de medición del ajuste marginal de las cofias.....	105
6.3.1.	Evaluación del ajuste marginal.....	105
6.3.2.	Análisis mediante microscopía digital del ajuste marginal.	109
6.4.	Material empleado en la preparación y manipulación de las muestras	116
6.4.1.	Mordaza y llave dinamométrica	116
6.4.2.	Soporte de apoyo	117
6.5.	Obtención de las imágenes	118
6.6.	Tratamiento estadístico de los datos	126
7.	RESULTADOS	129
7.1.	Descripción de la muestra.....	131
7.2.	Análisis de los resultados	133
7.2.1.	Primera parte: Estabilidad de las medidas	134
7.2.1.1.	Sistema colado convencional.....	135
7.2.1.1.1.	Exploración y descripción	135
7.2.1.1.2.	Estabilidad de las medidas.....	137
7.2.1.2.	Sistema Lava TM -Scan ST.....	139
7.2.1.2.1.	Exploración y descripción	139

7.2.1.2.2.	Estabilidad de las medidas.....	141
7.2.1.3.	Sistema Lava TM -C.O.S.	142
7.2.1.3.1.	Exploración y descripción.	142
7.2.1.3.2.	Estabilidad de las medidas.....	144
7.2.2.	Segunda parte: Comparación entre los sistemas de fabricación.....	146
8.	DISCUSIÓN	153
8.1.	Procedimiento de confección de las muestras	155
8.1.1.	Preparación de las muestras.....	155
8.1.2.	Recogida de datos: impresiones	156
8.1.3.	Diseño y fabricación de las estructuras metálicas	175
8.1.4.	Cementado y manipulación del cemento.....	179
8.2.	Otros estudios con sistemática similar a la nuestra	179
8.3.	Reflexiones finales	182
9.	CONCLUSIONES	189
10.	BIBLIOGRAFÍA	193
11.	ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	229
12.	ANEXOS	241

1. RESUMEN

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

El ajuste marginal es uno de los factores fundamentales en el pronóstico de las restauraciones de prótesis fija. El asentamiento correcto de una restauración es un proceso complejo que involucra diferentes factores como son la preparación, la recogida de datos mediante las impresiones, el proceso de diseño y fabricación, y el cementado.

Con la llegada de los sistemas de impresión basados en las nuevas tecnologías ha habido un cambio de concepto en la realización de impresiones. Hoy día la tendencia es fabricar restauraciones desde una impresión digital intraoral directamente en clínica o tras enviarla al laboratorio.

Pero no resulta menos importante el control del resto de fases del flujo de trabajo como son los procesos CAM, ya sean aditivos o sustractivos, ya que resultan determinantes.

OBJETIVOS

Evaluar in vitro el ajuste marginal de las restauraciones confeccionadas por CAD/CAM por método de impresión indirecto (Lava™-Scan ST) y método de impresión intraoral directo (Lava™-C.O.S.) con el método de colado convencional como grupo control. Teniendo como hipótesis nula (H_0) que las diferencias entre los grupos serán debidas al azar.

MATERIAL Y MÉTODO

Se tallaron 8 dientes de acrílico (11, 13, 14, 16, 32, 33, 35 y 37) de un tipodonto en un total de 22 modelos según los principios de tallado de Shillingburg con terminación en chámfer y margen supragingival. Y se fabricaron cofias metálicas en Cr-Co para cada uno de ellos con los 3 sistemas siguientes: colado convencional, Lava™-Scan ST sinterizado y Lava™-C.O.S. sinterizado.

Posteriormente se colocaban en una mordaza los dientes junto a las cofias y se les aplicaba una fuerza de 50 N/cm² con una llave dinamométrica. La discrepancia marginal absoluta se analizaba mediante microscopia digital con objetivo telecéntrico en 12 puntos a lo largo del perímetro de la restauración.

Cuando se obtuvieron todos los datos, se realizó el análisis estadístico exploratorio y descriptivo de las variables cuantitativas, análisis de varianza de medidas repetidas en un factor (ANOVA MR) junto a su alternativa no paramétrica (test de Friedman), el análisis de varianza de 1 factor de efectos fijos con test de homogeneidad previa (Levene) y contrastes múltiples a posteriori (Tukey), y sus alternativas no paramétricas: Test H de Kruskal-Wallis y Test T de Wilcoxon. Y se realizó la estimación del tamaño del efecto (asociación entre variables) mediante R² y de la potencia (poder del contraste) de la toma de decisión estadística.

Para el análisis estadístico se utilizó la aplicación informática IBM SPSS Statistics v 22.0 y se eligió un nivel de significación del 95% excepto en el test Kolmogorov Smirnov de bondad de ajuste, que fue del 99%.

RESULTADOS

De los resultados obtenidos se deduce que si a pesar de la significación de las medidas encontradas durante el análisis de la estabilidad se hubiese creado la variable resumen desajuste promedio, se habría llegado a la misma conclusión. Es decir, el desajuste es mayor en LavaTM-C.O.S. que en cualquiera de los otros dos métodos de fabricación, con independencia de cuál sea el procedimiento estadístico empleado (paramétrico o alternativa no paramétrica).

DISCUSIÓN

En la literatura científica encontramos mucha disparidad de resultados en cuanto a los sistemas estudiados en este trabajo de investigación puesto que la metodología empleada no siempre coincide. En este estudio experimental in vitro observamos que las cofias fabricadas por los sistemas CAD/CAM tienen valores de desajuste más

homogéneos y se observan en raras ocasiones imperfecciones macroscópicas, no así en el colado que la habilidad del técnico es determinante para obtener un buen resultado.

Por otra parte, consideramos que es muy difícil cuantificar el papel que tiene la aplicación de polvo en el escaneado, pero lo consideramos un factor que aumenta el desajuste. El tallado de las preparaciones resulta crucial junto con el cuidado de la técnica clínica, el protocolo de escaneado y el manejo del escáner intraoral.

Por último, consideramos que las características técnicas y los protocolos en los procesos de fabricación empleados en la fase CAM, ya sea fresado o sinterizado, determinan los resultados de desajuste marginal en las restauraciones de prótesis fija.

CONCLUSIONES

El grado de desajuste marginal absoluto no fue el mismo en cualquiera de los procedimientos de confección de copias estudiado. Obteniéndose los peores resultados en cuanto a la discrepancia marginal absoluta en el grupo de copias confeccionadas mediante en el método LavaTM-C.O.S. Por el contrario, los mejores resultados fueron obtenidos con el método de fabricación LavaTM-Scan ST.

Entre los sistemas LavaTM-Scan ST y colado convencional no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

2. ABSTRACT

ABSTRACT

INTRODUCTION

Marginal fit is one of the key factors in the prognosis of fixed prosthesis restorations. Correct settling of a restoration is a complex process involving different factors such as preparation, data collection through impressions, design and manufacturing process, and cementation.

With the arrival of impression systems based on new technologies there has been concept change in the manufacturing of impressions. Today, the trend is manufacturing restorations from a chairside intraoral scanner in the clinic or after sending it to the laboratory. But it is not less important to control the other phases of the workflow as they are CAM (Computer Aided Manufacturing) processes, whether additive or subtractive, since they are decisive.

OBJECTIVE

The objective of this research is the comparison of three manufacturing processes, in vitro evaluation of the marginal fit of the restorations made by CAD/CAM by extraoral impression system (Lava™-Scan ST) and direct or chairside intraoral impression system (Lava™-C.O.S.). The control group used in the test of hypothesis consist of the conventional casting method. The Null hypothesis (H_0) states that the differences between the groups is due to chance.

MATERIAL AND METHODS

Eight acrylic teeth (11, 13, 14, 16, 32, 33, 35 and 37) of a typodont were carved in a total of 22 models per the principles of carving of Shillingburg with chamfer ending and supragingival margin. Metal containers for each were built in Cr-Co using the following systems: convencional strained, synthesized Lava™-Scan ST and Synthesized Lava™-C.O.S.

The teeth were then placed in a jaw next to the copings and a force of 50 N/cm² was applied with a dynamometric wrench. Absolute marginal discrepancy was analyzed by digital microscopy with telecentric objective at 12 points along the perimeter of the restoration.

Statistical analysis was performed once the data was collected. Exploratory and descriptive analysis of the quantitative variables, multiple regression ANOVA as well as the non-parametric alternative (Friedman test) was included. To compare the results a Levene homogeneity test was run before the one-way analysis of variance. Multiple a posteriori comparisons (Tukey), and its non-parametric alternatives: Kruskal-Wallis Test and Wilcoxon Test were run. The effect size (association between variables) was estimated using R² and the power (contrast power) of statistical decision making.

For statistical analysis, the IBM SPSS Statistics v 22.0 software application was used and a 95% significance level was chosen except for the Kolmogorov-Smirnov goodness of fit test, which was 99%.

RESULTS

From the results obtained it is concluded that despite of the significance of the measures founded during the statistical analysis, if a variable contained the average fitting would have been created, the same conclusion would have been reached. That is, the misfit is greater in LavaTM-C.O.S. Than in any of the other two manufacturing methods, regardless of the statistical procedure used (parametric or non-parametric alternative).

DISCUSSION

In scientific literature we can find a great disparity of results in terms of the systems studied in this research since the methodology used does not always coincide. In this experimental study in vitro we observed that the copings made by the CAD/CAM systems have more homogeneous discrepancy values and macroscopical

imperfections are rarely observed, but not in casting restorations where the technician's ability determine good results.

On the other hand, we consider that it is very difficult to quantify the role of the application of powder in the scanning, but we consider it a factor that increases the marginal and internal discrepancy. The carving of the preparations is crucial along with the care of the clinical technique, the protocol of scanning and the handling of the intraoral scanner.

Finally, we consider that the technical characteristics and protocols in the manufacturing processes used in the CAM process, whether milling or sintering, determine the results of marginal misfit in fixed dental restorations.

CONCLUSIONS

The degree of absolute marginal discrepancy was not the same in any of the coping procedures studied. Obtaining the worst results in terms of the absolute marginal discrepancy in the group of copings made using the LavaTM-C.O.S. system. On the contrary, the best results were obtained with the LavaTM-Scan ST system of manufacture.

No statistically significant differences were found between the LavaTM-Scan ST and conventional casting systems.

3. INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Las restauraciones en prótesis fija se han confeccionado históricamente a partir de técnicas de colado en el caso de las aleaciones metálicas o bien por técnicas de cocción de materiales cerámicos sobre diferentes sustratos. Hoy día la fabricación de estas prótesis puede ser llevada a cabo también mediante la aplicación de técnicas CAD/CAM¹.

El colado de aleaciones ha sido una importante parte de la odontología restauradora durante más de un siglo. Las restauraciones comúnmente fabricadas como inlays, onlays, prótesis fijas unitarias y múltiples pueden ser fabricadas en el laboratorio dental mediante la técnica de cera perdida introducida en 1907 por Taggart. La técnica de colado dental se ha perfeccionado cada vez más a lo largo de los años: hoy día contamos con un gran número de aleaciones dentales con y sin metales preciosos que se procesan con dispositivos adecuados de fundido y colado y con materiales adaptados como ceras y acrílicos para modelar, masas de recubrimiento, etc. para conseguir una prótesis dental adecuada, precisa y de calidad¹.

Sin embargo, la elaboración de una prótesis colada, estructuralmente y estéticamente adecuada, no sólo requiere un rigor operativo escrupuloso y conocimiento profundo de los materiales, sino también la posesión de una habilidad manual elevada por parte del protésico dental². Por ello, desde principios de los años 1970, numerosos investigadores trabajaron para la automatización de los procedimientos manuales utilizados en el área dental, es decir, introducir las tecnologías modernas de producción industrial CAD/CAM ya estudiadas y desarrolladas en el sector de la aeronáutica y la automovilística, a la odontología aplicada³⁻⁵. Los principios básicos que han inspirado esta filosofía de elaboración fueron la contención o incluso disminución de los tiempos de producción, y por lo tanto indirectamente los costos, así como la reducción, en el proceso de elaboración, de las variables dependientes del técnico dental²⁻¹⁷.

Hoy en día ya no solamente se limita a la producción o fabricación de restauraciones, sino que se abre un abanico de posibilidades en cuanto al diagnóstico,

planificación y tratamiento. Así, en el campo odontológico podemos encontrar la tecnología digital en cirugía guiada, radiología (CBCT), planificación y tratamientos de ortodoncia, montaje de modelos en articulador virtual, fabricación de todo tipo de prótesis con muy diversos materiales, etc ^{5, 11, 18-30}. En este último caso, podemos obtener prótesis de mucha mayor calidad en comparación con las obtenidas con metales colados puesto que el empleo de materiales homogéneos implica que se conozcan mucho mejor sus propiedades mecánicas y estéticas ^{31, 32}.

3.1. *¿Qué es el CAD/CAM?*

Las abreviaciones CAD/CAM o, como es definida en algunos casos, CAD/CIM identifican genéricamente los sistemas automatizados de producción de piezas a partir de la elaboración informática de un proyecto, representando a los acrónimos de Computer Aided Design CAD, Computer Aided Manufacturing CAM y/o Computer Aided Design CAD y Computer Integrated Machining CIM ⁴. Traducido al castellano: *diseño asistido por ordenador y fabricación asistida por ordenador*.

Aunque no es del todo correcto pensar en la tecnología CAD/CAM como sinónimo de prótesis producidas por tecnología de fresado, ya que el propio término no proporciona información sobre el método de fabricación ³³ y como veremos a continuación existen otros métodos aparte del fresado.

Los sistemas CAD/CAM se basan esencialmente en tres componentes constitutivos:

1. Un **sistema de detección de los datos** acerca de la morfología y tipología de los muñones y de las partes adyacentes afectadas por el tratamiento. Esta fase, denominada de escaneo, sea óptica, mecánica o láser, representa una especie de impresión de la cual se obtiene una representación digital (archivo) de las piezas dentarias.

2. Un *software operativo* para la elaboración de los datos recolectados (diseño) y la aplicación del procedimiento de fresado más indicado de acuerdo con la tipología de la rehabilitación protésica y del material utilizado. Es decir, un software o interfaz gráfica que realiza alguna tarea de ingeniería en base al CAD.
3. Una *máquina automática* que, a partir de las informaciones elaboradas provenientes del software, produce la "pieza" a partir de los bloques de materiales homogéneos obtenidos industrialmente o con material en polvo mediante tecnología aditiva.

Las dos primeras aplicaciones constituyen la *fase CAD o de proyección* mientras que el tercer elemento constituye la *fase CAM* del sistema.

La fiabilidad de cada uno de los sistemas CAD/CAM, además de las características intrínsecas del material que utiliza, depende tanto de la precisión de los tres elementos básicos que lo constituyen como de la exactitud³⁴. Cada uno de los sistemas será más preciso en la medida que sea mayor la definición de la adquisición tridimensional de los datos y más elaborados sean los softwares operativos y sistemas de producción^{4, 33, 35, 36}, lo que nos llevará a obtener una mayor exactitud y nos acercará más al éxito en nuestros trabajos.

Antes de continuar vamos a proceder a definir algunos conceptos importantes para la lectura de este trabajo como son la precisión y la exactitud.

La **precisión** se puede definir como la capacidad de un instrumento de dar los mismos valores en mediciones repetidas bajo las mismas condiciones^{9, 37-44}. Mientras que la **exactitud** se conoce como la capacidad de acercarse al valor real en la medición³⁷⁻⁴⁴. Para entenderlo mejor hemos realizado un diagrama explicativo que podemos ver a continuación (figura 1):

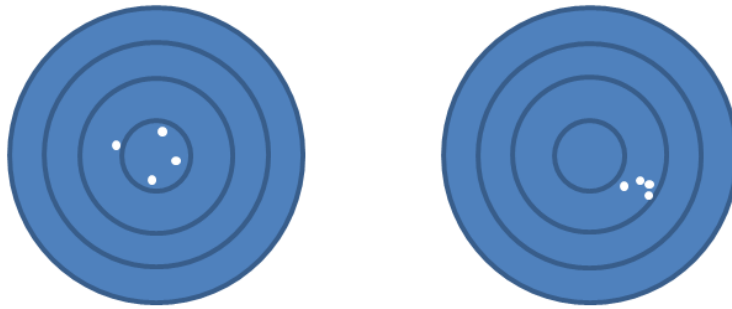


Figura 1. *Imagen izquierda representando poca precisión y gran exactitud, e imagen derecha representando gran precisión y poca exactitud.*

3.2. De la impresión manual a la impresión digital

Una de las etapas más críticas en el proceso de fabricación de una prótesis fija, es la realización de una impresión que reproduce con exactitud las preparaciones, los dientes, implantes, alvéolos, límites o defectos intraorales. El odontólogo debe llevar a cabo un duplicado perfecto de la arcada para permitir al técnico de laboratorio crear una restauración sobre una réplica precisa de la zona a restaurar.

La realización de impresiones en odontología es un concepto relativamente reciente en la historia milenaria de la odontología restauradora. La prueba física más antigua de tratamiento protético se remonta a los tiempos etruscos (aproximadamente en 700 a.C). Sin embargo, fue en 1856 cuando se elaboró el primer material de impresión específicamente dental: la godiva de impresión, además de las ceras de impresión y del yeso de París, los cuales tenían problemas inherentes respecto a la distorsión y su dificultad de uso. Desde entonces se siguieron elaborando y desarrollando nuevos materiales consiguiendo mejorar sus propiedades físico-químicas. Pero a pesar de la corrección de los numerosos problemas de precisión de los materiales de impresión en sí, otras distorsiones pueden suceder por errores en la mezcla de los materiales o la técnica de impresión, las cubetas no rígidas, la transferencia de la impresión al laboratorio, la necesidad de control de la humedad en los laboratorios para asegurar la

precisión durante el fraguado de los modelos de escayola, la aparición de desechos, desgarros, márgenes mal definidos, falta de material en áreas de vital importancia, etc.
45-48 .

La llegada de sistemas de impresión basados en las nuevas tecnologías ha creado un cambio de concepto en la realización de impresiones. Las tecnologías que han hecho la utilización de los escáneres digitales tridimensionales parte integral de varias industrias durante décadas han sido mejoradas y refinadas para su aplicación en el sector odontológico ⁴⁹. Desde la introducción del primer escáner de impresión digital en 1980, el desarrollo de la ingeniería ha mejorado esas tecnologías y creado escáneres de uso clínico cada vez más sencillos de manejar y capaces de reproducir la anatomía bucodental y las preparaciones que realizamos en boca con precisión. Estos sistemas son capaces de capturar imágenes virtuales tridimensionales de las preparaciones dentales desde las cuales se pueden fabricar las restauraciones directamente (sistemas de escaneado intraoral) o indirectamente (sistema de escaneado de impresiones-modelos tras una impresión previa) ^{44, 49}.

Los sistemas CAD/CAM actualmente disponibles permiten tratar datos obtenidos desde escaneados digitales precisos de los dientes, y transmitirlos a la máquina de fresado capaz de procesar restauraciones en cualquier material sin la necesidad de tener una réplica material del diente preparado, adyacente u oponente.

Las etapas de adquisición virtual de los datos pueden variar dependiendo del sistema CAD empleado. Los requisitos para la adquisición de datos tridimensionales no han sido estandarizados, pero los criterios importantes siguen siendo la precisión y exactitud de las réplicas virtuales ^{50, 51}. Hasta tal punto que hay autores como Mously ⁵² y Schaefer y cols. ¹⁶ que consideran que la precisión de las restauraciones de diseño y fabricación asistidas por ordenador es cuestionable.

Con la aparición de materiales cerámicos estéticos como el circonio, se han desarrollado técnicas de laboratorio para permitir escanear modelos maestros obtenidos de impresiones convencionales sobre los cuales se podrán diseñar y fabricar de manera digital las restauraciones ^{7, 19}. La utilización de estas tecnologías se está incrementando cada vez más en el ámbito odontológico ⁴⁵. En los siguientes apartados iremos

desgranando cada una de las fases de estos procesos y viendo la precisión y los ajustes que se consiguen con esta tecnología.

3.3. Tipos de sistemas CAD

Los sistemas CAD/CAM pueden clasificarse según el método de digitalización que empleen. Existen sistemas que emplean escaneo de las preparaciones directamente en la boca del paciente (*intraoral*) y otros que requieren una impresión previa convencional que una vez vaciada y obtenido el modelo de escayola es escaneado en el laboratorio (*extraoral*).

Vamos a hablar un poco más de cada uno de ellos y pondremos ejemplos de los sistemas que podemos encontrar en la actualidad en la práctica de nuestra profesión. Añadiendo un último sistema como es la fotogrametría, que no sería un tipo de escáner propiamente dicho pero que se emplea para la toma de impresiones sobre implantes (figura 2).

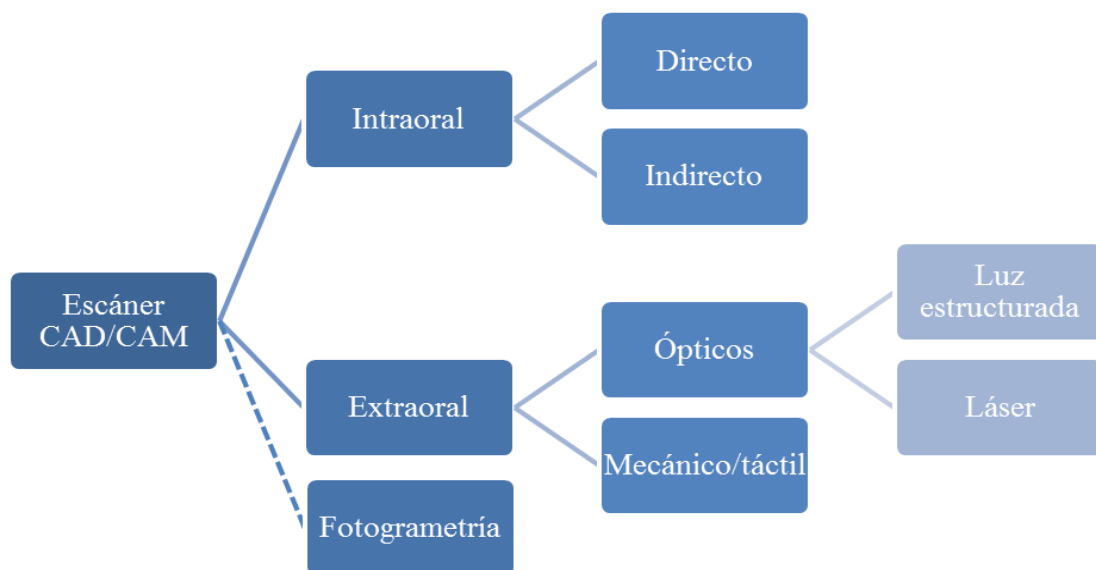


Figura 2. Esquema de los tipos de escáner CAD/CAM en odontología.

3.3.1. Escáner intraoral

En este tipo de escaneado obtiene las imágenes directamente de la boca del paciente, y en función del sistema utilizado podremos hacer la restauración directamente en el gabinete o bien de forma indirecta en el laboratorio.

3.3.1.1. Directo

Para la fabricación directa de la restauración debemos contar con una unidad de fresado o impresora 3D en el gabinete (aunque esto último por el momento es más frecuente en laboratorio).

El sistema de escaneado intraoral con fabricación directa de la restauración más conocido del mercado es el sistema Cerec[®] (*Chairside Economical Restorations of Esthetic Ceramics*) de la casa Sirona^{33, 45}, aunque existen muchos otros como el sistema E4D[®], DentiCAD[®], etc^{5, 49}.

Fue el primero que apareció en el mercado allá por el año 1987 con la versión Cerec 1[®] desarrollada por W. H. Mörmann y M. Brandestini en la Universidad de Zúrich (Suiza). Incluía un escáner intraoral y una unidad de fresado (figura 6), y se utilizaba para la confección de inlays y onlays. Posteriormente fue evolucionando y aparecieron versiones sucesivas como el Cerec 2[®], Cerec 3[®], Cerec inLab[®] (sistema para fabricación en laboratorio) hasta la última que existe a día de hoy en el mercado, el Cerec AC[®].

La digitalización de las preparaciones se realiza mediante la Cerec bluecam[®] (figura 3) que emite franjas paralelas de luz azul con triangulación activa y que se distorsionan según el perfil de alturas encontrado permitiendo una coordinación de puntos de medición^{16, 53}. De esta forma se solapan las fotografías secuenciadas y se obtiene el modelo tridimensional. Esta cámara requiere la aplicación de polvo para eliminar los brillos del modelo^{16, 19, 38,}

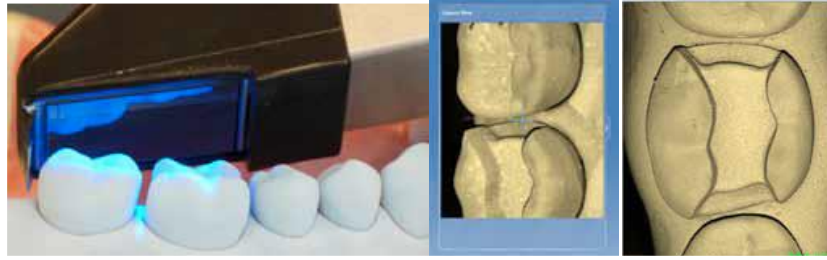


Figura 3. Toma de impresión con sistema Cerec AC bluecam[®] 57, 58.

La última mejora del sistema de Sirona ofrece la posibilidad de adquirir la cámara Omnicam[®] (figura 4) que cambia el método de adquisición de las imágenes por el formato vídeo 3D a color en tiempo real y que ya no utiliza spray⁴⁴ o incluso el Cerec AF[®] que es una variante del Cerec AC[®] en la que la cámara se puede conectar a distintos puestos de trabajo conectados en red.



Figura 4. Sistema Cerec AC Omnicam[®] 57.

Este sistema permite la confección de inlays, onlays, carillas, coronas parciales, coronas de recubrimiento total, puentes de 3-4 piezas sobre muñones dentarios o sobre pilares sobre implantes macizos para cementar en una sola cita^{5, 34, 59, 60}. Y en su versión del software 4.4 han añadido funciones como el articulador virtual que hoy es tan demandado (figura 5).

Publicaciones como la de Maestre-Ferrín y cols.⁶¹, Delong y cols.⁶² o Solaberrieta y cols.^{63, 64} avalan la fiabilidad de este tipo de sistemas para el

estudio de la oclusión en los pacientes y la realización de rehabilitaciones sobre los mismos.



Figura 5. Imagen del articulador virtual de Cerec® 65.

Según autores como Wittneben y cols. 66, que realizaron una revisión sistemática de 16 artículos desde el año 1985 a 2007 para determinar las tasas de supervivencia clínica a largo plazo de restauraciones de un solo diente fabricadas con tecnología CAD/CAM con los sistemas de clínica Cerec® y de laboratorio Celay®, las tasas de supervivencia a los 5 años eran similares a las conseguidas con los sistemas de fabricación convencionales. Por lo que sostenían que las fresadoras de clínica lograban resultados tan buenos como las de laboratorio.



Figura 6. Sistema Cerec AC bluecam® con unidad de fresado Cerec MC® 57.

Estos sistemas de escaneado intraoral directo tienen la ventaja de que reducen muchísimo los tiempos de trabajo y la dependencia de los laboratorios al poder hacer las restauraciones en una sola cita y en la propia consulta. Pero conllevan una gran inversión en cuanto a tiempo del clínico en la familiarización y aprendizaje del sistema, el diseño y elaboración de las restauraciones, y también económica en la adquisición de la tecnología.

3.3.1.2. Indirecto

En cuanto a los sistemas de escaneado intraoral que fabrican las restauraciones en el laboratorio tenemos también muchos como son E4D[®], Cerec[®] (estos 2 tienen la posibilidad de fabricar en clínica y/o en laboratorio), Cadent iTero[®], Trios[®] 3Shape, Lava[™]-C.O.S., 3M[™]-True Definition Scanner,...

Nos centraremos en el **Lava[™]-C.O.S.** debido a que es objeto de estudio en este trabajo de investigación (figura 7).

Toma su nombre del acrónimo en inglés *Chairside Oral Scanner*, y fue creado en octubre de 2006 por la empresa Bronté Technologies en Lexington (Massachusetts, EE. UU.). Posteriormente fue adquirido por la empresa 3M-ESPE que lo sacó al mercado en febrero del año 2008.



Figura 7. Sistema LavaTM-C.O.S. ⁶⁷

Consta de un monitor con pantalla táctil integrado en la unidad, una CPU y un captador con 192 leds, un sistema de 22 lentes y 3 sensores de dispositivo CCD en su extremo capaces de escanear sobre la boca del paciente en tiempo real en formato vídeo 3D en movimiento (figura 8). Este sistema permite captar 20 imágenes tridimensionales por segundo con más de 10.000 puntos de datos cada una, con una tecnología de captación de muestreo activo de frentes de onda ^{16, 38, 46, 53-55, 68}.

Esta forma de tomar las imágenes fue pionera y la tendencia actual es a sustituir la adquisición por solape de fotografías por la captura mediante vídeo. A día de hoy ya existen otros sistemas que la emplean como el 3M-True Definition[®] de la propia casa comercial, o el Cerec AC Omnicam[®].



Figura 8. *Captador del sistema Lava™-C.O.S. en detalle.*

Según la propia casa comercial está indicado para los siguientes casos:

- Coronas
- Carillas
- Inlays
- Onlays
- Restauraciones múltiples adyacentes
- Puentes de 3 y 4 piezas
- Escaneados de pilares definitivos de implantes
- Escaneado de implantes Straumann™
- Planificación de cirugías ortognáticas
- Cirugías guiadas para implantes con empresas como Nemotec®, Materialise®, Biomet 3i®⁵⁶, Createch®
- Aplicaciones de ortodoncia
- Escaneado de implantes para diseño de barras soportadas sobre implantes (biblioteca 3shape y Dental Wings)
- Y con la versión 3.0 también es posible tomar impresiones digitales de arcada completa

Como hemos dicho con anterioridad, en la actualidad, la casa comercial 3M-ESPE® ha desarrollado nuevos prototipos a partir de este

sistema. Pero nuestro trabajo de investigación, al comenzar en 2010 y tener un contrato de investigación, lo desarrollamos con Lava™-C.O.S. que era el sistema que tenían en el mercado.

3.3.2. Escáner extraoral

Como ya hemos dicho anteriormente, este tipo de escáner obtiene los datos a partir de la digitalización de un modelo de la boca del paciente que previamente ha tenido que recibir una impresión convencional y un posterior vaciado ^{5, 45, 33, 58}.

Algunos autores hablan de la introducción de 2 errores en estas etapas de impresión y vaciado en comparación al escaneado intraoral.

Estos pueden ser divididos en escáneres ópticos o mecánicos según sea la adquisición de los datos.

3.3.2.1. Ópticos

Los escáneres ópticos pueden ser clasificados según el método de luz que empleen en escáneres de luz estructurada o láser:

3.3.2.1.1. Luz estructurada

Estos escáneres proyectan unas bandas paralelas de luz sobre la superficie del modelo y se distorsionan al entrar en contacto con ella. Es esa propia distorsión la que se utiliza para realizar la reconstrucción del modelo.

Tienen la ventaja de que obtienen mayor riqueza en los datos, pues emiten cantidad de franjas de luz al mismo tiempo y por eso pueden realizar

reconstrucciones más precisas que los escáneres que emiten luz láser. La luz que emiten generalmente es blanca o azul, pero también puede ser roja o verde, en cualquier caso, es luz estructurada. La diferencia la encontramos en que la luz ambiente puede influir en la lectura del escáner, siempre que la luz para la que está preparado sea del mismo color. De ahí que sean escáneres cabinados.

Además, tienen el inconveniente de que se ven afectados por superficies brillantes o traslúcidas por lo que requieren el empleo de sprays de dióxido de titanio para la eliminación de los brillos ⁵⁴, aunque algunos de reciente aparición en el mercado ya no requieren polvo como el Kavo Arctica AutoScan[®] ⁶⁹.

En este tipo de escáneres tenemos el ZfxTM Evolution y su versión plus+, Sirona InEos X5[®], Kavo Everest Scan II[®] y Kavo Arctica AutoScan[®], Scan-fit 2 (SF2)[®], Ceramill[®] Map400, LavaTM-Scan ST,... pero tomaremos como referencia en este último por ser objeto de este estudio (figura 9).



Figura 9. Imagen del escáner LavaTM-Scan ST ⁷⁰.

LavaTM-Scan ST fue creado por Steinbichler (Neubeuern, Alemania) y su nombre original era Steinbichler Scan ST. Más tarde lo adquirió la casa comercial 3M-ESPE[®] (Minnesota, EE. UU.) quien lo comercializa en la actualidad.

LavaTM-Scan ST basa la medición de distancias en la comparación de triángulos iguales mediante las posiciones conocidas de la fuente de luz y el detector (distancias y ángulos) y calcula la distancia al objeto para cada punto (figura 10).

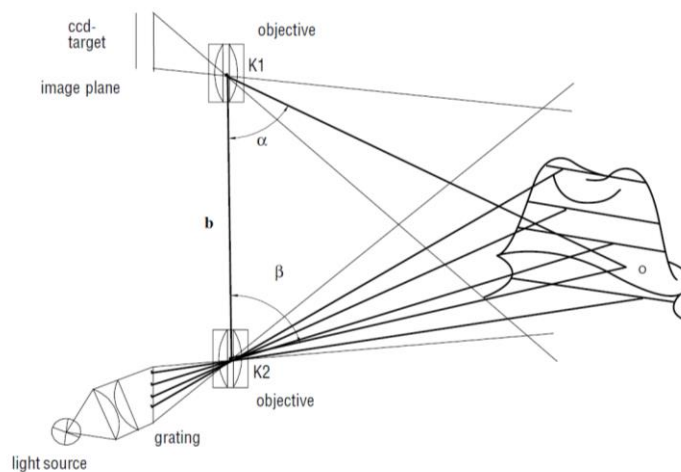


Figura 10. Método de triangulación empleado en el escáner LavaTM-Scan ST para la digitalización y reconstrucción tridimensional del modelo ⁷¹.

Como ya sabemos, los métodos de triangulación utilizados en un escáner difieren en la estructura de la fuente de luz (ya sean puntos, franjas, multipuntos o multifranjas) y el método de exploración (mover el objeto o mover el hardware). En este escáner las imágenes son adquiridas por multifranjas y desde diferentes perspectivas por el movimiento de la plataforma interior sobre la que se fija el modelo, y finalmente son superpuestas para obtener los datos 3D completos.

Está indicado para los siguientes casos:

- Coronas unitarias
- Carillas
- Coronas ferulizadas hasta 4 unidades
- Puentes de 3-4 unidades con múltiples pilares
- Puentes de 5-6 unidades con hasta 4 pilares y no más de 2 pónicos adyacentes
- Puentes de más de 4 unidades con cantiléver no mayor a 1 pieza
- Puentes Maryland
- Inlays
- Onlays
- Pilares a medida para implantes (utilizando pilares específicos de 3M®)
- Encerados

Al igual que con el anterior sistema, la investigación se desarrolló con Lava™-Scan ST porque era el sistema que la empresa tenía en el mercado. Aunque en este caso el sistema sigue vigente y en uso.

3.3.2.1.2. Láser

El término *láser* es un acrónimo que proviene de las siglas en inglés *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, que traducido al castellano significa amplificación de luz por emisión estimulada de radiación.

Este tipo de escáneres proyectan un punto de luz sobre el modelo para calcular mediante triangulación la distancia a la que se sitúa, ya que el rayo emitido al contactar con el modelo viaja en sentido inverso y con una angulación distinta. Al recorrer completamente la superficie del objeto se produce la reconstrucción digital tridimensional (figura 12).

Los escáneres más conocidos del mercado que emplean esta tecnología son los de la casa comercial 3Shape, aunque existen muchos otros. Estos han evolucionado desde las series D500[®] y D700[®] con 2 cámaras de 1,3 megapíxeles pasando por la serie D800[®] que tiene 2 cámaras de 5,0 megapíxeles hasta la serie D900[®] que incorpora 4 cámaras de 5,0 megapíxeles y deja de utilizar la luz láser roja para usar luz LED azul. Todas ellas tienen un sistema de 3 ejes para poder realizar movimientos de rotación y traslación y llegar a 350° de una esfera (figura 11).



Figura 11. Evolución del escáner de laboratorio 3shape desde la serie D500[®] a la serie D700[®] ⁷².

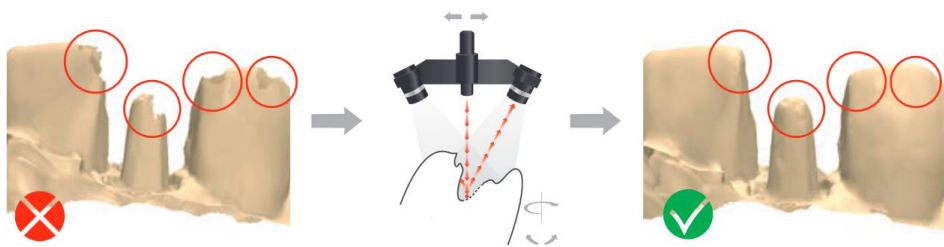


Figura 12. La imagen izquierda muestra un primer escaneado incompleto y la imagen derecha el escaneado completo tras el movimiento del sistema de ejes ⁷³.

Aun así, hay muchos autores que coinciden en que el principal problema que tiene este tipo de tecnología es que solamente permite medir ángulos comprendidos entre los 40-60°⁷⁴⁻⁷⁶. Esto está siendo solventado con nuevos sistemas que incorporan la holografía conoscópica, como el escáner óptico Nobel Procera®. En el caso de la casa comercial 3shape con la aparición de las series D1000® y D2000® que tienen 4 cámaras de 5,0 megapíxeles y emplean luz LED multilíneas o multibandas, es decir, luz estructurada y no láser.

La holografía conoscópica o confocal no es una tecnología utilizada exclusivamente en odontología, sino que originalmente comenzó a usarse en fotografía y de ahí se le dieron múltiples aplicaciones en otros campos como la informática, el cine o la publicidad. Y es que los sensores de holografía conoscópica, al igual que los sensores láser de triangulación o los de luz estructurada, permiten calcular distancias a objetos sin necesidad de que exista un contacto físico sensor-objeto con la diferencia de que estos permiten medir superficies con un ángulo de incidencia del láser de hasta 85° con respecto a la normal de la superficie y al tratarse de sistemas colineales, es posible acceder a geometrías complicadas, como agujeros o cavidades estrechas, tan solo utilizando sistemas simples de redirección de luz⁷⁴⁻⁸⁰.



Figura 13 y Figura 14. *Imágenes del escáner Procera optical scanner*^{® 81}.

El escáner óptico de NobelProcera™ es un escáner óptico abierto al exterior (no cabinado) porque no tiene influencia ni de la luz ni de la temperatura externa (figuras 13 y 14).

3.3.2.2. *Mecánico/táctil*

Los escáneres mecánicos o táctiles son escáneres de contacto. La digitalización del modelo se produce explorando la superficie del mismo mediante un objeto a modo palpador.

Los problemas que tienen este tipo de escáneres son las limitaciones derivadas del propio contacto. Es decir, existen determinadas características geométricas del modelo como las líneas de terminación muy finas, las zonas retentivas muy profundas o una morfología oclusal compleja que pueden producir errores en la digitalización. Por ello, se recomiendan hacer líneas de terminación en chámfer, biselar o redondear los ángulos vivos o pulir la superficie del muñón tras el tallado. Además, la digitalización es más lenta que con los escáneres ópticos ⁵ y no permiten escanear impresiones ya que el contacto deformaría el material de impresión.



Figura 15. Escáner táctil Nobel Procera Forte® ⁸².

La mayor ventaja que tienen es la fidelidad con la que reproducen la superficie que escanean ya que no se ven influenciados por las características ópticas del modelo y no necesitan sprays para eliminar los brillos.

El escáner táctil más conocido del mercado es el Nobel Procera Forte® (figura 15), que emplea una bola de zafiro de 2 mm en el extremo de la varilla acoplada a su brazo articulado (figura 16) ^{29, 33, 83-85}. Ésta explora la preparación en el eje de rotación y con un ángulo de 45°, realizando un recorrido en espiral alrededor de la misma que sirve para orientar y calcular las trayectorias de fresado.

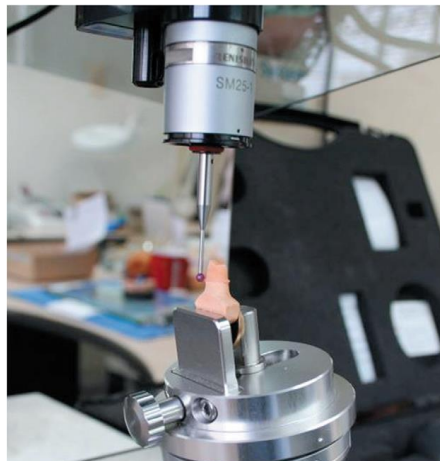


Figura 16. *Imagen en detalle de la varilla y la bola de zafiro* ⁸⁴.

Aunque han sido la referencia durante muchísimos años, hoy en día ha dejado de comercializarse puesto que la tendencia es a emplear escáneres ópticos ⁵. La empresa Nobel ya sustituyó el Procera Forte® en 2009 por el Procera optical scanner®.

3.3.3. Fotogrametría

Se trata de una técnica y no de un tipo de escáner propiamente dicho. En la industria se utiliza para determinar propiedades geométricas de un objeto en base a fotografías.

La fotogrametría es una técnica que sirve para determinar las dimensiones y posiciones de los objetos en el espacio a partir de medidas realizadas sobre imágenes fotográficas. Al trabajar sobre una imagen o fotografía tan sólo podemos obtener información bidimensional, pero si por el contrario utilizamos dos fotografías que se solapan, podremos obtener información tridimensional. Esto se debe a la visión estereoscópica, pues la información tridimensional de profundidad puede ser reconstruida a partir de dos imágenes usando un ordenador para hacer relacionar los píxeles correspondientes en las imágenes izquierda y derecha mediante triangulación.

Esta técnica de medición es utilizada en multitud de campos como la industria del cine en la ciencia ficción y las animaciones, los videojuegos, el deporte con fines médicos, la cartografía aérea y terrestre, la criminología, la ingeniería y ahora la odontología. Estos son algunos de esos ejemplos (figuras 17-20):



Figura 17 y Figura 18. *Aplicación de la fotogrametría en la industria del cine y los videojuegos* ^{86, 87}.

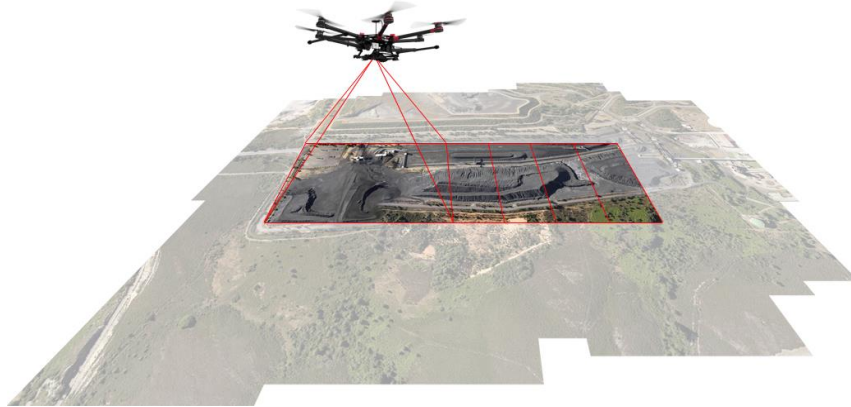


Figura 19. *Aplicación de la fotogrametría en la cartografía* ⁸⁸.

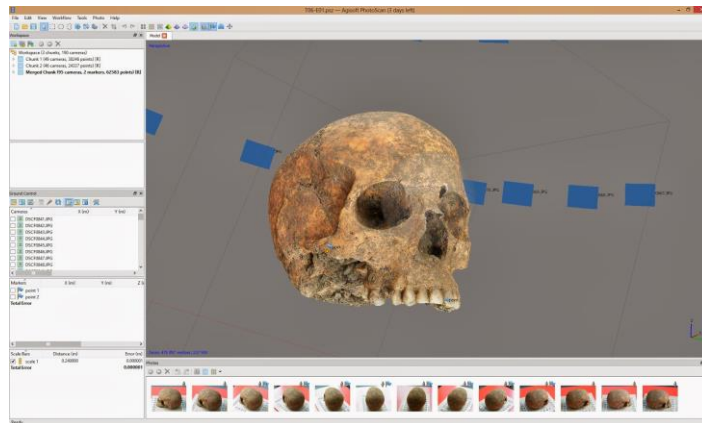


Figura 20. *Aplicación de la fotogrametría en las ciencias forenses* ⁸⁹.

Estos principios de ingeniería son la base del sistema Pic Dental[®] (*Position Implant Correctly*), que es un método de impresión digital intraoral para implantes creado por la empresa Madingenia[®] en Madrid (España).

Consiste en una cámara estéreo 3D fotogramétrica de alta precisión (figura 21) capaz de capturar las posiciones y angulaciones interrelacionadas de los implantes, sin importar el número de implantes por cada arcada y obtener la geometría necesaria para diseñar la estructura final ⁹⁰. La toma de impresión requiere la colocación de unos pilares propios (PIC Abutments[®]) (figura 22) atornillados a cabeza de implante que tienen la estética de fichas de dominó por la codificación específica mediante puntos que llevan.



Figura 21 y Figura 22. *Imágenes del sistema Pic Dental® (Pic Camera® y Pic Abutments®).*

El software determina la posición vectorial de los implantes de forma conjunta y en tiempo real mediante triangulación, lo que disminuye considerablemente el desajuste ^{90, 91}. Esto es lo contrario a lo que ocurre en impresiones de arcada completa con otros sistemas de impresión digital intraoral ⁹²⁻⁹⁹. La conexión de los implantes es transferida al modelo digital gracias a la biblioteca de implantes que posee y los tejidos blandos mediante impresión convencional de alginato que se escanea con escáner de modelos en laboratorio. Ambas imágenes son superpuestas y se obtiene el modelo digital completo sobre el que se fabrica la restauración ⁹¹. Aquí tenemos un caso que ilustra la sistemática clínica del procedimiento (figura 23):

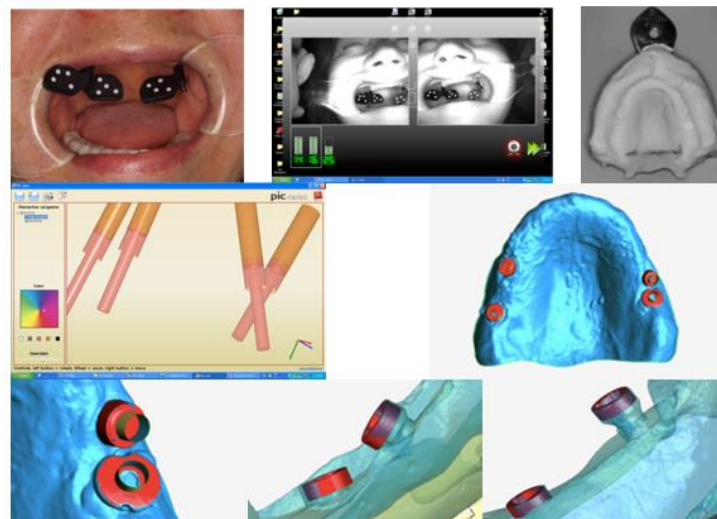


Figura 23. *Imágenes cedidas por el título propio especialista en implanto-prótesis UCM.*

Gracias a la gran amplitud del área de imagen que captura el escáner se evita introducir la cámara dentro de la boca del paciente. A día de hoy es el único en el mercado que utiliza la estereofotogrametría para las impresiones digitales intraorales sobre implantes. Características técnicas en tablas 1-3.

FICHA TÉCNICA	PIC CAMERA
Velocidad de captura	<0,1 seg.
Peso	1,750 gr
Dimensiones	168 x 170 x 86 cm
Precisión	6 µm (0,006 mm)
Conector	Ethernet de 1Gb/seg.
Calibración	De por vida
Cables de datos	FODU 18PIN
Filtro	Luz natural y pulsada
Flash	Infrarrojo

Tabla 1. *Ficha técnica de la Pic Camera*^{® 100}.

FICHA TÉCNICA	PIC ABUTMENTS
Descripción	Aditamentos para impresión sobre implantes
Fabricación	Propia
Calibración	Propia
Codificación	Propia
Material	Biocompatible y apto para la esterilización química y en autoclave

Tabla 2. *Ficha técnica de los Pic Abutments*^{® 100}.

FICHA TÉCNICA	MAC BOOK
Pantalla	TFT 1280 x 800 - 13"
Peso	2,3 kg.
Dimensiones	330 x 232 x 27 mm
Procesador	Intel Core 2 duo 2,4 GHz
Memoria RAM	2.048 Mb
HD	160 Gb
Memoria óptica	DVD +/- RW (+/-R DL)
Bluetooth	Integrado

Tabla 3. *Ficha técnica del monitor del sistema Pic Dental*^{® 100}.

3.4. Tipos de sistemas CAM

Existen dos formas de fabricación CAM: por adición de material o por sustracción como podemos ver en el siguiente esquema (figura 24) ^{101, 102}.

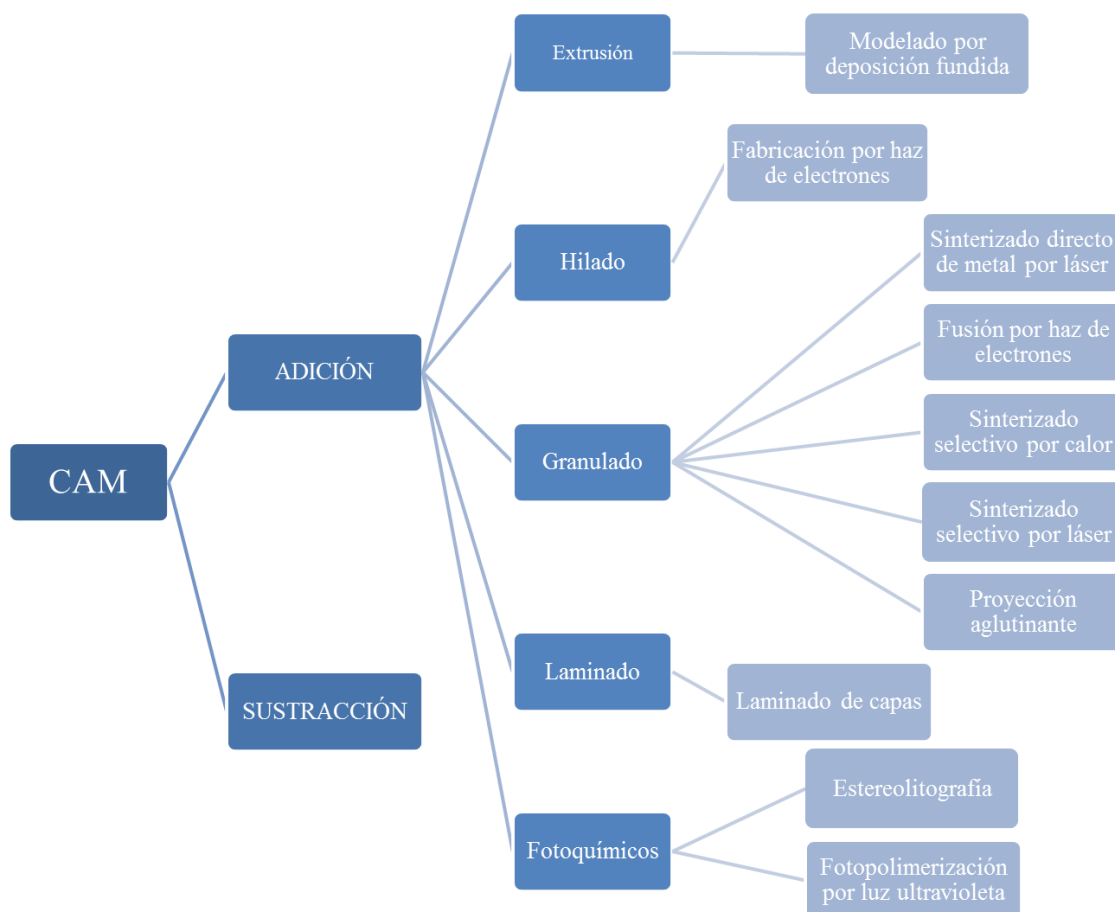


Figura 24. Esquema de tipos de sistemas CAM en la industria.

El principio de funcionamiento en el que se basa cada una de las técnicas de fabricación les confiere ciertas ventajas en determinadas situaciones respecto a las demás. No existe una tecnología de fabricación ideal en sentido absoluto, sino que la idoneidad en la utilización de una u otra dependerá específicamente de las particularidades de lo que se vaya a fabricar, tales como: material, número de piezas, tolerancias, complejidad geométrica, propiedades mecánicas, plazos, etc. Sin embargo, las últimas tendencias orientadas a disminuir tiempos de fabricación y plazos de entrega del número de piezas a fabricar (tiradas cortas y medianas), aumentar la vida útil y

obtener productos de alto valor añadido, hacen necesaria una evolución de los sistemas de producción actuales hacia modelos más versátiles y flexibles que aseguren los requerimientos de los sectores más exigentes como el nuestro ^{102, 103}.

3.4.1. Adición

La primera de ellas, *adición*, es también conocida como fabricación aditiva (Additive Manufacturing, AM) o impresión 3D. Está formada por un grupo de tecnologías de fabricación donde un objeto tridimensional es creado mediante la superposición de capas sucesivas de material micrométrico ^{5, 20, 41, 101-105} como se muestra en la siguiente esquema (figura 25):

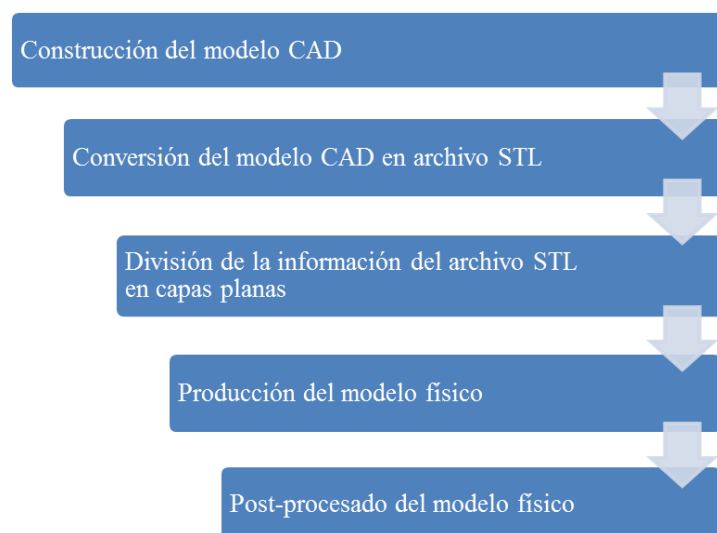


Figura 25. Fases del procedimiento de fabricación mediante impresora 3D.

Esto supone una nueva revolución industrial puesto que tiene 3 grandes ventajas sobre cualquier otro proceso de fabricación industrial: tanto la *complejidad geométrica* (canales internos, espesores distintos, vaciados interiores para aligerar el peso,...) como la *personalización* no encarecen el proceso de fabricación. Además, es un proceso con *desperdicio nulo de material* ya que se consume solo el material estrictamente necesario, la energía imprescindible y se reduce notablemente el impacto medioambiental. Sus desventajas: el *coste de la inversión* en cuanto a maquinaria se

refiere, el *desconocimiento del comportamiento mecánico* de los diseños que se realizan y la *propiedad intelectual de los diseños* ya que con una simple descarga de un archivo podemos producir múltiples réplicas del objeto deseado ^{102, 103, 105}.

Las impresoras 3D por lo general son rápidas, cada vez más baratas y fáciles de usar, aunque como cualquier proceso industrial, estarán sometidas a un compromiso entre su precio de adquisición y la precisión en las medidas de los objetos producidos. Las tecnologías avanzadas de impresión 3D, pueden incluso ofrecer modelos que pueden servir como prototipos de producto. Sherman ¹⁰⁶ dice que desde 2003 ha habido un gran crecimiento en la venta de impresoras 3D. De manera inversa, el coste de las mismas se ha reducido.

Es tal la importancia de esta tecnología que también encuentra uso en campos como la joyería, el calzado, el diseño industrial, la arquitectura, ingeniería y construcción, la automoción y el sector aeroespacial, las industrias médica y alimentaria, la educación, los sistemas de información geográfica, la arqueología, paleontología, la ingeniería civil y muchos otros ^{20, 101-103, 105, 107, 108}.

Las impresiones 3D se pueden diferenciar según la tecnología empleada para unir las distintas capas en 5 métodos ^{20, 101}:

3.4.1.1. Extrusión: modelado por deposición fundida (FDM)

Este proceso se basa en hacer pasar por una boquilla caliente un material termoplástico (polímero fundido) o metal que se va depositando sobre un soporte y va conformando el objeto a fabricar capa a capa siguiendo una serie de trayectorias previamente determinadas en el software (a modo jeringuilla o manga pastelera) ^{5, 109, 110}. De esta manera el material que se extruye por la boquilla va cediendo parte de su calor a la capa anteriormente depositada lo que hace que se vayan fundiendo y solidificando (ver figura 26). Esta tecnología necesita soportes en zonas en voladizo que se realizan del mismo material y por tanto son tan

resistentes como la propia pieza, que a posteriori deben ser eliminados ^{101, 102, 105, 109-112}.

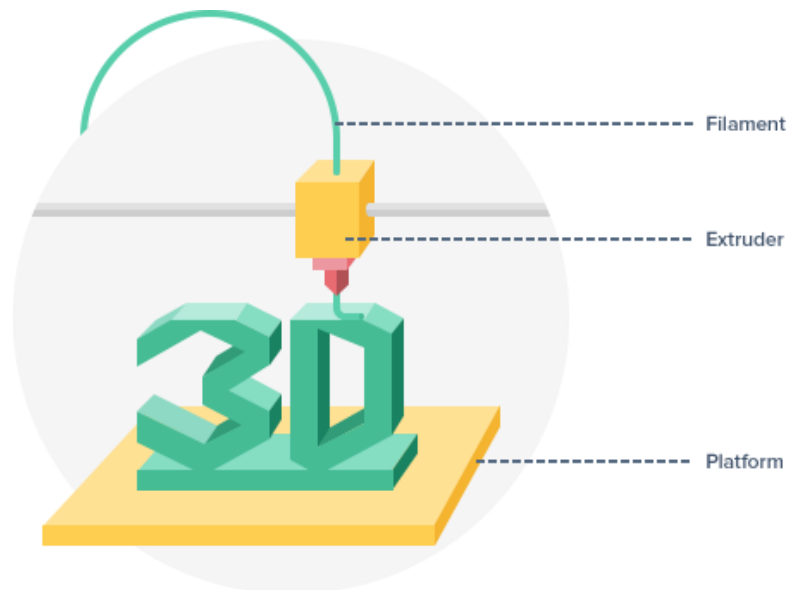


Figura 26. Modelo de funcionamiento de la tecnología FDM ¹¹¹.

Este proceso fue comercializado por primera vez por Stratasys en 1991 y está protegida por patente (*Fused Deposition Modeling*[®]), por lo que también es conocido por las siglas FFF de fabricación por filamento fundido para evitar problemas legales ^{102, 109, 113, 114}.

Podemos ver un ejemplo de su utilización en las siguientes imágenes (figuras 27 y 28).

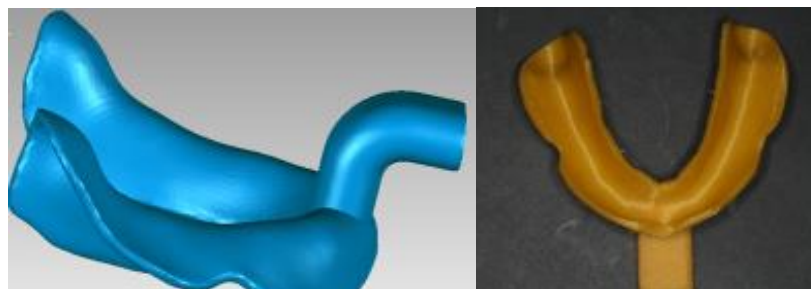


Figura 27. Imágenes de recreación 3D una cubeta individual (izquierda) y una vez fabricada por tecnología FDM con ácido poliláctico (derecha) ¹¹⁰.

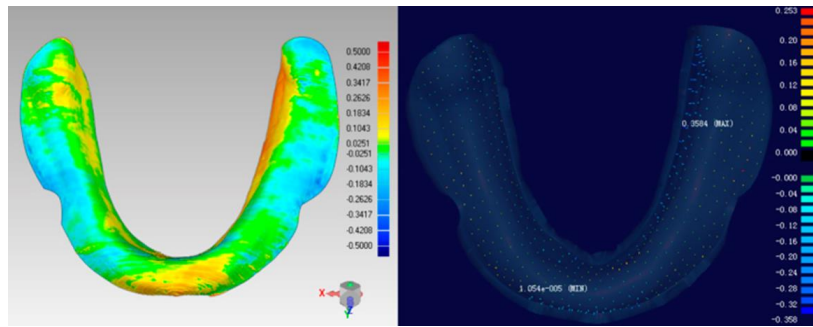


Figura 28. *Imagen virtual de la cubeta individual con software Geomagic® 2012 (izquierda) e imagen del espaciado generado para el material de impresión con Imageware® 13.0*¹¹⁰.

La precisión de este método de fabricación aditiva va a depender de la discretización del proceso CAD (transformación de los datos volumétricos en una malla), el rendimiento del material de filamento, la anchura exacta de la boquilla, la temperatura (tanto la temperatura de la boquilla como la temperatura de la cámara de formación), la velocidad de extrusión y llenado del material, y el espesor y dirección de la capa.

El espesor de la capa de la impresora puede ajustarse desde alta precisión (100 micras (μm)) hasta baja precisión (300 μm). Cuanto mayor sea la precisión, más tiempo tardará en finalizar el proceso de impresión.

3.4.1.2. Hilado: Fabricación por haz de electrones (EBF)

Esta técnica fue desarrollada por la NASA para la fabricación de estructuras metálicas aeroespaciales en situaciones de gravedad cero. Se basa en la utilización de un haz de electrones para realizar las sucesivas capas que forman la pieza.

El procedimiento EBF3 (*Electron Beam Freeform Fabrication*) se realiza en una cámara de vacío donde un haz de electrones se enfoca hacia un alambre de metal, creando un baño de fusión. El metal fundido se solidifica inmediatamente,

tras la aplicación del haz de electrones, contando con la resistencia estructural suficiente para mantenerse en su posición y soportar más capas. La secuencia se repite siguiendo las trayectorias de deposición establecidas y mediante la superposición de capas se forma la pieza deseada (ver figura 29). Los materiales que utiliza son metales y aleaciones de titanio, tungsteno, aceros, níquel y otros ^{101, 112, 115, 116}.

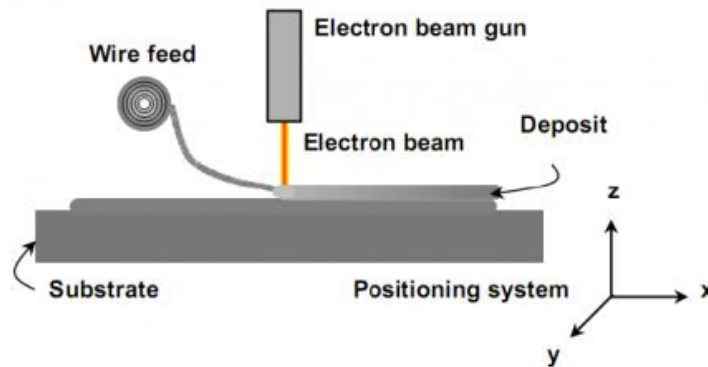


Figura 29. Modelo de funcionamiento de la tecnología EBF ¹¹⁷.

3.4.1.3. Granulado

3.4.1.3.1. Sinterizado directo de metal por láser (DMLS)

Este proceso, conocido en inglés bajo el nombre de DMLS (*Direct Metal Laser Sintering*) fue patentado por ERD y EOS (Alemania) en 1994 aunque las primeras investigaciones comenzaron en los años 70. A menudo es confundido con el sinterizado selectivo por láser (SLS) pero en realidad no se trata de la misma técnica de impresión 3D. Mientras que el proceso SLS utiliza como material de base el polvo de plástico, de cerámica o de vidrio, el DMLS utiliza el polvo de metal. Encontramos generalmente materiales metálicos como el acero, el cobalto-cromo, el aluminio, el titanio o incluso el inconel (superaleaciones austeníticas de base níquel-cromo). La resistencia de las piezas obtenidas es hoy en día comparable a la de las técnicas de fundición o de mecanizado. El sinterizado directo de metal por láser es utilizado en producción industrial ^{101, 105, 112}.

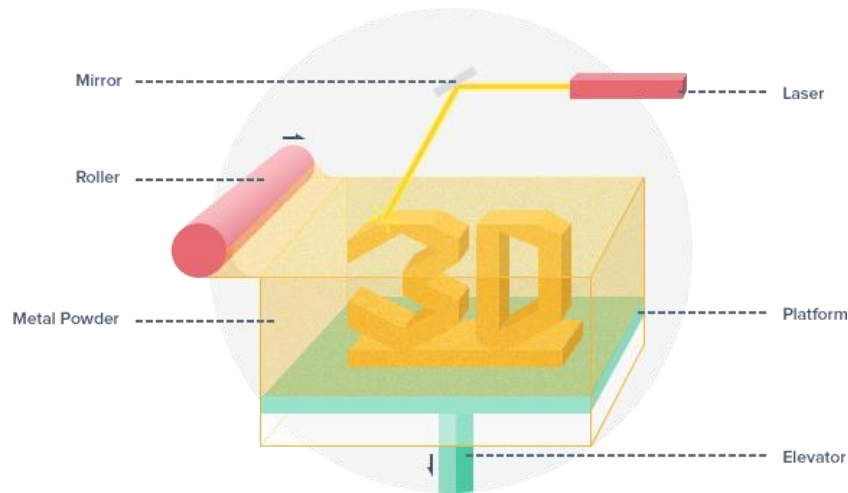


Figura 30. Modelo de funcionamiento de la tecnología DMLS ¹¹¹.

Como toda técnica de impresión 3D, la concepción de una pieza comienza con la creación de un modelo 3D con la ayuda de un software. La etapa siguiente, realizada por el software de la impresora, consiste en dividir el objeto en una multitud de capas de espesor fijo (en el caso del sinterizado directo de metal por láser, el espesor de la capa varía entre 20 y 100 μm) ¹⁰⁵.

La plataforma en la que se realiza la impresión está compuesta de 2 recipientes, cada uno activado por un pistón. El primero es recubierto de polvo metálico mientras que el segundo se encuentra vacío y situado al nivel de la plataforma. El proceso de impresión empieza añadiendo una fina capa de polvo (de una altura máxima determinada por el software de la impresora) en el recipiente vacío. El láser de fibra óptica (con una potencia que normalmente está entre los 200-400 W) fusiona el polvo metálico. Una vez que la materia se consolida, se aplica una segunda capa de polvo con la ayuda del sistema de pistones, y así sucesivamente hasta la creación completa de la pieza (figura 30).

Esta tecnología es muy utilizada en la industria aeroespacial, automovilística y médica (por ejemplo, para estructuras metálicas de prótesis removibles y fijas sobre dientes e implantes, o los implantes dentales, como podemos ver en las figuras 31-34), y de forma general para el prototipado y la fabricación de herramientas ^{20, 105}.

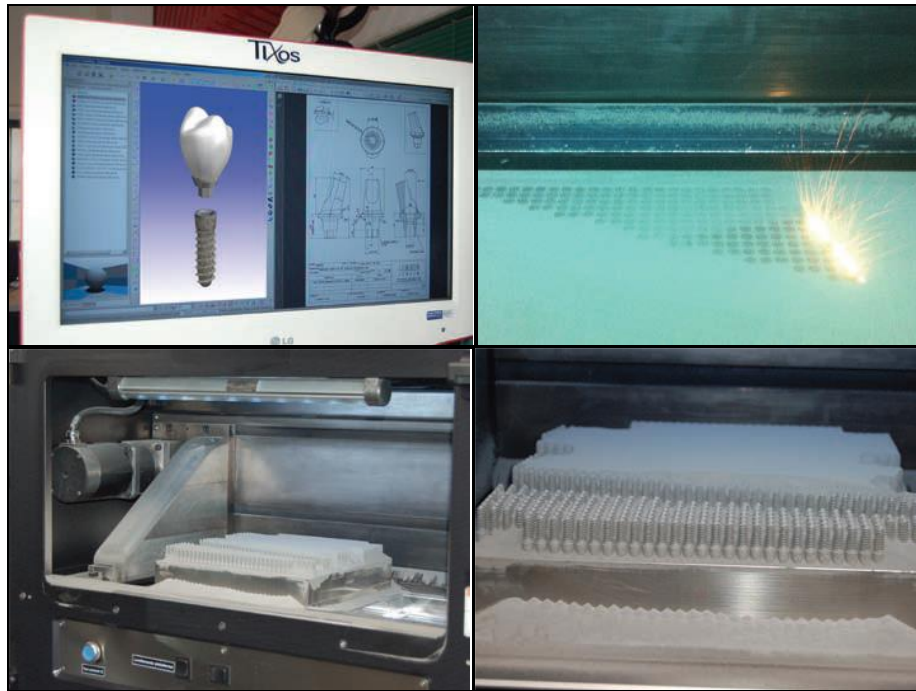


Figura 31, Figura 32, Figura 33 y Figura 34. *Imagen de DMLS para fabricación de implantes dentales Leader Tixos® mediante la impresora 3D EOSINT M 270®* ¹¹⁸.

Las principales empresas que utilizan sinterizado directo de metal por láser son EOS®, 3D Systems®, SLM Solutions®, Concept Laser®, Renishaw® y Realizer®. Y en el campo de la odontología, más concretamente las impresoras 3D de la empresa alemana EOS® (EOS GmbH Electro Optical Systems) con la EOSINT M 270® y M 280®, y las de la francesa Phenix™ Systems (adquirida por la empresa estadounidense 3D Systems®) con la gama de impresoras PXS™, PXM™ y PXL™ ^{102, 119}.

Este tipo de tecnología (DMLS) es la que hemos utilizado en este estudio en la elaboración de las copias de metal sinterizado, y en concreto con la impresora Phenix ProX® DMP 100 (también conocida como PXS™ o PX100®). Ya que es la sinterizadora con la que contaba el laboratorio de prótesis dental que ha colaborado en el presente trabajo, y que podemos ver en la siguiente imagen (figura 35):



Figura 35. Imagen de la impresora 3D Phenix ProX[®] DMP 100 utilizada para la sinterización de cofias de este estudio ¹²⁰.

3.4.1.3.2. Fusión por haz de electrones (EBM)

Este método de fabricación fue patentado por la empresa sueca Arcam[®] y consiste en fusionar un polvo de metal en vacío (para evitar porosidades y defectos) usando un haz de electrones ^{101, 105, 112, 121}.

El funcionamiento de esta tecnología, en inglés llamada *Electron Beam Melting*, es muy cercano al de la fusión selectiva por láser o SLM (*Selective Laser Melting*) ^{105, 123}. De hecho, la materia prima es al principio en forma de polvo que se pone en un tanque al interior de la máquina. Este polvo es luego depositado en forma de finas capas que se precalientan y se hacen fundir en los lugares donde se desea construir la pieza ^{109, 123}. La fabricación se hace entonces, capa por capa, repitiendo el proceso tantas veces sea necesario para obtener la pieza completa. Mientras que un filamento de tungsteno se calienta al vacío, este libera electrones que son partículas elementales cargadas eléctricamente. Estas partículas son aceleradas y dirigidas por electro-imanes con el fin de ser proyectadas a alta velocidad sobre la superficie del polvo. Este tiene por efecto el calentamiento de las partículas de polvo ^{121, 123} (ver figura 36).

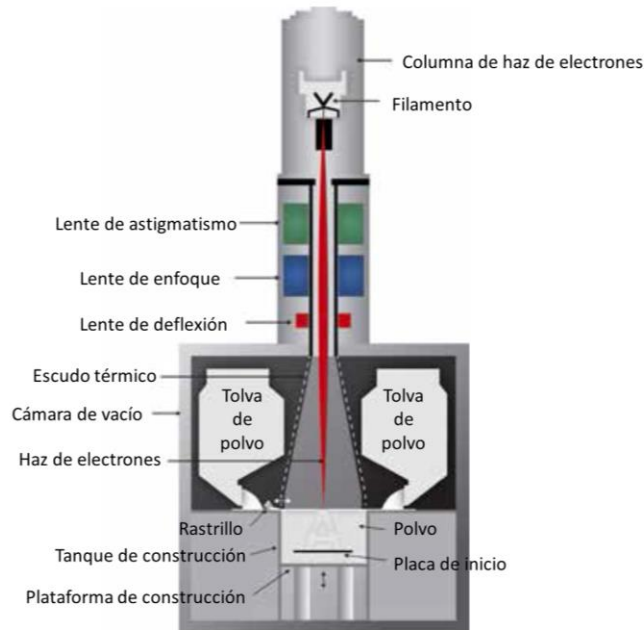


Figura 36. Modelo de funcionamiento de la tecnología EBM ¹²⁴.

Puede emplear casi cualquier tipo de aleación, pero debido a las dificultades técnicas y a las certificaciones adicionales necesarias fundamentalmente se emplean aleaciones de titanio y cromo-cobalto para implantes ortopédicos y componentes aeroespaciales (figuras 37 y 38) ^{124, 125}.



Figura 37 y Figura 38. Impresora 3D modelo Arcam Q20 utilizada en la industria aeronáutica (izquierda) y su cámara de construcción (derecha) ^{124, 126}.

3.4.1.3.3. Sinterizado selectivo por calor (SHS)

Este proceso, en inglés llamado *Selective Heat Sintering*, se basa en el uso de una cabeza de impresión térmica para aplicar calor a las capas de termoplástico en polvo. El proceso será de manera secuencial, en el momento en el que termine una capa, el lecho de polvo se moverá hacia abajo, y un rodillo automatizado añadirá una nueva capa de material que se sinterizará para formar la próxima sección transversal del modelo (ver figura 39) ^{101, 105, 112, 127, 128, 129}.

Una vez terminada la impresión del modelo o prototipo en 3D se eliminará el polvo sobrante en una cámara de limpieza y se sumergirá en agua para la eliminación de restos y su acabado ¹²⁹.

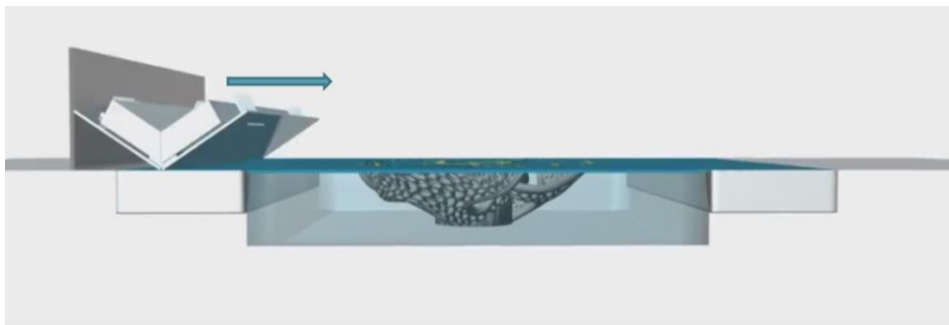


Figura 39. Representación del funcionamiento de la tecnología SHS con la impresora 3D danesa *Blueprinter*[®] que comercializa en España la empresa *Tr3sDland*[®] ¹²⁹.

El proceso de SHS es el mejor para la fabricación de prototipos de bajo costo para la evaluación de concepto, forma, y pruebas funcionales. Se puede considerar como un proceso similar a la sinterización selectiva por láser (SLS), pero con la principal diferencia de que el SHS emplea una carga térmica en el cabezal de impresión en lugar de un láser, haciendo así una solución más barata, ideal para la fabricación de prototipos y maquetas de pequeño tamaño ^{127, 128}.

Los materiales que se trabajan son termoplásticos en forma de polvo que tienen propiedades similares a las del nylon, como la poliamida ¹²⁷⁻¹²⁹.

3.4.1.3.4. Sinterizado selectivo por láser (SLS)

En inglés es denominada *Selective Laser Sintering*. Nace en los años 80 en la Universidad de Texas (Estados Unidos) por el entonces estudiante de pregrado Carl Deckard y su profesor de ingeniería mecánica, Joe Beaman ¹³⁰. Es una técnica de adición de prototipado rápido en la cual se deposita una capa de polvo de unas décimas de milímetro en una cuba que se ha calentado a una temperatura ligeramente inferior al punto de fusión del polvo. Seguidamente un láser CO₂ sinteriza el polvo en los puntos seleccionados (causando que las partículas se fusionen y solidifiquen) (figura 40) ^{5, 8, 20, 101, 102, 105, 109, 112, 130, 131}.

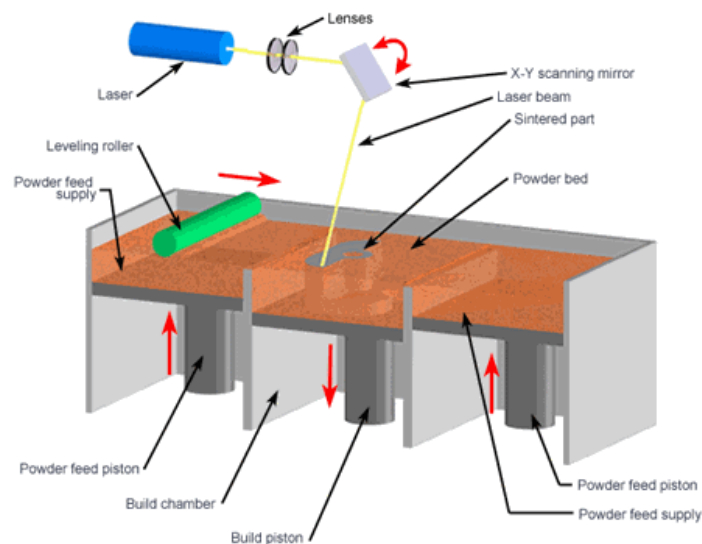


Figura 40. Modelo de funcionamiento de la tecnología SLS ¹³².

Es un proceso continuo de gran flexibilidad que permite la conversión de una gran variedad de materiales. Por ejemplo, partículas minerales de hierro, poliestireno, materiales cerámicos, cristal, nylon, etc ^{5, 8, 109, 102, 130}.

Se utiliza para pequeños volúmenes de piezas que requieran ser funcionales y logra exactitudes geométricas dentro de las 10 μm ^{8, 131}. Al contrario que en otros procesos de fabricación por adición, como la estereolitografía (SLA) y deposición de hilo fundido (FDM), la sinterización selectiva por láser tiene la ventaja de que no necesita de soportes ya que la parte sinterizada está todo el tiempo rodeada de polvo sin sinterizar que actúa de soporte ^{102, 109}.

3.4.1.3.5. *Proyección aglutinante (DSPC)*

Sus siglas vienen de las palabras inglesas *Direct Shell Production Casting*. La tecnología en la que se basa fue inventada y patentada por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (EE. UU.) y posteriormente desarrollada por la empresa Z Corporation® ^{102, 133}.

Esta tecnología trabaja mediante la deposición de material en polvo en capas y la ligazón selectiva del mismo mediante la impresión de "chorro de tinta" de un material aglutinante ^{101, 112, 102, 131, 133}.

La impresora crea el modelo de una capa a la vez mediante la difusión de una capa de polvo (yeso o resinas) y la impresión de un aglutinante en la sección transversal de la pieza, utilizando un proceso de inyección de tipo tinta (ver figura 44). Esto se repite hasta que cada capa ha sido impresa. Esta tecnología permite la impresión de prototipos de varios colores, con salientes o voladizos y piezas hechas de elastómeros ^{102, 131, 134, 135}.

Cuando ha finalizado la impresión 3D y se han eliminado los restos de polvo de la pieza, ésta se puede utilizar tal cual o someterla a un tratamiento de post-procesamiento para reforzar o mejorar el acabado. La fuerza de adhesión del polvo impreso se puede mejorar con impregnación de ceras o polímeros termoestables (resinas). Este proceso se conoce como *infiltración* y la decisión de si debe realizarse una infiltración depende del uso al que se destine el modelo ^{102, 133}.

Los infiltrantes son materiales opcionales a base de resinas, que se suelen pulverizar o aplicar en la superficie del modelo. El infiltrante rellena los orificios microscópicos del modelo, sellando su superficie, mejorando la saturación del color y mejorando las propiedades mecánicas del modelo a medida que cura (figuras 41-43).

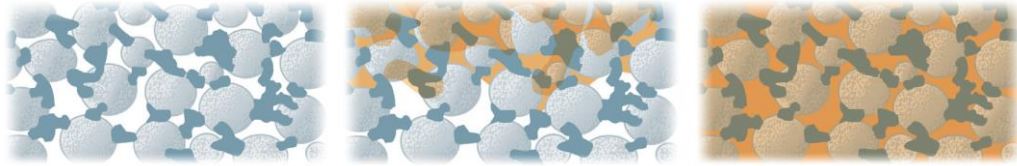


Figura 41, Figura 42 y Figura 43. *El aglutinante solidifica el polvo (imagen izquierda), el infiltrante va eliminando los huecos sin rellenar de la matriz (imagen central) y termina sellándola (imagen derecha)* ¹³³.

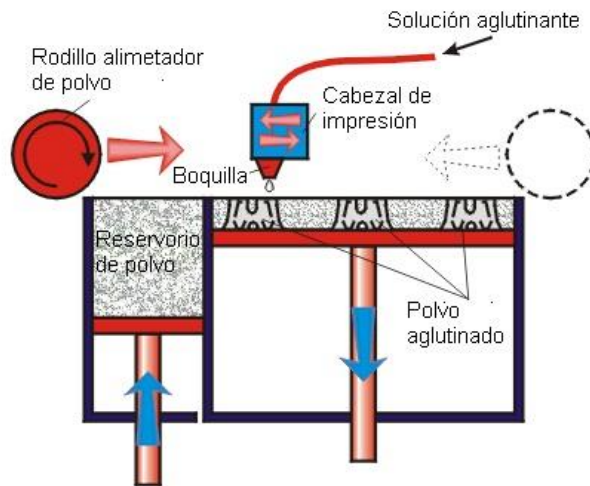


Figura 44. *Modelo de funcionamiento de la tecnología DSPPC o proyección aglutinante* ¹³⁴.

Entre las aplicaciones que tiene esta tecnología encontramos prototipos conceptuales y funcionales, de análisis de elementos finitos, desarrollo de embalajes, modelos para tanteo de mercado, herramientas de ventas, creación de moldes para fundición de metal, creación de patrones para microfusión o piezas flexibles como por ejemplo en prótesis maxilofacial, cirugía guiada o para la confección de coronas provisionales ^{29, 102, 131, 133, 135, 136}.

Aunque hay que decir que en general se reserva la fabricación de precisión a la estereolitografía y cuando se necesitan mejores propiedades mecánicas del modelo (prototipos funcionales) se prefiere el sinterizado, que ofrece más

variedad de materiales (resinas fotosensibles, materiales termofusibles, metales, cerámica, papel plastificado).

3.4.1.4. Laminado: Laminado de capas (LOM)

Es un proceso de fabricación aditiva desarrollado por la empresa Cubic Technologies (*Laminated Object Manufacturing*). En ella distintas capas de material (papel recubierto con adhesivo, plástico o láminas de metal) son pegadas con adhesivo y recortadas con su forma definitiva con fresadora o láser CO₂. Un rodillo caliente pasa sobre la hoja de material en la plataforma de construcción para fusionar el adhesivo aplicado y presionar las láminas sobre la plataforma. Un láser controlado por ordenador o una cuchilla, cortan posteriormente el material con la forma deseada (proceso representado en figura 45)^{101, 102, 109, 112, 137}.

Los materiales que trabaja son papel, plástico o metal (todos ellos en láminas). No es una tecnología ideal para la creación de objetos con geometrías complejas y ya que este proceso no produce piezas de muy alta precisión, no suele utilizarse para crear prototipos funcionales. Como no requiere cámara de vacío su aplicación se basa en la producción de modelos a escala y prototipos conceptuales (gran tamaño)^{102, 137}.

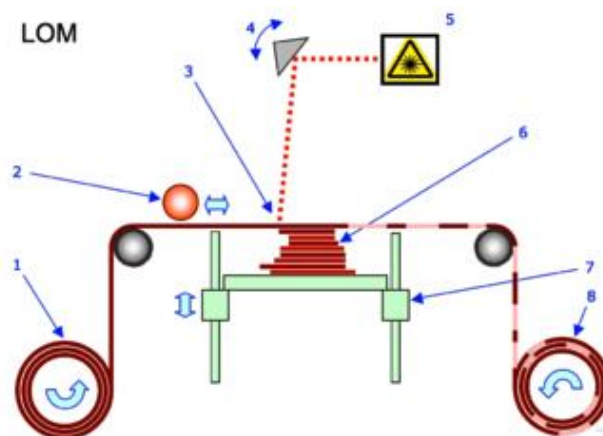


Figura 45. Modelo de funcionamiento de la tecnología LOM¹¹⁷, donde: 1) Suministro de láminas; 2) Rodillo calentado; 3) Rayo láser; 4) Prisma de escaneado; 5) Unidad láser; 6) Capas; 7) Plataforma móvil; 8) Desechos.

3.4.1.5. Fotoquímicos

3.4.1.5.1. Estereolitografía (SLA)

Este proceso, conocido como SLA (*Stereolithograph Apparatus*), es considerado como el origen de los procesos de impresión 3D con el primer modelo patentado en 1984 por Charles W. Hull y el empresario Raymond S. Freed, y la primera máquina comercial desarrollada por 3D Systems en 1988 ^{101, 102, 109}.

Utiliza el principio de fotopolimerización para fabricar modelos en resinas acrílicas o epóxicas y en ABS, de todos los tamaños y de una geometría compleja con una gran precisión ^{5, 105, 112}.

Antes de la impresión, un archivo numérico 3D es obtenido a través de un software de CAD (SolidWorks, Sculpt o Maya, por ejemplo). Este archivo, generalmente en formato STL, es transmitido a la máquina, donde un segundo software hace un corte del modelo en varias capas de impresión con un espesor fijo ^{20, 102, 105, 109}.

En este proceso, la pieza es impresa sobre una plataforma horizontal, sumergida en un líquido plástico monómero. Inicialmente, la fotopolimerización del monómero es provocada por un rayo de luz ultravioleta controlado con la ayuda de deflectores que son espejos de alta precisión ubicados sobre los galvanómetros. El rayo láser recorre la superficie de resina líquida en función del modelo 3D numérico transmitido a la impresora ^{20, 102, 105, 109}.

Una vez que una capa de material es solidificada, la plataforma desciende según el espesor de la capa siguiente y una nueva sección es tratada. Así, hay tantos ciclos como capas necesarias para obtener el volumen completo de la pieza (ver figura 46) ^{102, 105, 109}.

La solidificación de la resina líquida depende de la energía por unidad de superficie (o "exposición") depositada durante el movimiento del punto enfocado en la superficie del fotopolímero. Hay un umbral de exposición que debe ser excedido para que el fotopolímero solidifique ¹⁰².

Para mantener la exactitud y la consistencia durante la construcción de la pieza utilizando el SLA, se debe controlar la profundidad de curado y la anchura de la línea curada. Como tal, la exposición exacta y el tamaño de la zona enfocada se vuelven esenciales. Los parámetros que influyen en el rendimiento y la funcionalidad de los modelos generados son las propiedades físicas y químicas de la resina, velocidad y resolución del sistema de exploración óptica, potencia, longitud de onda y tipo del láser utilizado, tamaño del punto del láser, sistema de recubrimiento y post-procesado ¹⁰².

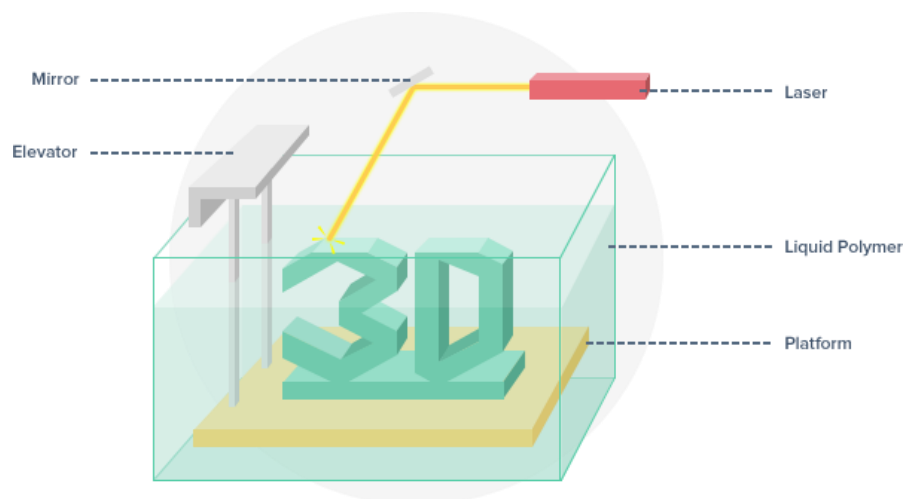


Figura 46. *Modelo de funcionamiento de la tecnología SLA* ¹¹¹.

A diferencia de otras técnicas como el sinterizado selectivo por láser (SLS) y la deposición de material fundido (FDM o FFF), es necesario un tratamiento posterior en un horno con luz ultravioleta para terminar la polimerización y aumentar al máximo la resistencia del material. Una vez que la pieza tridimensional se ha completado, ésta se sumerge en un baño químico que retira el exceso de resina. Esta tecnología es generalmente utilizada para el prototipado en todas las áreas de la industria gracias a su rapidez, pero, según la calidad de la

impresora, también es posible obtener piezas inmediatamente funcionales, como por ejemplo, modelos dentales, férulas de cirugía guiada o alineadores de ortodoncia (figura 47) ^{29, 41, 105, 109, 125, 136, 138, 139}.



Figura 47. *Alineador utilizado en ortodoncia fabricado con estereolitografía* ¹³⁹.

En este apartado tenemos que hablar también de otro procedimiento de fabricación aditiva utilizado en la creación de prototipos rápidos: la tecnología PolyJet, que estaría situada entre la estereolitografía (SLA) y la impresión de tinta (DSPC).

Esta tecnología al igual que la SLA, también utiliza fotopolímeros líquidos que se endurecen por exposición a un láser ultravioleta. Las impresoras PolyJet poseen dos cabezales de impresión: uno responsable de dispensar el fotopolímero líquido y el otro que es responsable de la activación del láser que se coloca detrás del recipiente que contiene el líquido (es necesario que el láser endurezca el líquido para crear las capas del objeto que se imprime). El proceso es mucho menos complicado en comparación con la estereolitografía debido al hecho de que no se requiere receptáculo cuando se imprime el objeto, por la presencia de los dos cabezales de la impresora. Como resultado, las impresoras PolyJet tienen un parecido más cercano a las impresoras por inyección de tinta que a las impresoras de SLA ^{5, 102, 105, 140}.

En cuanto a las ventajas del PolyJet podríamos decir que es muy eficaz cuando se utiliza con materiales flexibles, no requiere un tratamiento adicional en un horno de ultravioleta, su alta resolución con propiedades geométricas (permite capas desde las 16 a las 32 μm), su acabado con superficies lisas ¹³¹ y su capacidad única de imprimir varias materias simultáneamente ¹⁴¹. Su gran desventaja respecto a la estereolitografía es que no puede producir objetos tan voluminosos ^{102, 140, 142}.

Entre las aplicaciones de la tecnología PolyJet están la electrónica (componentes, conectores y carcasas para telefonía móvil), patrones maestros, modelos flexibles de goma, prototipos para accesorios, válvulas y piezas con complejas características interiores, modelos de presentación, herramientas y prototipos de dispositivos y aparatos médicos. Por ejemplo, en nuestro sector se puede utilizar para la fabricación de modelos, cirugía guiada, férulas de ortodoncia, coronas provisionales y prótesis maxilofacial ^{20, 102, 131, 140, 141, 142, 143}.

3.4.1.5.2. Fotopolimerización por luz ultravioleta (SGC)

Es conocido como fotopolimerización en tierra sólida (*Solid Ground Curing*) y fue creado por la empresa israelí Cubital en 1991. Está basada, al igual que la estereolitografía, en la solidificación de un fotopolímero o resina fotosensible pero se diferencia de ella en que se irradia con una lámpara de UV de gran potencia todos los puntos de la sección simultáneamente ^{101, 102, 112, 127, 144}.

La tecnología SGC realiza un curado de un fotopolímero capa a capa. En lugar de usar un láser explorador para realizar el curado de una capa dada, la capa completa se expone a una fuente de luz UV a través de una máscara que se coloca encima de la superficie de un polímero líquido. El proceso de endurecimiento requiere de 2 a 3 segundos por capa. Primeramente, se genera un modelo CAD dividido por capas para lo cual se puede utilizar software Data Front End[®] (DFE[®]). Para cada capa se genera una máscara. Se distribuye una capa plana delgada de fotopolímero líquido sobre la superficie de trabajo y se coloca la

máscara encima, se expone entonces a una fuente UV de alta energía. El líquido expuesto a la fuente solidifica y el que queda oculto por la máscara queda en estado líquido. Acto seguido se limpia el área de trabajo retirando el líquido sobrante y se rellenan las áreas abiertas de la capa con cera caliente, la cual servirá de sostén al enfriarse (ver proceso en figura 48) ^{127, 102}.

Según su creador se obtiene mayor precisión y mejores propiedades mecánicas debido a la forma de polimerización, y las piezas generadas no sufren efecto de contracción.

Tiene la desventaja de que se necesitan ventiladores y vitrinas de trabajo oscuras porque se usan resinas tóxicas ^{102, 141, 144}.

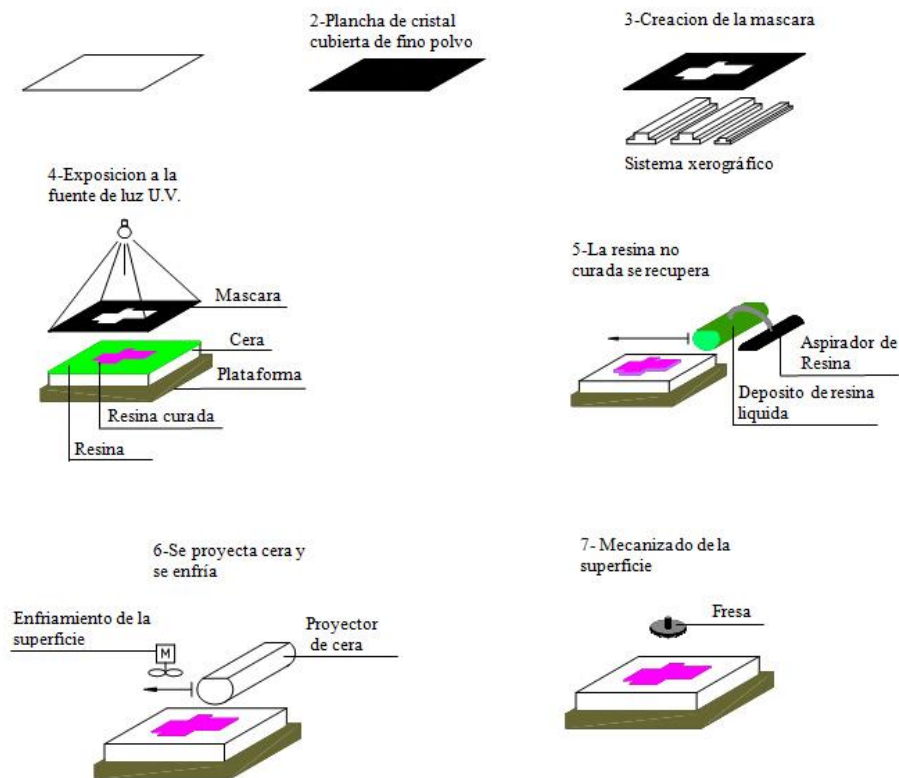


Figura 48. Modelo de funcionamiento de la tecnología SGC ¹⁴⁴.

3.4.2. Sustracción

La segunda forma de fabricación por CAD/CAM se realiza mediante la *sustracción* de material.

Consiste en obtener el objeto deseado eliminando material del objeto primitivo (de geometría mayor) mediante máquinas herramienta por métodos tradicionales de arranque de viruta y abrasivos. Entre ellas podemos mencionar: fresadora, torno, rectificadora, máquina de corte por láser, por chorro de agua o por electroerosión, estampadora, prensa, brazo robotizado, etc ^{20, 22, 33, 41, 145, 146, 151}.

Este tipo de máquinas herramienta funciona con tecnología de control numérico computarizado (CNC), que quiere decir que usa **un ordenador para controlar y monitorizar los movimientos de la máquina herramienta** (figura 50). El controlador de las máquinas CNC recibe instrucciones del ordenador (en forma de códigos G y códigos M) y mediante su propio software convierte esas instrucciones en señales eléctricas destinadas a activar los motores que, a su vez, pondrán en marcha el sistema de accionamiento ^{22, 145, 147-151}.

Para entender mejor esta tecnología vamos a explicar cuáles son sus partes y las funciones que tiene cada una de ellas ^{20, 145, 147, 148, 149, 150, 151}:

- **Control de movimiento**: Todas las máquinas CNC comparten una característica en común: tienen dos o más direcciones programables de movimiento llamadas *ejes*. Un **eje de movimiento** puede ser lineal (en línea recta) o rotatorio (en una trayectoria circular). Una de las primeras especificaciones que implica la complejidad de una máquina CNC es la cantidad de ejes que tiene. En términos generales, a mayor cantidad de ejes, mayor complejidad.

Los ejes de una **máquina CNC** son un requisito para generar los movimientos necesarios para el proceso de fabricación. Se denominan con letras, y los nombres más comunes de los ejes lineales son X, Y y Z, mientras que los más comunes de los ejes giratorios son A, B y C.

A su vez, cada código contiene variables (direcciones), identificadas con otras letras y definidas por el programador para cada función específica. Por ejemplo, F define la velocidad de avance, S la velocidad del husillo, T la herramienta seleccionada, X, Y y Z el movimiento de los ejes, I, J y K la localización del centro de un arco, etc.

CÓDIGOS G	CÓDIGOS M
G00: Posicionamiento rápido (sin maquinar)	M00: Parada opcional
G01: Interpolación lineal (maquinando)	M01: Parada opcional
G02: Interpolación circular (horaria)	M02: Reinicio del programa
G03: Interpolación circular (antihoraria)	M03: Hacer girar el husillo en sentido horario
G04: Compás de espera	M04: Hacer girar el husillo en sentido antihorario
G10: Ajuste del valor de offset del programa	M05: Frenar el husillo
G20: Comienzo de uso de unidades imperiales (pulgadas)	M06: Cambiar de herramienta
G21: Comienzo de uso de unidades métricas	M07: Abrir el paso del refrigerante B
G28: Volver al home de la máquina	M08: Abrir el paso del refrigerante A
G32: Maquinar una rosca en una pasada	M09: Cerrar el paso de los refrigerantes
G36: Compensación automática de herramienta en X	M10: Abrir mordazas
G37: Compensación automática de herramienta en Z	M11: Cerrar mordazas
G40: Cancelar compensación de radio de curvatura de herramienta	M13: Hacer girar el husillo en sentido horario y abrir el paso de refrigerante
G41: Compensación de radio de curvatura de herramienta a la izquierda	M14: Hacer girar el husillo en sentido antihorario y abrir el paso de refrigerante
G42: Compensación de radio de curvatura de herramienta a la derecha	M30: Finalizar programa y poner el puntero de ejecución en su inicio
G70: Ciclo de acabado	M31: Incrementar el contador de partes
G71: Ciclo de maquinado en torneado	M37: Frenar el husillo y abrir la guarda
G72: Ciclo de maquinado en frentado	M38: Abrir la guarda
G73: Repetición de patrón	M39: Cerrar la guarda
G74: Taladrado intermitente, con salida para retirar virutas	M40: Extender el alimentador de piezas
G76: Maquinar una rosca en múltiples pasadas	M41: Retraer el alimentador de piezas
G96: Comienzo de desbaste a velocidad tangencial constante	M43: Avisar a la cinta transportadora que avance
G97: Fin de desbaste a velocidad tangencial constante	M44: Avisar a la cinta transportadora que retroceda
G98: Velocidad de alimentación (unidades/min)	M45: Avisar a la cinta transportadora que frene
G99: Velocidad de alimentación (unidades/revolución)	M48: Inhabilitar Spindle y Feed override (maquinar exclusivamente con las velocidades programadas)
	M49: Cancelar M48
	M62: Activar salida auxiliar 1
	M63: Activar salida auxiliar 2
	M64: Desactivar salida auxiliar 1
	M65: Desactivar salida auxiliar 2
	M66: Esperar hasta que la entrada 1 esté en ON
	M67: Esperar hasta que la entrada 2 esté en ON
	M70: Activar espejo en X
	M76: Esperar hasta que la entrada 1 esté en OFF
	M77: Esperar hasta que la entrada 2 esté en OFF
	M80: Desactivar el espejo en X
	M98: Llamada a subprograma
	M99: Retorno de subprograma

Tabla 4. Códigos G y M para fresadora CNC¹⁴⁷.

Conforme a la tabla anterior (tabla 4), y a modo de ejemplo, un bloque como este:

N0040 G01 X25.000 Z32.000 F500

Indicaría lo siguiente:

- Número del registro: 0040
- Procedimiento a realizar: G01, es decir, trasladarse al punto (X=25 mm, Z=32 mm) a través de una línea recta.
- Avance: 500 (mm/rev o mm/min, según se haya especificado previamente).

- **Controlador CNC**: Interpreta el programa, solventa los posibles errores, realiza funciones de verificación tales como el control de la exactitud del programa, etc.
- **Programa CAM**: En la mayoría de las ocasiones funciona conjuntamente con el programa CAD, que determina las operaciones de mecanizado a realizar, y automáticamente el programa CAM crea el listado secuencial de instrucciones (programa CNC).
- **Sistema DNC**: Es un ordenador conectado en red a una o varias máquinas herramienta que carga el programa CNC en el controlador.



Figura 50. Imagen de la máquina CNC Fresadora 8065 M de 5 ejes de la marca Fagor®

152

La gran ventaja que tiene la mecanización CNC es su precisión y repetitividad. A nivel industrial, se pueden fabricar miniserias y series con una exactitud sorprendente y superficies de gran calidad, que en muchos casos no requieren ni siquiera un tratamiento posterior ^{150, 153, 154}.

Podemos disponer de nuestra pequeña fresadora de 3, 4 o 5 ejes + torno CNC de precio asequible para disponer en cualquier momento de la capacidad de fabricar una pieza sin esperas, como las fresadoras de clínica (Cerec® MC, Planmeca PlanMill® 40,

E4D® Sky,...) ²⁰. Pero es importante considerar que los equipos de fabricación sustractiva son por lo general muy ruidosos (arrancan material por fuerza bruta) y generan mucha viruta y polvo grueso ¹⁵⁵, por lo que se requiere un lugar adecuado para ello.

La otra opción es solicitar a una empresa de mecanizado que nos fabrique las piezas basadas en nuestros diseños CAD ^{20, 37, 156}. Esto suele tener un coste de arranque de máquina, que consiste en la preparación y programación de la máquina, la preparación de los útiles de sujeción de las piezas a mecanizar y las primeras pruebas de conformidad. Además de este coste de arranque de máquina está el coste unitario. En definitiva, a nivel industrial es preferible fabricar varias unidades en una tirada, ya que el coste unitario final será inferior que el de solicitar una pieza única ¹⁵⁷. A nivel odontológico las piezas fabricadas son personalizadas por lo que los centros de fresado tratan de agrupar trabajos de distintos pacientes para reducir costes de producción. Hace unos años lo más común era encontrar laboratorios de prótesis con escáneres de modelos que trabajaban con centros de fresado externos. Pero a día de hoy son cada vez más los laboratorios protésicos que están adquiriendo esta tecnología y convirtiéndose ellos mismos en centros de fresado.

Además, una ventaja obvia de encargar la fabricación de la pieza es que ésta se deja en manos de profesionales con máquinas de alta calidad, por lo que los resultados serán previsiblemente mejores. Como podemos ver en el estudio de Zeltner y cols. ¹⁵⁸. Hablamos ya de trabajos que pueden estar entre las 10-50 µm de discrepancia marginal y, sobre todo, de estandarizar el proceso a nivel industrial y no depender de las variaciones en las prótesis producidas por la influencia del técnico de laboratorio y los materiales ^{20, 33, 34}.

Como decíamos, en la industria hay máquinas que son capaces de obtener piezas con muy buena precisión y calidad, que poseen una resolución de 1µm, y que minimizan los trabajos de acabado por mecanizado. Entre las que se encuentran las de las casas comerciales americanas OPTOMECH® (Nuevo Méjico), RPM Innovations, Inc. (Dakota del Sur) o Huffman® (Carolina del Sur) ¹⁰⁵.

En la actualidad, se han desarrollado una serie de soluciones comerciales híbridas que combinan la fabricación aditiva y el mecanizado, aunando las ventajas de cada uno de ellos ¹⁹. Es decir, integran a un centro de mecanizado convencional los elementos necesarios para realizar aportes de material compartiendo la cinemática de la máquina. De esta forma se podría añadir material en zonas geoméricamente complejas y realizar el acabado completo por mecanizado manteniendo el mismo origen en todo momento.

Dos ejemplos de este tipo de máquinas híbridas son la Laser-Tech 65 3D presentada por DMG-Mori Seiki (figura 51) (formada por la asociación de la empresa japonesa Mori Seiki® y la alemana GILDEMEISTER®) en la Feria Mundial para la Fabricación de Moldes, Modelo y Utillaje, Diseño, Fabricación Aditiva y Desarrollo de Productos “Euromold” 2013 y la Integrex i-400AM (figura 52) presentada por Mazak en la Feria Internacional de Máquinas Herramienta de Japón “JIMTOF” 2014 ¹⁰⁵.



Figura 51 y Figura 52. Máquinas híbridas industriales DMG-Mori Seiki LasertTech 65 3D (imagen izquierda) y Mazak Integrex i-400AM (imagen derecha) ¹⁰⁵.

Por el momento esta tecnología sólo está disponible a nivel industrial porque implementarlo en el sector dental aún resulta demasiado costoso, aunque será cuestión de tiempo. A nivel dental, siguiendo esta misma filosofía de combinación de tecnología aditiva y sustractiva, conseguimos estos resultados fabricando primeramente con

sinterizado directo de metal por láser y posteriormente llevando la estructura obtenida a una máquina de fresado de 5 ejes de máxima precisión. En las siguientes imágenes (figuras 53 y 54) vemos ejemplos de trabajos que consiguen resultados excelentes:



Figura 53. Imagen de estructuras metálicas de Cr-Co para coronas implantosoportadas atornilladas con tecnología híbrida Sintex® de la empresa Bioinnovación Dental® 159.

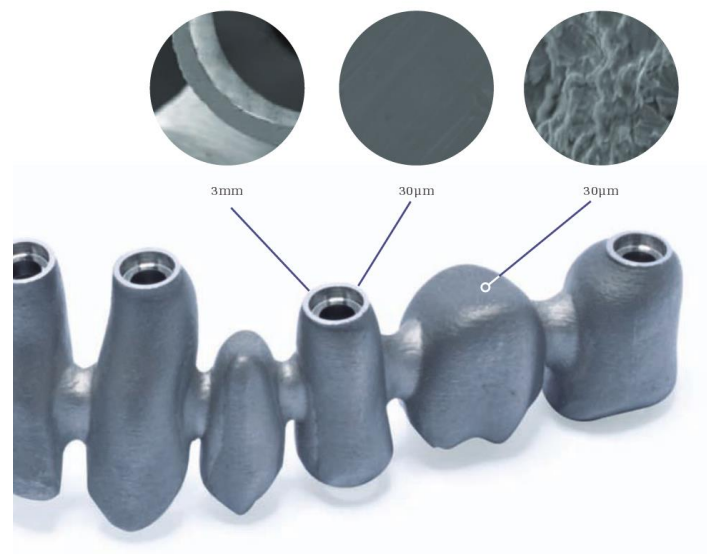


Figura 54. Imagen de estructura metálica de Cr-Co para rehabilitación sobre implantes de hexágono externo con tecnología híbrida patentada Adhoc® de la casa comercial Phibo® 160.

En los casos anteriores, tanto la empresa Bioinnovación dental® como la empresa Phibo® emplean para la sinterización las máquinas EOSINT M 280® (figura

55). Mientras que para el fresado utilizan la Mikron MILL S 400 U® y DMG-MORI HSC 20 linear® respectivamente (figuras 56 y 57).



Figura 55. Imágenes de la máquina de sinterización láser EOSINT M 280® ¹⁶¹.



Figura 56 y Figura 57. Imágenes de las máquinas de precisión de 5 ejes Mikron MILL S 400 U® (izquierda) ¹⁶² y DMG-MORI HSC 20 linear® (derecha) ¹⁶³.

3.4.3. Ventajas e inconvenientes de las tecnologías aditiva y sustractiva

- VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA ADITIVA ^{5, 102, 105, 164}
 - Complejidad estructural (productos aligerados y de formas y diseños complejos)
 - Alto grado de automatización
 - Exactitud
 - Durabilidad (dependiendo del material)
 - Alta repetitividad
 - Producción a pequeña escala
 - Fabricación de modelos funcionales
 - Reducción de errores de montaje y costes
 - Estética en el acabado de materiales plásticos
 - Combinación de materiales en la fabricación
 - Acceso doméstico a la tecnología
 - Menor desperdicio de material
 - Menor impacto medioambiental

- INCONVENIENTES DE LA TECNOLOGÍA ADITIVA ^{102, 105}
 - Tamaño de fabricación limitado
 - Selección de materiales limitada
 - Coste de los materiales
 - Fabricación lenta y secuencial
 - Acabado requiere procesamiento posterior
 - Peor acabado que con mecanizado
 - Gran inversión necesaria para adquirir algunos equipos
 - Dinámica de los procesos aún desconocida
 - Manipulación de los materiales (polvo)
 - Vulneración de los derechos de autor (copyright)
 - Acceso doméstico a la tecnología (fabricación sin control de artículos peligrosos)

- VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA SUSTRACTIVA ^{153, 154}
 - Selección de materiales más amplia
 - Buen control dimensional
 - Buen acabado en superficie
 - Alto grado de automatización
 - Alta repetitividad
 - Mayor velocidad de fabricación

- INCONVENIENTES DE LA TECNOLOGÍA SUSTRACTIVA ^{153, 154}
 - Desperdicio de material
 - Limitaciones geométricas en la fabricación
 - Mayor impacto medioambiental

3.5. Flujo de trabajo de los diferentes sistemas CAD/CAM

Según el sistema CAD/CAM elegido tendremos una serie de etapas que compondrán el flujo de trabajo.

Así pues, si el sistema elegido es un **escáner intraoral indirecto** (figura 58) como el LavaTM-C.O.S utilizado en este estudio, la realización de la toma de impresión será digital. Una vez obtenido el modelo digital se enviará al laboratorio autorizado vía internet quien se encargará de la preparación del modelo, marcado de márgenes e individualización. El laboratorio autorizado enviará a su vez la información al centro de producción del modelo estereolitográfico (modelo SLA).

A partir de aquí surgen 2 posibles vías de trabajo: la primera de ellas será la fabricación tradicional sobre el modelo SLA, es decir, se sustituye el modelo de

escayola por el modelo SLA y se prepara la restauración en el laboratorio pero sobre el modelo físico. La segunda será haciendo llegar desde el centro de producción del modelo SLA un modelo virtual en paralelo para crear la estructura mediante tecnología CAD/CAM (ya sea fresado o sinterizado). Se puede incluso trabajar únicamente con el modelo virtual y no fabricar el modelo SLA.

Posteriormente podremos cargar el recubrimiento cerámico de forma tradicional o si este ha sido fresado fusionándolo a la cofia. A día de hoy también se pueden tomar impresiones para implantes

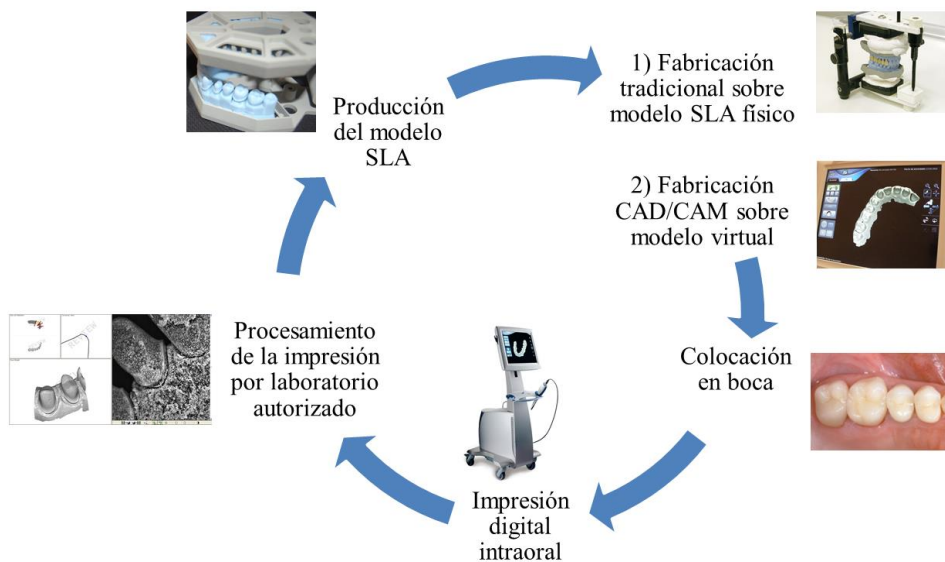


Figura 58. Diagrama del flujo de trabajo con escáner intraoral indirecto.

Si el sistema elegido es un **escáner intraoral directo** (figura 59) como por ejemplo el Cerec AC[®], tras la digitalización en boca el propio profesional diseñará la restauración de forma anatómica, enviará los datos a la fresadora que fabricará la restauración cerámica y mediante el horno de sinterizado y glaseado ésta se terminará directamente en una sesión en clínica. Los materiales que trabaja este sistema son cerámica feldespática, de vidrio y de disilicato de litio, óxido de circonio completamente anatómico, cerámica híbrida y bloques de resina en tamaños mono.

Además, permite la fabricación de coronas sobre implante tanto atornilladas como fabricar un pilar anatómico atornillado y una corona.



Figura 59. Diagrama del flujo de trabajo con escáner intraoral directo.

Debemos recordar que al ser un procedimiento que se realiza en su totalidad en la consulta odontológica tenemos las limitaciones propias del sistema y no se puede fabricar cualquier tipo de restauración.

Si el sistema elegido ha sido un **escáner extraoral** (figura 60), ya sea óptico o mecánico, en primer lugar, debemos seleccionar una cubeta y el material de impresión adecuado para el caso, y hacer una impresión convencional. Ésta será vaciada en escayola y obtendremos un modelo de trabajo que se digitalizará.

En ocasiones, como ya hemos comentado en apartados anteriores, hay sistemas ópticos que nos permiten digitalizar la impresión.

Una vez se ha preparado el modelo virtual se envía la información a la fresadora o sinterizadora para la fabricación de la estructura de la restauración por sustracción o adición respectivamente. En el caso del LavaTM-Scan ST, objeto de este estudio, para las coronas individuales, el sistema permite fresar la cofia para después colocar la cerámica

de recubrimiento Lava™ Ceram, fresar un patrón de cera para hacer una corona metal-cerámica y cargar tradicionalmente el recubrimiento, o fresar la cofia y también la cerámica de recubrimiento y fusionarlas mediante la cerámica Lava™ DVS Fusion Porcelain en el laboratorio. En otras ocasiones, y dependiendo de la capacidad y tamaño de los laboratorios, éstos recurren a centros de fresado para la fabricación de las estructuras que les serán enviadas para la terminación de la rehabilitación.

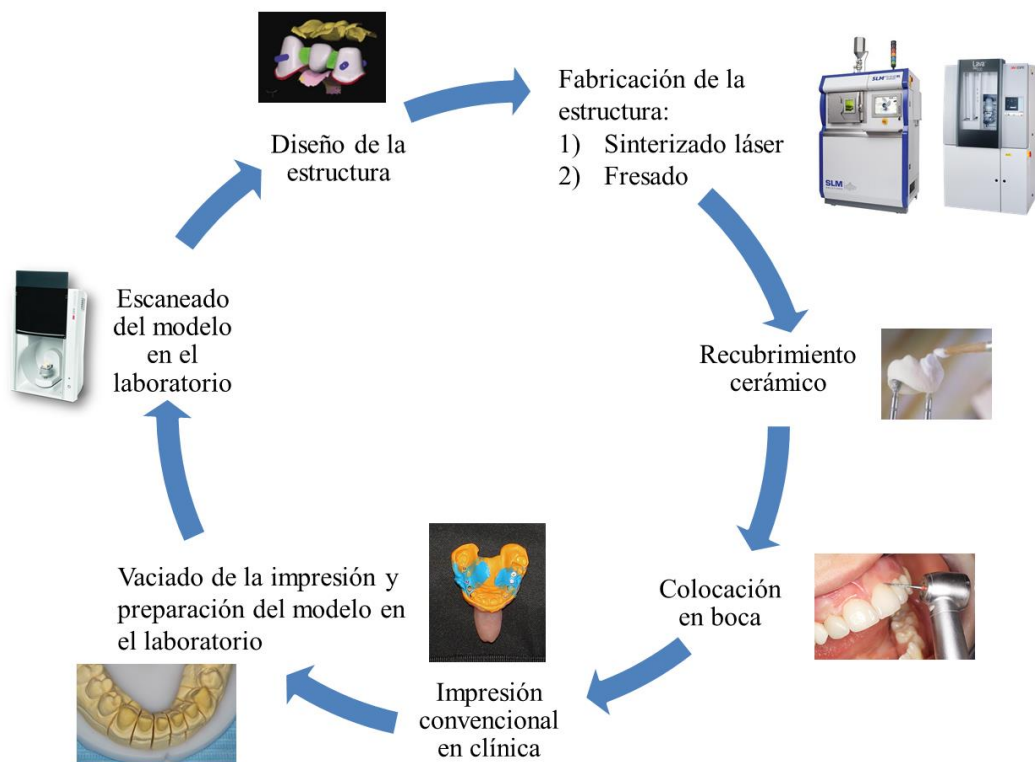


Figura 60. *Diagrama del flujo de trabajo con escáner extraoral (de laboratorio).*

3.6. *Ventajas e inconvenientes de los sistemas CAD/CAM*

3.6.1. *Ventajas*

Con la evolución de la tecnología informática y la constante predisposición a la mejora de las técnicas y materiales empleados surgen los nuevos métodos CAD/CAM odontológicos^{5,165}, que vienen a simplificar los procedimientos clínicos y de laboratorio con el fin de aumentar la calidad y reducir tiempos y costes de producción^{5,7-17}.

Los sistemas CAD/CAM aportan grandes ventajas tales como: la homogeneidad de los materiales, que supone un aumento considerable en la calidad de las restauraciones^{11, 16, 32, 34, 166}, y además se eliminan las distorsiones producidas durante el proceso de colado por los cambios dimensionales del revestimiento o el patrón de cera⁷; la posibilidad de terminar las restauraciones en una única sesión clínica^{11, 167}; para muchos autores la mayor ventaja es el ajuste marginal excelente que se logra y una disminución de los errores humanos, ya que gran parte de la producción se controla por ordenador^{5, 34, 10, 11, 85}. Para otros autores, la principal ventaja es la reducción de tiempos y costes de fabricación, por los procesos de laboratorio eliminados^{5, 7, 8, 10, 11, 16, 17, 165, 167-170}. Con la introducción de estos sistemas también conseguimos trabajar con materiales que anteriormente no estaban disponibles como la alúmina y el circonio^{7, 16, 32, 135, 171}.

Cabe destacar que los escáneres intraorales aportan otra serie de ventajas que se suman a las anteriores, como la comodidad para el paciente^{10, 11, 16, 43, 44, 48, 58, 59, 68, 85, 164, 165, 172-177} (aunque hemos encontrado estudios como el de Aragón y cols.¹⁷⁸ en los que los pacientes entrevistados no opinan lo mismo), la visualización del espacio protésico y el chequeo de la impresión previa a la confección de las restauraciones^{10, 11, 16, 32, 68, 85, 168}, la comunicación con el paciente^{11, 19, 32}, el almacenamiento de los modelos digitales^{41, 11, 58, 59}, la mayor velocidad de procedimiento de toma de impresión respecto a las impresiones convencionales (Patzelt y cols.¹⁷⁹, Lee y Gallucci^{169, 180}, Brandt y cols.¹³, Schepke y cols.¹⁷⁷, Schaefer y cols.¹⁶, Vecsei y cols.⁴⁴), aunque otros autores piensan lo contrario (Benic y cols.¹⁷², Burhardt y cols.¹⁷³, Wismeijer y cols.¹⁸¹ o Grünheid y cols.¹⁷⁴); o la eliminación de fases en el proceso CAD/CAM^{5, 11, 21, 32, 43, 47, 59, 68, 85, 165, 167, 175, 178}.

Pasos eliminados en la consulta:

- Selección de la cubeta
- Eliminación de mezcla y dispensado de materiales
- Ajuste de los materiales
- Desinfección de la impresión
- Embalaje y envío de impresión
- Almacenamiento físico de modelos

Pasos eliminados en laboratorio:

- Vaciado de la escayola
- Zocalado y pins
- Seguetado de los modelos
- Seguetado y exposición de los márgenes
- Escaneado
- Envío y recepción del modelo en las fases pruebas intermedias

Además, eliminar las impresiones convencionales nos evita problemas como la distorsión de la impresión por almacenamiento inadecuado o el extravío de la propia impresión, teniendo que llevar a cabo otra impresión al paciente ^{43, 175}. Por todo ello, y por su beneficio ecológico añadido, hay autores como Baroudi y cols. ¹⁶¹ que los consideran como primera opción por delante de los métodos convencionales y el CAD/CAM de laboratorio.

3.6.2. Inconvenientes

Los sistemas CAD/CAM no están exentos de inconvenientes ya que necesitan un periodo o curva de aprendizaje por parte de los operadores que lo vaya a utilizar ^{5, 11, 31, 45, 46, 59, 164, 167, 178, 182-184}. Se requiere un manejo eficiente del sistema tanto para el clínico como para el laboratorio durante todo el flujo de trabajo desde la adquisición de las imágenes en clínica o laboratorio, pasando por el diseño y acabando con la fabricación de la restauración.

Además, lleva consigo una gran inversión para su adquisición (en función del sistema utilizado afectará más al laboratorio, al clínico o a ambos), si bien con el tiempo, como toda la tecnología, ajustará su coste, pero en un primer momento supone un obstáculo ^{5, 11, 19, 21, 48, 59, 85, 106}.

En cuanto a las impresiones digitales, cabe añadir que debemos realizar un aislamiento adecuado para la correcta visualización de las preparaciones ^{11, 44, 175, 185, 186}, pues se puede realizar un escaneado con información errónea o incompleta por distintas causas como: la incorrecta aplicación de polvo en aquellos escáneres que lo requieren ¹⁸⁷⁻¹⁸⁹, incorrecta disposición del hilo de retracción, pacientes respiradores bucales que empañan la lente del captador, pacientes con dificultades de apertura que impidan obtener buenas imágenes, excesiva producción de saliva, sangre, etc. ^{38, 44, 51, 185, 188}

3.7. Consideraciones finales

También es importante indicar que, con el nivel técnico actual, cuanto mayor es el tamaño del objeto escaneado, mayor es el error en la exactitud de los datos obtenidos.

Quisiéramos señalar que, aunque esta introducción refleja la situación técnica disponible en la actualidad (a fecha febrero de 2017), los sistemas empleados para el estudio corresponden a lo disponible en nuestro medio en el momento del inicio de la investigación (enero de 2010) y cuyas condiciones quedan reflejadas en el contrato de investigación (anexo 3).

Nuestra labor como investigadores es la de ofrecer ensayos veraces que garanticen la enseñanza y el empleo de estas técnicas en nuestro ámbito profesional. De ahí la utilidad del presente trabajo.

4. JUSTIFICACIÓN

JUSTIFICACIÓN

El ajuste marginal, así como la capacidad de soportar cargas funcionales masticatorias, son sin duda factores determinantes para el éxito a largo plazo de las restauraciones dentales fijas ^{16, 50, 59, 190, 191}. Sabemos que terminaciones subgingivales y discrepancias marginales excesivas aumentan la disolución de los cementos ^{16, 48, 59, 192}, favorecen la acumulación de placa acompañada de caries secundarias y cambios en la prevalencia y el tipo de bacterias presentes en la cavidad oral, lo que puede inducir la aparición de enfermedad periodontal ^{16, 48, 53, 59, 189, 192-197}. Además, la infiltración de fluidos y microorganismos de la cavidad oral pueden iniciar una patología pulpar ^{53, 59, 191, 196, 197}. Además de los aspectos biológicos, el ajuste de la restauración es también importante para asegurar la resistencia mecánica bajo las fuerzas masticatorias ^{59, 191, 197-199}.

En implantoprótesis, además, es fundamental contar con el concepto de espacio biológico (determinado por el espacio entre la terminación de nuestra restauración y la cresta ósea). Pues a mayor exactitud del ajuste de nuestras restauraciones, mejor preservaremos el nivel óseo ²⁰⁰.

Los márgenes de tolerancia máximos necesarios para evitar la producción de caries secundarias, daño pulpar o enfermedades periodontales mediante la penetración de bacterias y toxinas siguen siendo un asunto debatido entre los investigadores. La definición de ajuste varía ampliamente entre los investigadores además de los métodos empleados para evaluarla, lo que ha complicado la posibilidad de comparar los diferentes estudios. El primer paso importante lo dieron Holmes et al. ²⁰¹ en 1989 al establecer una terminología uniforme, incluyendo conceptos como el espacio marginal, espacio marginal absoluto, espacio marginal vertical y espacio marginal horizontal, así como sobre e infraextensión que veremos con detalle más adelante.

La estimación del valor máximo de desajuste marginal clínicamente aceptable varía considerablemente en la literatura. En el pasado autores como Blackman y cols. ²⁰² consideraban desajustes superiores 50 μm como inaceptables, mientras que Christensen ²⁰³ aceptaba desajustes entre 34-119 μm . Actualmente, la mayoría de los autores

consideran clínicamente aceptables desajustes marginales entre 50-120 μm , siendo 120 μm el límite máximo clínicamente aceptable establecido por McLean y Von Fraunhofer²⁰⁴ en 1971 tras el estudio de mil restauraciones.

La técnica de confección de las restauraciones es uno de los factores propuestos como determinantes para el ajuste de las restauraciones²⁰⁴. En el caso de la tecnología CAD/CAM el ajuste y la calidad de las restauraciones depende de la precisión de todo el sistema desde el escáner hasta el material fresado o sinterizado, pasando por la unidad de fabricación (impresora 3D o fresadora). Mientras que en las técnicas convencionales juegan un papel importante las habilidades y los conocimientos del protésico dental y el procesado de los materiales^{205, 206}.

El mundo de la tecnología dental está avanzando a pasos agigantados y todos los años surgen nuevos sistemas o nuevas versiones de los ya existentes que mejoran las prestaciones de sus predecesores^{11, 207, 208}.

Actualmente hay un abanico muy amplio de herramientas que podemos utilizar en nuestra práctica diaria. El CAD/CAM es una más, y como profesionales tenemos la necesidad y casi la obligación de conocer los diferentes sistemas existentes en el mercado con el fin de elegir las mejores opciones para nuestros pacientes.

La odontología, como hemos visto hasta ahora, avanza en la dirección de lo digital. Aunque hoy por hoy los sistemas digitales conviven con los convencionales es cuestión de tiempo que tengan que hacerse a un lado para dar paso de manera definitiva a las nuevas tecnologías²⁰⁸.

Actualmente existen pocos estudios clínicos sobre los resultados a largo plazo de las restauraciones fabricadas mediante CAD/CAM lo que hace imposible una comparación científicamente válida con las restauraciones fabricadas de manera convencional^{5, 35, 46, 209, 210}. Sin embargo, los estudios publicados sobre el ajuste de restauraciones fabricadas mediante CAD/CAM muestran resultados prometedores en lo que se refiere al ajuste y la precisión^{208, 211}.

En este sentido, tenemos artículos como el de Re y cols.²¹² que obtienen valores de 28 y 30 μm de desajuste marginal en restauraciones unitarias de circonio hechas con el sistema Lava y con tallados en filo de cuchillo y chámfer respectivamente. O, por ejemplo, Abduo y cols.²¹³ que en 2011 hicieron una revisión sistemática en la que estudiaban el ajuste de estructuras atornilladas sobre implante fabricadas mediante colado de un calcinable, sobrecolado de calcinales con base mecanizada y estructuras fabricadas por CAD/CAM. Observaron que las estructuras coladas no tenían buen asentamiento, las estructuras sobrecoladas tenían buenos resultados en condiciones controladas, y el CAD/CAM tenía los mejores y más consistentes resultados de todos los sistemas estudiados.

Chochlidakis y cols.¹⁶⁷ en 2016 realizaron otra revisión sistemática desde 1980-2015 en la que estudiaban el ajuste marginal e interno logrado con impresiones digitales e impresiones convencionales, y la precisión de los modelos estereolitográficos SLA en comparación a los modelos digitales. Sus conclusiones fueron que las restauraciones fabricadas con la técnica de impresión digital presentaron discrepancias marginales menores, pero estadísticamente similares en comparación con las obtenidas con la técnica de impresión convencional. Y las restauraciones fabricadas sobre el modelo digital (modelo virtual) llevaron a restauraciones con menor discrepancia marginal e interna en comparación con los modelos SLA (modelo físico).

Pinilla y cols.⁸⁴ obtuvieron con los sistemas CAD/CAM de laboratorio Procera[®] y Everest[®] menores discrepancias marginales comparadas con las copias elaboradas en una aleación de mediano contenido de oro de manera convencional estando todos los valores en el rango de aceptabilidad clínica.

Koch y cols.⁹ analizaron la precisión de las impresiones digitales y la fabricación de las estructuras fresadas y si el error que se suma en cada paso del flujo de trabajo digital influye en el resultado final en las restauraciones. Estimaron el error del software en 1 μm , del escáner en 21 μm y del fresado en 98 μm , y dicen que es menor al obtenido en el proceso convencional.

Por lo tanto, mediante este ensayo experimental in vitro pretendemos comparar la exactitud en la confección de restauraciones protésicas mediante el método de laboratorio colado y los métodos CAD/CAM.

5. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El propósito de este estudio experimental In Vitro es comparar el ajuste marginal midiendo la discrepancia marginal absoluta descrita por Holmes ²⁰⁴ en la preparación dentaria de cofias metálicas realizadas mediante los 3 procedimientos siguientes:

- 1- Diente de tipodonto tallado, encerado, cofia colada.
- 2- Diente de tipodonto tallado, LavaTM-Scan ST, cofia sinterizada.
- 3- Escaneado LavaTM-C.O.S. directo del diente de tipodonto tallado, cofia sinterizada.

La hipótesis nula H_0 que planteamos va a ser que no existen diferencias en cuanto al ajuste marginal entre los 3 sistemas de confección de cofias. Que las diferencias van a ser debidas al azar.

6. MATERIAL Y MÉTODO

MATERIAL Y MÉTODO

6.1. Diseño del estudio y confección de las probetas

Respecto al diseño del estudio, preferimos comenzar con un estudio in vitro a fin de tener condiciones estandarizadas y optimizadas en el procedimiento experimental que podría no ser posible lograr en un estudio in vivo al sumar otras variables que escapasen de nuestro control.

Las diferentes técnicas de confección de coronas se realizarán sobre modelos con 8 dientes artificiales tallados, que representan las diferentes morfologías de una dentición adulta. Para su clasificación utilizaremos la nomenclatura de la FDI, es decir, dividiremos la dentición en cuatro cuadrantes (1, 2, 3, 4) y en cada cuadrante numeraremos al diente desde el incisivo central hasta el segundo molar correspondiente (11-17, 21-27, 31-37, 41-47). El diagrama de dientes tallados quedará de la siguiente manera (figura 61):

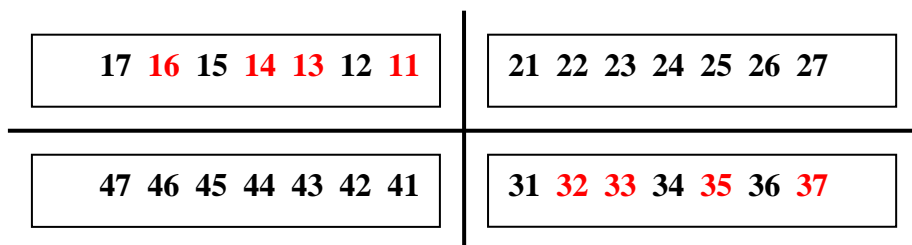


Figura 61. Diagrama donde se representan en color rojo las localizaciones seleccionadas y cuyos dientes serán tallados y utilizados como especímenes en el presente estudio.

Los dientes se colocarán en tipodontos de la marca Frasaco® (figura 62). El tallado de los dientes lo realizarán 22 alumnos de 5º curso de Odontología de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid, cada uno un único modelo haciendo un total de 22. Para el tallado seguiremos el método de **Shillinburg, con una terminación en chámfer y un margen supragingival**²¹⁴.



Figura 62. Tipodontos de la marca Frasaco® donde podemos apreciar los dientes tallados en las localizaciones seleccionadas para la realización del presente estudio.

6.2. Descripción del sistema de confección de las cofias

A continuación, explicamos la sistemática para la confección de las 8 cofias obtenidas según los tres métodos, para hacer un total de 24 cofias por tipodonto que analizaremos posteriormente en nuestro estudio:

6. 8 cofias obtenidas por encerado de metal colado.
7. 8 cofias obtenidas por Lava™ Scan ST de metal sinterizado.
8. 8 cofias obtenidas por Lava™ C.O.S. de metal sinterizado.

(una cofia por diente de cada uno de los sistemas)

El metal empleado es siempre **aleación de cobalto-cromo** para prótesis fija. Una vez obtenidos los especímenes se numerarán para proceder al análisis de los resultados a doble ciego en el que se evaluará el ajuste marginal de los mismos de la siguiente manera:

9. Un primer dígito que identificará el número del modelo del 1 al 22.
10. Un segundo dígito que hará referencia al diente preparado de dicho modelo con la nomenclatura de la FDI como ya describimos anteriormente.

Ejemplo: 1.16 significaría: modelo 1, espécimen 16.

6.2.1. Descripción técnica del sistema colado convencional

Una vez tallados los dientes sobre el tipodonto, éste es enviado al laboratorio Prótesis S. A., laboratorio colaborador del departamento de Estomatología I de la Facultad de Odontología, para la fabricación de la estructura.

La primera fase será la aplicación del espaciador. Éste se aplica con un pincel y va a crear una capa de 20 µm que hará de reservorio para el cemento definitivo a la hora de la cementación. Posteriormente se aplica una fina capa de un aislante a base de aceite y con aire comprimido se elimina el sobrante observando que no quede el muñón encharcado. Así se evitará que la cera que usemos para modelar pueda quedar pegada a los muñones. De esta forma, ya tendremos preparados nuestros muñones para continuar con el proceso, pasando a la fase de encerado.

Para encerar la corona, se hace primero un sellado del margen aplicando cera lo suficientemente caliente para que se desplace por todo el margen y lo selle de manera adecuada. La cera debe de ser una cera que no tenga contracción y que tenga memoria, esto es, que una vez fría, el margen este perfectamente sellado y no haya espacio entre muñón y cera. Para el proceso del encerado seguiremos el método de P. K. Thomas, es decir, creamos unos conos con las cúspides y una vez creados rellenamos el resto hasta tener el contorno de la corona; se trata de encerar añadiendo cera y no rascando desde un bloque de cera más dimensionado.

Ya modelada la corona se hace el rebaje de la estructura que va a ser ocupado por el recubrimiento cerámico; lo ideal es que exista un espacio para dicho recubrimiento de 2 mm, teniendo en cuenta que van a existir una capa de opáquer, una de dentina y otra de incisal.

Una vez modelada la cofia en cera, pasaremos a la fase de colado. Primero se sitúa el jito o bebedero para el colado. Éste debe de ir perpendicular al borde de la estructura; en él se puede situar una bola de cera para que haga de enfriamiento

controlado del metal y libre a la corona de microporos, sobretodo en el caso de una corona con un grosor considerable (figura 63).

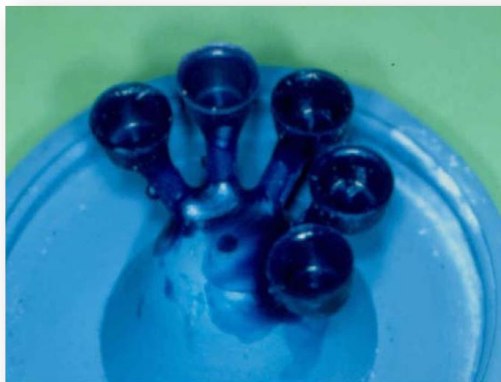


Figura 63. Imagen de varios patrones de cera antes de ser colados.

Se sitúa la corona con su bebedero en un cono y se la encofra con un aro según se quiera. Si se desea una expansión libre se pone en un cilindro plástico desechable que se elimina antes de introducir el cilindro en el horno de precalentamiento. Si por el contrario se desea una expansión controlada se coloca un cilindro metálico con una capa de amianto libre de asbesto y éste se introduce en el horno hasta su colado final.

Posteriormente se rellena el cilindro con un revestimiento exento de carbón, con la proporción que indica el fabricante, con el líquido expansor o rebajándolo con agua destilada según se desee la contracción y ajuste de la corona. Una vez terminado el fraguado del cilindro, que tarda más o menos 30 minutos, se introduce en el horno (figura 64) y se elimina la capa superior con un cuchillo o una lija. Este paso se realiza para eliminar la capa pulida que se crea en el cilindro, pues los gases que se producen al fundirse la cera tienen que tener una escapatoria, y si no se raspase esta superficie podría reventar el cilindro.

Dependiendo del revestimiento que se utilice, se puede acortar o no el tiempo de precalentamiento del cilindro en el horno. En un tratamiento con un revestimiento normal, se introduce el cilindro a temperatura ambiente y con una subida de 9 °C por minuto se llega a los 300 °C. Esta temperatura ha de mantenerse durante 20 minutos y seguidamente se vuelve a subir a 9 °C por minuto hasta la temperatura final.

En el caso del cromo-cobalto, será de 850 °C y se mantiene durante 30 minutos para que el cilindro se sature a esta temperatura. El cilindro se debe situar en el centro de la cámara del horno para que el calor sea homogéneo. Una vez saturado el cilindro, se procede al colado del mismo.

El cromo-cobalto se funde a los 1370 °C en una máquina inductora electrónica que, bajo una cámara de argón para que la fundición no sufra oxidación, se autodispara al alcanzar la temperatura de fusión y por fuerza centrífuga se introduce el metal en el espacio que ha dejado el patrón de cera. Al ser este un método de colado a la cera perdida, una vez el metal esté frío, se desmenufla el cilindro y se limpia todo el revestimiento con la ayuda de un chorro de arena.



Figura 64. *Imagen de horno de colado*

El siguiente paso es cortar la corona del bebedero y se comienza el repasado de la cofia calibrando la estructura para que este compensada, y se comprueba ajuste y articulación. La estructura se prepara para recibir la cerámica peinándola con una piedra blanca o con tungsteno. Normalmente el grosor de las cofias metálicas, según este proceso, suele ser de 0,4 mm.

Una vez terminada, y sin recibir ningún tipo de retoque o modificación por parte de los técnicos del laboratorio, la cofia la recibimos por mensajería en la Facultad de Odontología donde se realizarán los estudios pertinentes.

Debemos remarcar que la técnica de colado era llevada a cabo siempre por el mismo técnico de laboratorio experto y altamente cualificado.

6.2.2. Descripción técnica del sistema Lava™-Scan ST

Recordemos que este sistema es un escáner de modelos de laboratorio (figura 65), por lo tanto, debemos tener en cuenta que previamente se debe realizar una impresión convencional en clínica. La impresión se vacía para obtener el modelo de escayola y proceder a su digitalización.

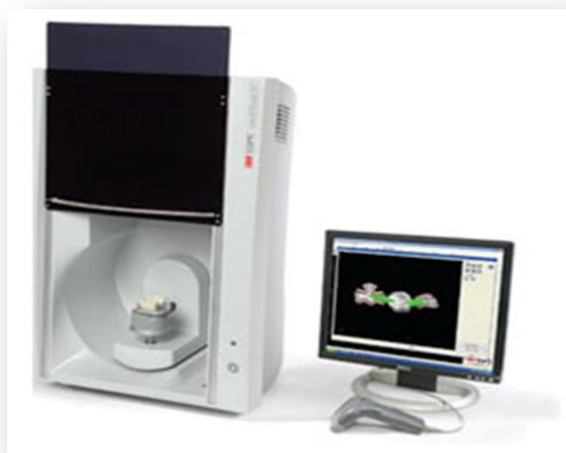


Figura 65. Escáner óptico de laboratorio de luz estructurada Lava™-Scan ST 70.

En el presente estudio, con el fin de no introducir errores debidos a estas 2 fases de toma de impresión y vaciado y estandarizar el procedimiento, realizaremos el escaneado de los dientes tallados sobre el tipodonto.

El primer paso consiste en rociar los modelos con el spray Scan-Spray® para que puedan ser escaneados con Lava™-Scan ST, evitemos así los posibles reflejos que alteren la digitalización del mismo y aumentemos la velocidad del escaneado ²¹⁵. A continuación, se coloca sobre la pletina de fijación que se encuentra en el interior del escáner, se fija con la ayuda de unos tornillos y se cierra la cabina (figura 66). En este momento comenzaría el proceso de escaneado del modelo siguiendo las indicaciones que nos va dando el propio escáner.



Figura 66. *Modelo del estudio ya rociado con spray Scan-Spray® y bloqueado con los tornillos en la pletina de fijación en el interior del escáner Lava™-Scan ST.*

La plataforma giratoria interior irá haciendo movimientos de rotación para poder escanear el modelo en su totalidad y el escáner emitirá bandas paralelas de luz blanca visible sobre el modelo. Las distorsiones generadas serán captadas por una cámara de vídeo desde distintos ángulos comenzando por la superficie incisal/oclusal en dirección al límite amelocementario. Después se recopilan todos los datos y se recomponen mediante triangulación. Aproximadamente se digitalizan 120.000 datos por muñón.

Una vez escaneado el modelo, tendremos en el ordenador una imagen digital del mismo, sobre la que diseñaremos nuestras cofias con el programa Lava™ Design versión 5.13. Delimitaremos los márgenes de las preparaciones siguiendo el modo automático del programa modificándolo en aquellos puntos donde no consiga delimitarlo correctamente por sí mismo (figura 67) y asignaremos a cada cofia el diseño de estructura que por defecto nos indica el programa.

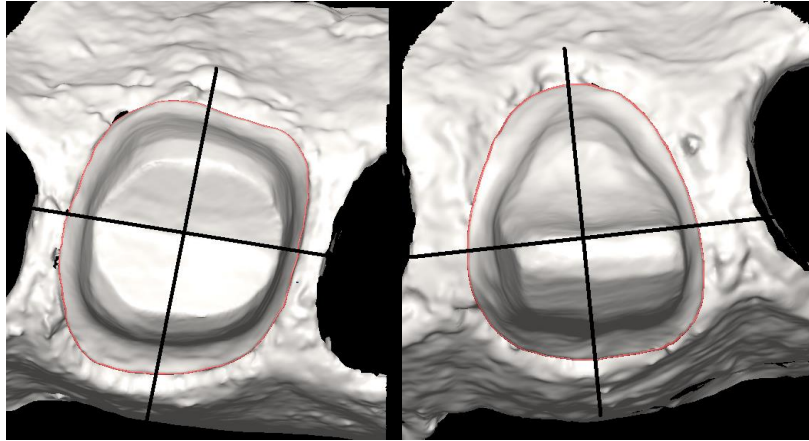


Figura 67. Imágenes de LavaTM-Scan ST de la preparación 2.16 (izquierda) y 3.11 (derecha) de este estudio.

Para la capa de cemento intentaremos igualar los parámetros en el software a los espesores con los que trabajamos en la técnica de colado convencional. Por ello indicaremos al programa que la capa del cemento comience a los 1,5 mm del margen y tenga un grosor de 20 μm sólo hasta los 2 mm del margen, que pasará a ser de un grosor de 70 μm hasta el final de la corona como puede apreciarse en la siguiente imagen (figura 68).

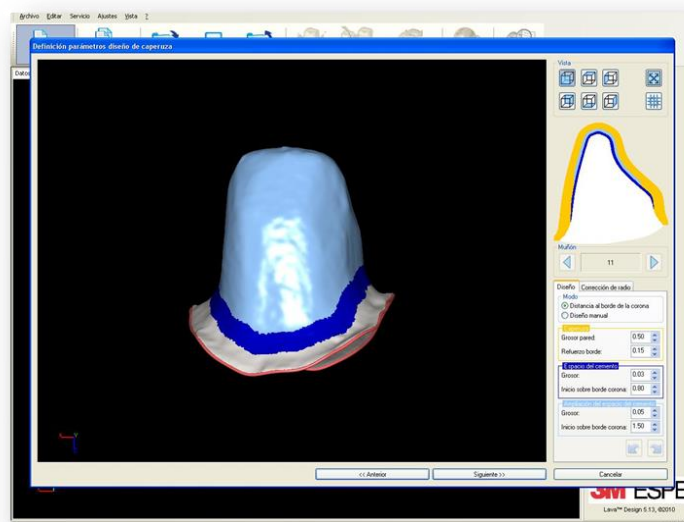


Figura 68. Imagen del programa LavaTM Design versión 5.1 en la que se aprecian los parámetros establecidos para el espacio del cemento en el interior de la estructura metálica.

Cuando las cofias estén diseñadas se rellenará la consiguiente receta protésica (figura 69) y se mandarán fabricar, vía Internet, a Prótesis S. A. (laboratorio colaborador habitual del departamento de Estomatología I de la Facultad de Odontología). Una vez allí, reciben la orden del diseño, en un archivo STL, pasando a sinterizar las cofias mediante láser en aleación de cromo-cobalto.

Una vez terminada la cofia, y sin recibir ningún tipo de ajuste o modificación por parte de los técnicos del laboratorio, la recibimos por mensajería en la Facultad de Odontología donde se realizarán los estudios pertinentes.

3M ESPE	Lava™	
Cliente	Facultad de Odontología Universidad Complutense Madrid	Paciente
Nombre	Lillo, Juan Carlos	
Calle	Plaza Ramón y Cajal s/n	
CP	28040	
Ciudad	Madrid	Nombre MODELO 2.16
Estado	España	
Teléfono		
Móvil		
Fax		
e-Mail	jclillorguez@hotmail.com	
	Estado del seguro	
Información del caso		
Caso		
Nº del caso		Fecha de envío 12/02/2010
Fecha	11/02/2010	Cita 1
Impresión		Cita 2
Registro de mordida		Cita 3
Modelo		
Nota	CROMO-COBALTO	
Prestación		
Material	otros materiales	Restauración Suministro indiv.
Color del diente		Número de elementos 1
Color de la estructura		
	K	
18 17 16 15 14 13 12 11		21 22 23 24 25 26 27 28
48 47 46 45 44 43 42 41		31 32 33 34 35 36 37 38
Opciones de escaneado		
Cresta gingival	No	Registro de mordida No
Dientes contiguos	No	Waxup No
Parámetros de caperuza		
Muñón Grosor de capa	Refuerzo del borde	
corona	Grosor de capa	Refuerzo del borde
Muñón 16	0.50 mm	0.15 mm
		Espacio del cemento Grosor
		Inicio sobre borde corona
		Ampliación del Grosor
		Inicio sobre borde corona
		0.02 mm
		1.50 mm
		0.05 mm
		2.00 mm
Secciones de conector		
Pieza en bruto		
Código ID		Código Par

Figura 69. Receta protésica para fabricación de estructura de Cr-Co con el sistema Lava™-Scan ST para cofia 2.16 de este estudio.

A continuación, mostramos las especificaciones técnicas del sistema aportadas por la casa comercial (tabla 5):

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Ventana de exploración	Ventana de análisis total de 62 x 46 mm. Permite digitalización hasta 6 unidades y una longitud total de 42 mm.
Tiempo de análisis	Tiempo medio de exploración para coronas unitarias o puentes hasta 3 piezas de 1,40 minutos
Tipo de escaneado	Sin contacto. Escáner óptico con triangulación de proyección de franjas de alta precisión
Anchura	545 mm
Profundidad	465 mm
Altura	800 mm
Peso	45 kg
Potencia de entrada	120-240 V, 50-60 Hz, 250 W

Tabla 5. *Especificaciones técnicas del sistema LavaTM-Scan ST⁷⁰.*

6.2.3. Descripción técnica del sistema LavaTM-C.O.S.

La tercera técnica para la confección de las cofias se hará de la siguiente manera: en primer lugar y una vez tallados los dientes, tomaremos una impresión mediante el sistema intraoral LavaTM-C.O.S. con los tipodontos montados en cabezas de práctica de la misma marca (Frasaco[®]) (figura 70), que enviaremos al laboratorio Prótesis S. A. (mismo laboratorio colaborador que realizará las cofias de los métodos anteriores).



Figura 70. *Tipodontos Frasaco® montados en cabeza de prácticas con careta de la misma marca comercial*²¹⁶.

En cuanto a la sistemática de trabajo con los pacientes (in vivo), debemos tener en cuenta varios aspectos como son el perfecto aislamiento y la correcta visualización de las preparaciones^{19, 85, 186}. Pues lo que nuestro ojo no es capaz de ver, el escáner tampoco será capaz de hacerlo⁴⁴. En nuestro caso, al ser un estudio in vitro y con preparaciones supragingivales este aspecto no nos hizo falta tenerlo muy presente. Pero podemos ver en distintos estudios, como por ejemplo el de Shin y cols.²¹⁷, que la profundidad de la anatomía de las preparaciones es crucial para el ajuste posterior de nuestras restauraciones, ya que al aumentar la profundidad también aumenta el desajuste.

Una vez registrado el falso paciente (modelo del estudio) en el software y colocada la arcada a escanear lo más paralela posible al suelo, se procede a aplicar polvo de dióxido de titanio para eliminar los brillos de la superficie a escanear mediante una pistola pulverizadora (figura 71)^{5, 16, 55, 68, 218}. Una vez espolvoreado se eliminarán los excesos de polvo con la jeringa de aire del equipo.



Figura 71. Pistola pulverizadora (*Lava™ sprayer*) y envase de polvo de dióxido de titanio (*Lava™ powder*) ⁶⁷.

Ahora se está en disposición de empezar con el escaneado para el que hay un tiempo total de 7 minutos pues si nos excedemos el sistema no nos permite continuar porque los archivos serían demasiado pesados para poder enviarlos vía internet. Se comienza por las preparaciones, acto seguido se toma la impresión del resto de la arcada para después continuar con la arcada oponente. Y en último lugar se relacionarán las imágenes obtenidas de ambas arcadas con el paciente en oclusión haciendo un barrido en forma rectangular que reconozca los escaneados realizados a modo registro de oclusión (figuras 72-74) ^{38, 218}.



Figura 72. Imagen virtual del escaneado de la arcada superior.



Figura 73. Imagen virtual del escaneado de la arcada inferior.



Figura 74. Imagen virtual del registro de oclusión. Las flechas rojas indican el recorrido que debe realizarse para relacionar los modelos en el registro de oclusión.

En los trabajos sobre pacientes reales debemos tener en cuenta que este sistema relacionará los modelos en un dispositivo plástico a modo charnela, por lo que si se

quisiera utilizar un articulador habría que realizar una transferencia cráneo-maxilar para realizarlo de manera convencional.

Durante el escaneado, el operador deberá ir mirando la pantalla en todo momento y se apoyará en la cara del paciente para mantener firme el pulso e irá verificando las zonas grabadas que se colorean de blanco, las zonas con datos insuficientes aparecen en color rojo y las zonas aún por grabar estarán sombreadas.

Para guiarnos en el correcto escaneado habrá que hacer coincidir un punto de color naranja con una circunferencia con líneas discontinuas pues al acercarse o alejarse demasiado el escáner deja de grabar entrando en modo pausa (figura 75). Cuando nos alejamos sucede lo mismo porque la distancia focal va desde los 3 hasta los 17 mm.

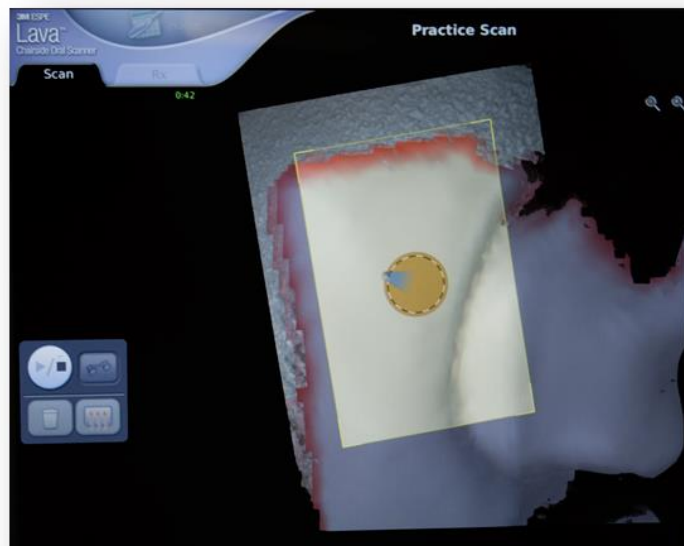


Figura 75. Imagen de escaneado correcto con sistema LavaTM-C.O.S.

Tras finalizar la adquisición de las imágenes hay que revisar las impresiones digitales y comprobar preparación por preparación que el escaneado está completo (el equivalente a un chequeo de la impresión) (figuras 76 y 77), pudiendo incluir puntos para delimitar los márgenes y anotaciones para el técnico de laboratorio que deberá respetar.



Figura 76. Imagen virtual de la selección de diente donde está la preparación.



Figura 77. Imagen real de verificación de la preparación.

En último lugar se rellenará la receta protésica y se enviarán los archivos al laboratorio de forma inalámbrica a través de internet (figura 78).

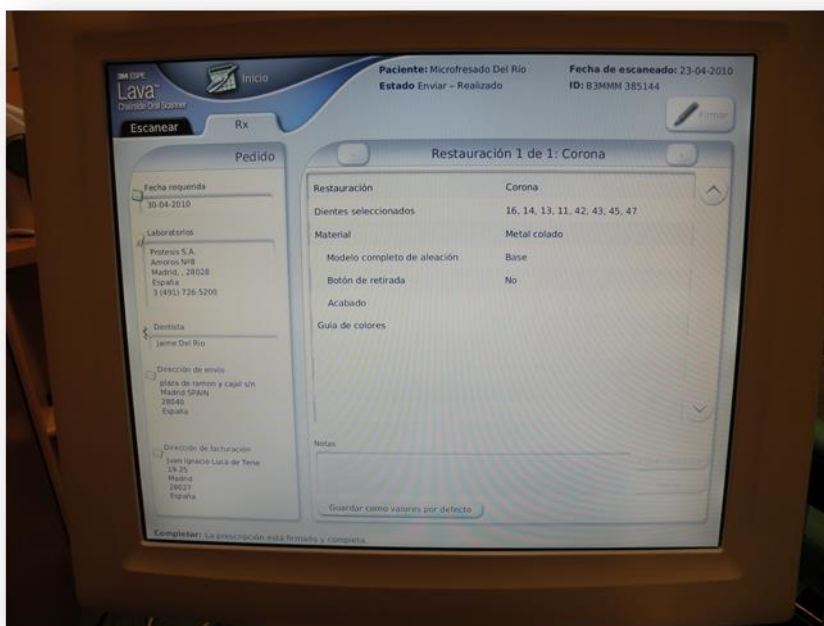


Figura 78. Imagen de modelo de receta protésica de Lava™-C.O.S.

Dicho laboratorio recibirá el archivo con la información de nuestro escaneado y mediante el software Lava™-Laboratory nos preparará los muñones y el montaje de los modelos en el sistema de articulación con el que trabaja (modo charnela) de la siguiente manera:

1. Plano de mordida (x, y, z):

El técnico de laboratorio, en la mitad izquierda de la pantalla, deberá orientar nuestra arcada de modo que tengamos una visión frontal del articulador, y comprobará en la mitad derecha cómo quedaría el articulador abierto. En la mitad superior derecha de la pantalla visualizará la arcada superior mientras que en la mitad inferior observará la arcada inferior.

Una vez orientado, pasaremos al punto 2.

2. Corte digital del muñón:

En este segundo paso, el técnico hará dos planos de corte para cada muñón que vayamos a preparar (en nuestro caso, los 14 dientes de nuestra arcada superior y los 14 dientes de la arcada inferior).

En la mitad superior de la pantalla le aparecerá un modelo donde marcará por dónde quiere que vayan los cortes, y en la parte inferior de la pantalla tendrá el modelo a un mayor aumento para ver mejor y poder modificar de manera más precisa la localización de los mismos. Para ello utilizará tanto los comandos que aparecen en la parte superior de nuestra pantalla como el teclado del ordenador, de manera muy intuitiva.

Una vez haya hecho todas las individualizaciones de nuestros muñones, pasará al siguiente paso (figura 79).

3. Marcar el margen de la preparación:

En este paso, aparecerán los puntos marcados por el odontólogo en el escaneado intraoral en color amarillo, que el técnico deberá respetar. En las opciones de la parte superior elegirá entre una selección manual de los puntos del margen de la preparación y una selección semi-automática con la selección magnética.

En la parte de la derecha de la pantalla el técnico podrá ir viendo las imágenes reales e ir cambiando a imágenes virtuales (figura 79).

Al terminar, el margen aparecerá en color verde, y podrá crear puntos (control+click) o eliminarlos al colocarse sobre ellos (control+click).

4. Revisar y enviar:

El último paso en el programa LavaTM-Laboratory es la comprobación de los puntos anteriores, y se podrán añadir notas antes de enviar a 3M.



Figura 79. Imagen del software de diseño Lava™-Laboratory con uno de los escaneados de este estudio en el que se ve el trabajo de segueteado y delimitación de los márgenes sobre el modelo virtual (izquierda) e imágenes reales (derecha).

A continuación, el laboratorio Prótesis S. A. enviará los datos a 3M, quienes mandarían la orden para que se realice el modelo estereolitográfico en Italia, que es sobre el que habitualmente se realizan las estructuras mediante este sistema de escaneo. Pero nosotros, para estandarizar el procedimiento y disminuir las variables, vamos a realizar las copias en metal sinterizado (Cr-Co) **a partir de los dientes del tipodonto tallado** como en los otros dos métodos de confección (colado y Lava™-Scan ST) y sin hacer ninguna modificación ni ajuste por parte de los técnicos del laboratorio una vez terminadas las copias.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Campo de visión	~10 mm ×13,5 mm profundidad
Profundidad de campo	5 - 15 mm desde la punta del captador
Dirección de visión	90° desde el eje del captador
Iluminación	Luz azul de banda estrecha
Velocidad de vídeo	20 Hz
Tamaño de la pantalla táctil	432 mm en diagonal (17 pulgadas)
Superficie del carro	64 × 74 cm
Altura del monitor (ajustable)	94 - 107 cm
Angulación del monitor (ajustable)	+5° a -30°
Potencia de entrada	120 V 60 Hz 400 W

PESO	
Peso total	40,4 kg
Carro	33 kg
Pantalla táctil	7 kg
Captador	390 g
Cable	250 g

DIMENSIONES DEL CAPTADOR	
Anchura de la punta	14,7 mm
Altura de la punta	14 mm
Longitud del captador	33 cm
Circunferencia	17,8 cm
Diámetro	5,7 cm
Longitud del cable de sujeción	2,99 m

Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8. *Especificaciones técnicas, peso y dimensiones del captador para el sistema LavaTM-C.O.S.* ⁶⁷

6.3. Descripción del proceso de medición del ajuste marginal de las cofias

6.3.1. Evaluación del ajuste marginal

El ajuste marginal es un tema siempre de actualidad en odontología, pues como ya conocemos, es crucial para la supervivencia a largo plazo de nuestras restauraciones. Los rangos de ajuste son muy variados en la literatura y esto parece deberse principalmente a la falta de coherencia en la definición de “ajuste” y a los métodos empleados para su evaluación. Pero también al espacio para el agente cementante, al momento en que se realiza la medición (pre o post-cementado), al material empleado en la restauración y al sistema de fabricación.

Nosotros vamos a tomar como referencia la definición que sugieren Holmes y cols.²⁰⁴, es decir, mediremos el ajuste en términos de desajuste, tomado en varios puntos entre la superficie de la restauración y el diente (figura 80):

- Desajuste interno: La medida perpendicular desde la superficie interna de la restauración a la pared axial de la preparación.
- Desajuste marginal: La distancia perpendicular entre la restauración y la preparación a nivel del margen.
- Discrepancia marginal vertical: El desajuste marginal vertical medido paralelo a la vía de inserción de la restauración.
- Discrepancia marginal horizontal: El desajuste marginal horizontal medido paralelo a la vía de inserción de la restauración.
- Margen sobrecontorneado: La distancia perpendicular desde el desajuste marginal al margen de la restauración, es decir la distancia que rebase la restauración a la línea de terminación.
- Margen infracontorneado: Es la distancia perpendicular desde el ajuste marginal al ángulo cavosuperficial del diente. En este caso el diente sobrepasa a la restauración.
- Discrepancia marginal absoluta: La combinación angular del desajuste marginal y el sobrecontorneado o infracontorneado.

El ajuste perfecto ocurrirá cuando el margen de la restauración y el ángulo cavosuperficial del diente coincidan. En este estudio, mediremos la discrepancia marginal vertical absoluta.

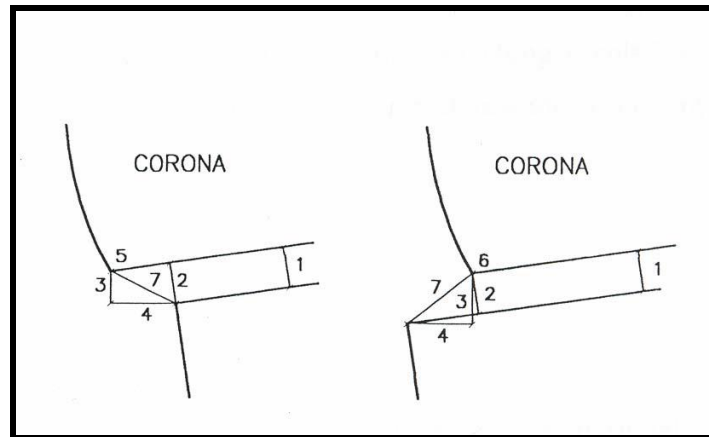


Figura 80. *Desajuste marginal. (Modificado de Holmes y cols.). 1= Desajuste interno; 2= Desajuste marginal o externo; 3= Desajuste vertical; 4= Desajuste horizontal; 5= Margen sobrecontorneado; 6= Margen infracontorneado; 7= Discrepancia marginal absoluta.*

Según Sorensen ²¹⁹ debemos tener en cuenta que cualquier método de medición deber ser reproducible, repetible, sólido y congruente, para lo cual deben determinarse puntos de medida previamente establecidos, de tal forma que puedan llevarse a cabo comparaciones imparciales y no sesgadas entre las distintas muestras.

A día de hoy no existe un procedimiento estandarizado único para medir el ajuste de las restauraciones, y vemos en la literatura multitud de estudios con diferentes métodos de medición y análisis de los resultados ²²⁰. Pero sí se han determinado diferentes técnicas para la medición imparcial y no sesgada, de tal forma que podemos hablar de métodos cualitativos (en clínica o directos) y métodos cuantitativos (directos y/o indirectos) ²²⁰⁻²²⁵.

En cuanto a los **métodos cualitativos** se realizarán in vivo en clínica de tres maneras posibles:

1. *Clínicamente*: mediante la agudeza visual o sonda exploratoria. La primera de ellas nos permitiría a unos 20 cm de distancia del margen distinguir discrepancias próximas a las 60 μm ^{84, 189, 221, 226-230}. Mientras que la sonda exploratoria nos permitiría unas 80 μm , que es el grosor que presentan en su extremo ^{227-229, 231-234}.

2. *Radiológicamente*: las radiografías periapicales son menos precisas que los métodos anteriores ya que requiere una exhaustiva paralelización y pequeñas angulaciones en el tubo de rayos X distorsionarían la imagen. Además, disciernen discrepancias muy severas. La ventaja que tienen es el seguimiento en el tiempo (técnica paralela) ^{227-229, 233-237}.

3. *Subjetivamente*: mediante la comprobación del *test de valoración subjetiva*. Es decir, preguntándole al paciente si nota tensión en alguna zona de la boca. Como se puede imaginar es un método orientativo, pero poco fiable.

En cuanto a los **métodos cuantitativos**, en primer lugar, decir que son más exactos y fiables. Y se podrán realizar de la siguiente manera:

1. *In vivo/indirectos*: por medio de materiales de impresión como el polivinil siloxano (GC[®]fit checker, silicona de consistencia fluida,...). De esta manera se puede evaluar el ajuste marginal en clínica ^{189, 227-229, 234} o el ajuste interno en el laboratorio analizando el espesor de la película mediante barrido óptico o láser ^{59, 197, 218, 220, 238-241}, o determinando el propio peso del material de impresión ²⁴¹⁻²⁴⁵, ya que conociendo su peso específico se puede obtener el volumen que correspondería con el desajuste interno mediante la siguiente fórmula matemática:

$$\text{Grosor silicona} = \frac{\text{Peso de la silicona}}{\text{Área de superficie del muñón} \times \text{Densidad silicona}}$$

2. *In vitro*: mediante análisis óptico que puede realizarse con microscopía de fluorescencia ^{59, 220}, microscopía electrónica de barrido ^{16, 141, 171, 220, 246-250}, lupas ^{220, 230}, microscopio estereoscópico ^{15, 28, 29, 48, 54, 68, 84, 189, 191, 197, 218, 220, 230, 251-255}, analizador de imagen ²²⁰ o microscopía óptica ^{16, 18, 189, 196, 199, 220, 223, 256}.

Todos los métodos cuantitativos anteriormente señalados son altamente fiables, pero debemos tener en cuenta que se pueden ver afectados si no se aplica

una técnica depurada y podríamos incurrir en algunos errores. La exactitud de la medida depende de varios factores como el ángulo de superficie de las lentes, el grado de enfoque, la distancia de trabajo y la magnificación ^{220, 225}.

Los errores más frecuentes suelen estar en la angulación y la distancia de trabajo, hechos controlados por el técnico. Por ello es fundamental estandarizar el procedimiento de medición de las muestras lo que hará posible que los resultados puedan ser comparables. Ya que hay ocasiones en las que el método de medición seleccionado puede influenciar los resultados ^{220, 221, 225}.

6.3.2. Análisis mediante microscopía digital del ajuste marginal.

El método seleccionado para el **análisis del ajuste** (discrepancia marginal vertical absoluta) será la microscopía digital. Para ello, insertaremos las cofias en sus muñones correspondientes y analizaremos los puntos de mayor discrepancia marginal dividiendo el perímetro de cada cofia en cuatro sectores de 90°.

Todas las mediciones fueron realizadas en el Área de Metrología del Departamento de Análisis de Calidad de la empresa EuroOrtodoncia S.L., ubicada en Alcorcón (Madrid). Este centro cuenta con las certificaciones UNE-EN-ISO 9001, UNE-EN-ISO 14000 y el sistema EMAS de medio ambiente (figuras 81, 82 y 83).



Figura 81, Figura 82 y Figura 83. *Certificaciones obtenidas por la empresa EuroOrtodoncia S.L.*

El microscopio digital empleado es de la marca EDMUND OPTICS® y está compuesto por una cámara o captador modelo EO-2013C (referencia No. #63-870) y una lente telecéntrica u objetivo telecéntrico modelo 1X, 40mm WD CompactTL™ (referencia No. #63-745) de la misma marca, montados en un soporte con altura y movimientos regulables en los ejes x e y (figuras 84 y 85).

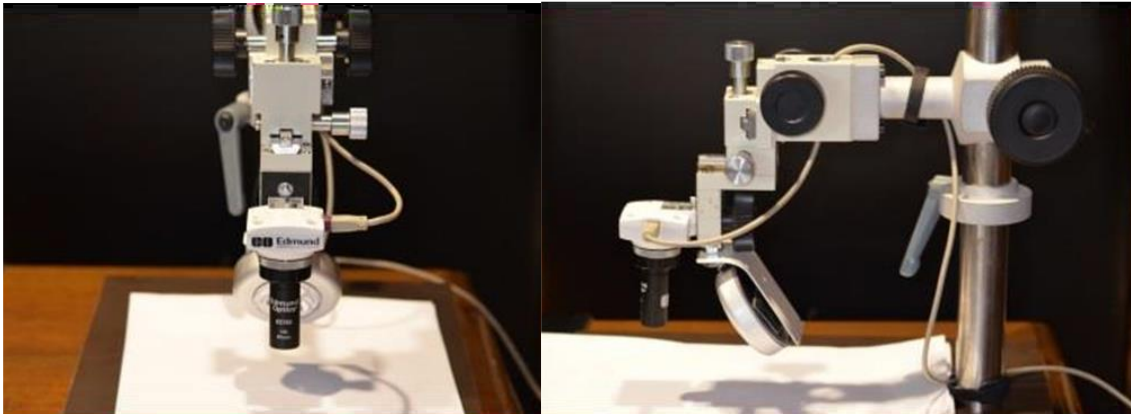


Figura 84. Imagen del microscopio Edmund Optics®, vistas frontal (izquierda) y lateral (derecha).



Figura 85. Imagen en detalle de la cámara Edmund Optics® EO-2013C (#63870) y el objetivo telecéntrico WD CompactTL™ (#63745).

Para asegurar la correcta iluminación de los especímenes con el objetivo de obtener unas las mejores imágenes posibles se empleó un dispositivo externo de luz LED anular adaptado al soporte del microscopio (figura 86).



Figura 86. *Imagen de la fuente de luz LED anular acoplada al microscopio digital.*

El microscopio se encuentra conectado a un ordenador, que nos permitirá visualizar directamente las imágenes en el monitor del mismo y tomar las fotografías necesarias. Gracias al programa XnView® haremos el tratamiento de la imagen para ajustar los niveles de color y luminosidad, y posteriormente emplearemos el programa ImageJ® para el análisis y el calibrado de las imágenes donde mediremos el desajuste.

ImageJ® es un programa de procesamiento de imagen digital de dominio público programado en Java® y desarrollado en el National Institutes of Health (Estados Unidos). Este programa fue diseñado con una arquitectura abierta que proporciona extensibilidad vía plugins Java y macroinstrucciones grabables. Se pueden desarrollar plugins de escaneo personalizado, análisis y procesamiento usando el editor incluido en ImageJ y un compilador Java.

A continuación, detallamos las características técnicas del captador o cámara empleado:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CAPTADOR	MODELO EO-2013C
Tipo de sensor	Progressive scan CMOS
Dispositivo de imágenes	ON semi MT9D131
Formato del sensor de la cámara	1/3"
Área de detección, H x V (mm)	4.48 x 3.36
Pixels (H x V)	1600 x 1200
Tamaño de pixel, H x V (µm)	2.8 x 2.8
Profundidad de Pixel	8-bit
Cuadros por segundo	18
Tipo de obturador	Persiana
Sincronización	Interna o vía software
Salida de vídeo	USB 2.0
Montura	C-Mount
Montura de rosca	1/4-20 Adapter Plate
Certificado de la CE	Sí
RoHS	Cumplimiento

Tabla 9. *Características técnicas del captador o cámara empleado.*

A continuación, mostramos las características técnicas de la lente telecéntrica:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS LENTE	WD CompactTL™ MODELO 63745
Magnificación primaria	1.0X
Distancia de trabajo	40 mm
Tolerancia de la distancia de trabajo	±1
Profundidad de campo	±0,5 mm (20% @ 20 lp/mm)
Campo de visión, 2/3" del sensor	8,8 mm
Campo de visión, 1/2" del sensor	6,4 mm
Campo de visión, 1/3" del sensor	4,8 mm
Formato máximo del sensor de la cámara	2/3"
Apertura (f/#):	f/11
Apertura numérica NA, lado del objeto	0,045
Diámetro máximo	18 mm
Longitud excluyendo roscas	50 mm
Distorsión típica @ 588nm	<0,035%
Telecentricidad típica @ 588nm	<0,002°
Número de elementos (grupos)	5 (4)
Recubrimiento	MgF2
Peso	31 g
Montura	C-Mount
Filtro de rosca	Se requiere adaptador #88-212
Especificación de recubrimiento	1/4λ MgF2 @ 550nm
Tipo	Lente telecéntrica
RoHS	conformidad europea

Tabla 10. *Características técnicas de la lente telecéntrica.*

Una óptica estándar puede ser suficiente para inspeccionar objetos prácticamente bidimensionales, o para analizar de forma cualitativa objetos que no sean planos. Sin embargo, para poder medir con precisión o comparar características de objetos tridimensionales, como la superficie curva de una pieza o estructura, este tipo de errores resulta problemático ²⁵⁷.

La ventaja de los objetivos telecéntricos es que son capaces de facilitar la medición dimensional de piezas mecánicas debido a su repetitividad, alto contraste de la imagen y mínima distorsión geométrica posible ²⁵⁸⁻²⁶¹. La baja distorsión de las lentes telecéntricas es ideal para varias mediciones y aplicaciones de inspección cuando se requiere de medidas absolutas y especialmente cuando se examinan objetos 3D o de formas complejas ^{259, 260, 262}.

La tecnología telecéntrica tiene 2 grandes ventajas. En primer lugar, produce lo que se llama un “aumento constante” incluso con variación de distancia entre la muestra y el objetivo del microscopio (error de aumento). Es decir que cuando se inspeccionan muestras iguales, pero de distinta altura, en una óptica estándar se percibe que tienen tamaños distintos pero la lente telecéntrica es capaz de distinguirlo porque el tamaño aparente del objeto no cambia con la distancia respecto a la lente del objetivo ²⁵⁷.

La segunda gran ventaja es que minimiza o elimina los efectos de perspectiva que provocan un cambio de aumento cuando el objeto no está bien situado (error de paralaje o error de perspectiva). Estos sistemas se emplean en circunstancias en las que no es posible colocar de forma precisa el objeto o pieza mecánica, como es el caso de la medición de modelos ²⁵⁸. Con los objetivos telecéntricos las dimensiones de la imagen permanecen invariables aunque el objeto se desplace, siempre que el objeto permanezca dentro de una cierta distancia denominada “profundidad de campo” o “distancia telecéntrica”. Esto se debe al recorrido de los rayos de luz a través del sistema óptico: el objetivo solo recoge el haz de rayos cuyo baricentro (rayo principal) es paralelo al eje ópticomecánico principal del sistema (figura 87) ^{258, 263}.

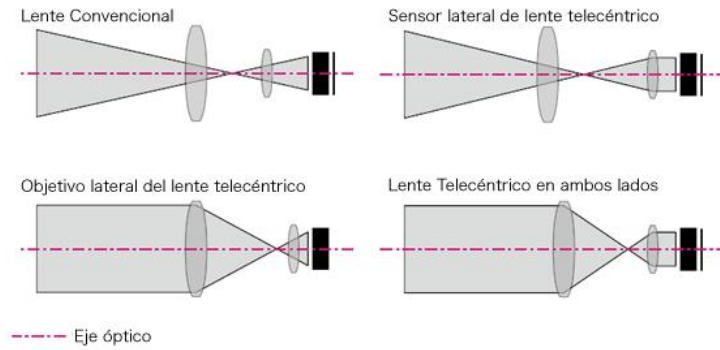


Figura 87. Diagrama de funcionamiento de distintos tipos de lentes. En ella se ve el rayo de luz principal paralelo a su eje óptico, y cómo la magnificación no varía en las lentes telecéntricas con la distancia de trabajo ²⁶⁴.

Así, para poder capturar los rayos telecéntricos, los componentes ópticos frontales de un objetivo telecéntrico deben ser al menos tan grandes como la dimensión máxima del objeto a visualizar; por este motivo, los objetivos telecéntricos son más grandes, más pesados y, como consecuencia, más costosos que los objetivos comunes ²⁶². Es decir, la lente y el microscopio dependerán directamente del campo en el que vaya a ser usado, por lo que en la investigación que nos concierne esto no supone un problema en cuanto al peso y tamaño se refiere.

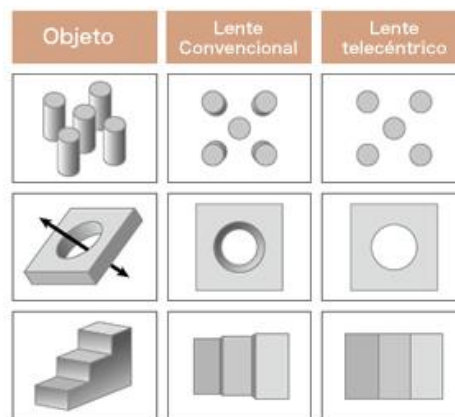


Figura 88. Diferencia resultante de las imágenes obtenidas empleando lente convencional o lente telecéntrica debido a la perspectiva y al aumento constante ²⁶⁴.

En la imagen anterior (figura 88) podemos apreciar cómo con las ópticas estándar, la línea de visión es perpendicular al plano de inspección solamente en el centro del campo visual y todos los demás puntos se visualizan con un cierto ángulo. Esto implica que las características de poco relieve que no estén centradas en el campo visual pueden quedar ocultas por otras características próximas más altas. Como las ópticas telecéntricas están diseñadas para ofrecer una visión en línea recta de todos los puntos dentro del campo visual, estos problemas quedan eliminados.

6.4. Material empleado en la preparación y manipulación de las muestras

6.4.1. Mordaza y llave dinamométrica

Para proceder a realizar las observaciones, y con el fin de evitar movimientos indeseables en la posición de las cofias en los dientes que podrían dar lugar a mediciones erróneas, se fijarán las muestras con la ayuda de una mordaza portamuestras.

Primeramente, se inserta la cofia en el diente y, para introducir el conjunto en la mordaza, se coloca el eje longitudinal del diente siguiendo la línea que marca el vástago central de la mordaza. Acto seguido se gira dicho vástago hasta que la muestra contacta con la plataforma de la mordaza en un lado y el vástago en el otro, quedando sujeta.

Una vez fijado el conjunto en la mordaza, se aplicará una presión constante con la ayuda de una llave dinamométrica ajustable hasta los 50 N/cm² en todos los casos como representamos en la siguiente imagen (figura 89). La llave dinamométrica calibrada es de la marca Acesa[®] (Ref. 3721) y es capaz de dar torques desde los 10-80 N/cm².

Esto nos permitirá estandarizar el procedimiento y mantener constante la fuerza para todas las estructuras.



Figura 89. *Imagen del procedimiento de acople y torque de los especímenes.*

6.4.2. Soporte de apoyo

Para situar la mordaza bajo el objetivo telecéntrico se empleó un soporte metálico con plataforma giratoria. En la parte superior se le colocó una masilla adhesiva azul de la marca Blu-Tack® para evitar el desplazamiento de la mordaza ya que esta es circular en los extremos (figuras 90 y 91). La mordaza portamuestras se colocó paralela al suelo para que la interfase entre diente y cofia fuese perpendicular al objetivo.



Figura 90 y Figura 91. *Imágenes del soporte empleado para situar los modelos bajo el objetivo telecéntrico.*

6.5. *Obtención de las imágenes*

Una vez colocada y fijada la muestra en la mordaza y correctamente orientada en la plataforma de soporte, haremos las observaciones referidas a la nitidez del margen de la preparación haciendo girar la mordaza sobre el soporte metálico.

Para ello haremos una división de la preparación de la siguiente manera: orientaremos los dientes tallados con el eje mayor del diente a 90° sobre una base plana, registrando el perímetro de la preparación con la cuantificación de 360, 270, 180 y 90 grados, como se puede apreciar en los siguientes diagramas (figuras 92-93).

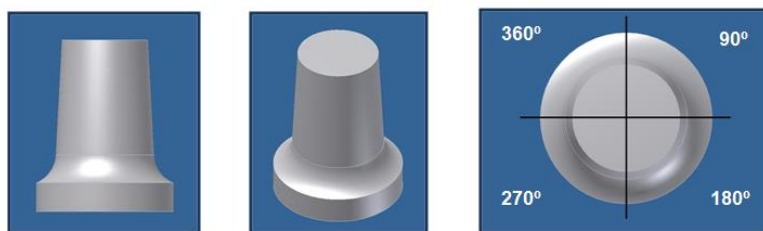


Figura 92 y Figura 93. *Representación de la división en cuadrantes de las preparaciones.*

La adecuación de los datos es un tema importante para el éxito de cualquier investigación. El tamaño de la muestra, el número de medidas por muestra y la prueba

estadística realizada pueden influir en la fuerza del análisis estadístico y, por tanto, en las conclusiones.

Como resulta complicado resumir en un solo dato toda la información presente en la zona de desajuste y las mediciones individuales en diferentes lugares del margen pueden revelar desviaciones significativas de la media que pueden hacer que las cofias sean clínicamente inaceptables aunque la mayoría del margen tenga un ajuste excelente, es preciso realizar varias mediciones a lo largo del margen para obtener mayor precisión en el análisis y que los resultados sean relevantes y estadísticamente significativos.

Se han encontrado estudios como el de Yeo y cols.²⁶⁵ en 2003, Abdel-Azim y cols.²⁵⁴ en 2015 y Shembesh y cols.²⁶⁶ en 2016 donde tomaron cuatro mediciones por espécimen, una por cara del espécimen (vestibular, lingual/palatina, mesial y distal). Pero estas cuatro mediciones no son representativas del gap marginal en un espécimen.

En el estudio de Gassino y cols.²⁶⁷ de 2004 encontraban resultados significativos cuando realizaban 18 mediciones en los 360° alrededor de sus muestras, Pilathadka y cols.²⁴⁸ en 2008 en 16, Rajan y cols.²⁶⁸ en 2015 tomaban 15, y Nedelcu y Persson⁵⁵ en su estudio en 2014 realizaban 12 mediciones.

Hay otras publicaciones, como el estudio de Groten y cols.²⁶⁹ del año 2000 o la revisión bibliográfica desde 1970 hasta 2011 de Nawafleh y cols.²²⁰ publicada en 2013 que promulgan que en estudios in vitro de discrepancias marginales se requieren 50 mediciones por espécimen, con un mínimo de 30 de ellos, y los sitios de mediciones se deben seleccionar de una manera sistemática o aleatorizada.

Nosotros decidimos realizar en este estudio mediciones de discrepancia marginal absoluta en doce localizaciones por cofia (3 por cada cuadrante) de manera aleatoria en la zona enfocada de cada imagen (figuras 94-105). Otros autores como Subasi y cols.²⁵¹ realizaron mediciones similares en sus estudios.



Figura 94. *Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 1er cuadrante para el método de fabricación colado.*

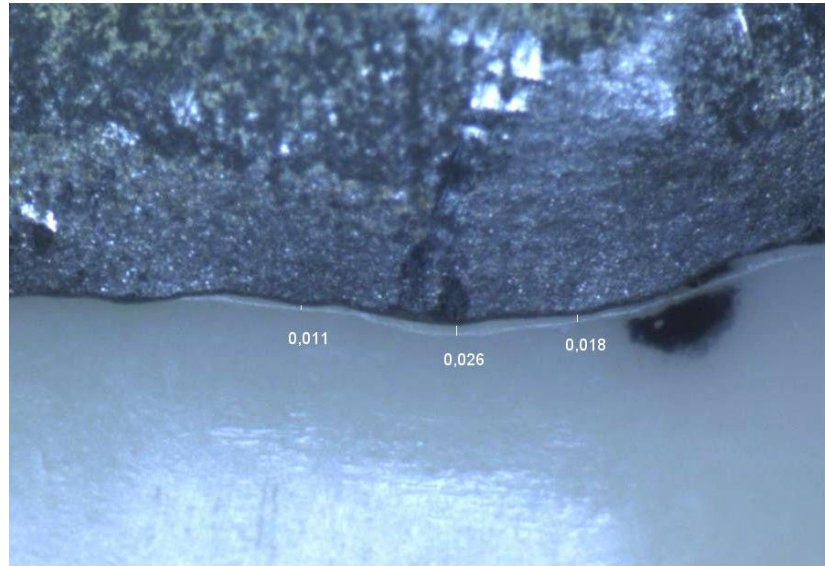


Figura 95. *Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 2º cuadrante para el método de fabricación colado.*

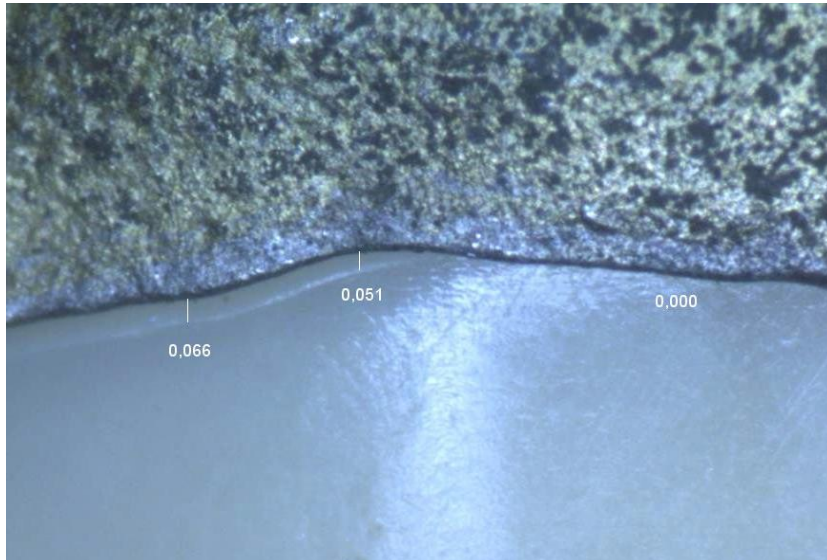


Figura 96. *Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 3er cuadrante para el método de fabricación colado.*

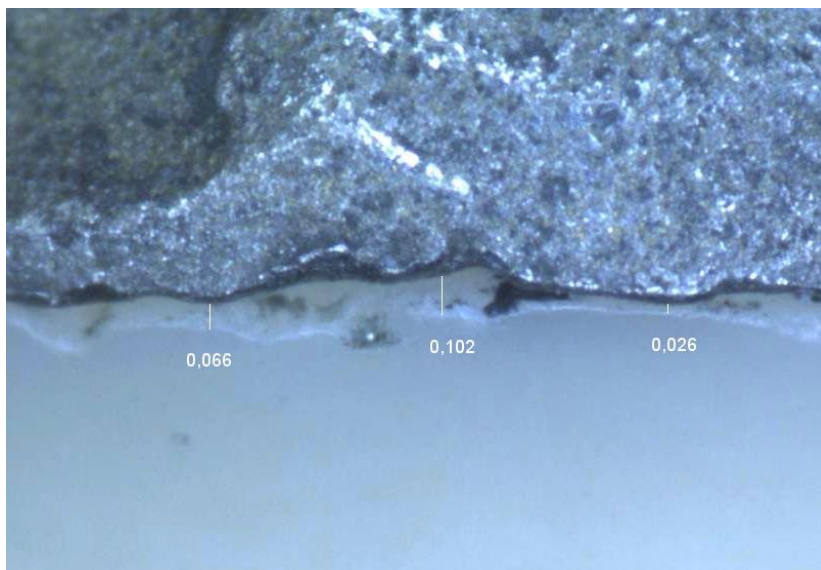


Figura 97. *Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 4º cuadrante para el método de fabricación colado.*

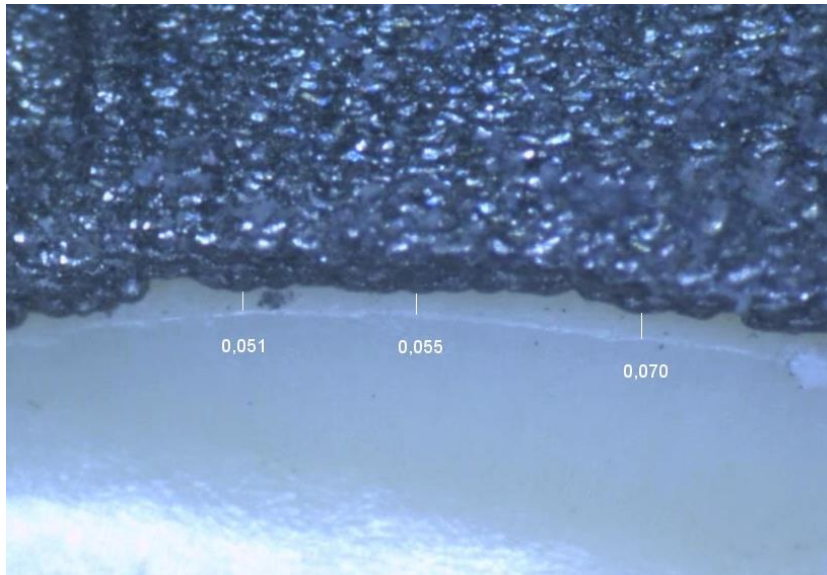


Figura 98. Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 1er cuadrante para el método de fabricación LavaTM-Scan ST sinterizado.

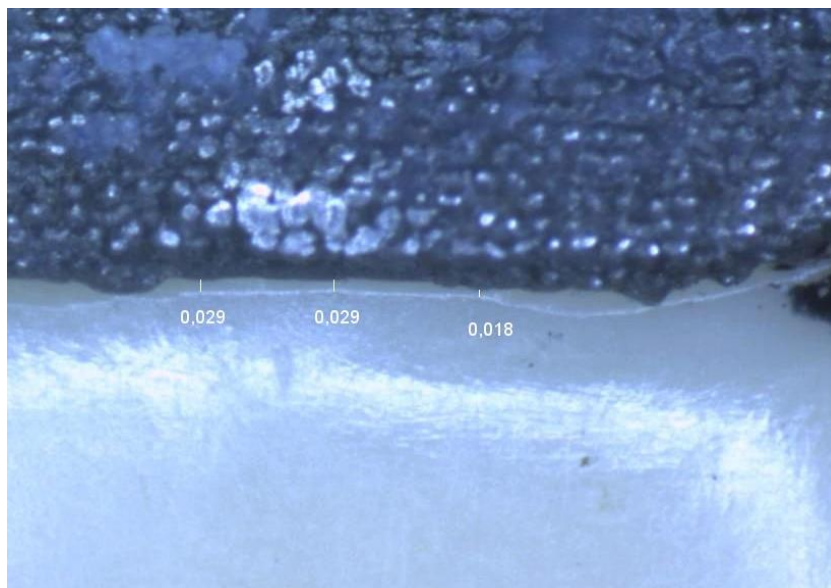


Figura 99. Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 2º cuadrante para el método de fabricación LavaTM-Scan ST sinterizado.

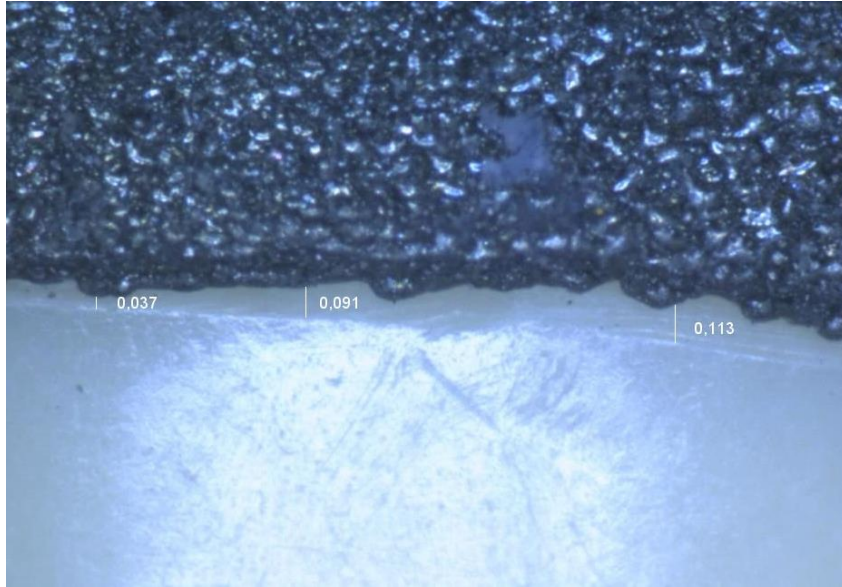


Figura 100. *Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 3er cuadrante para el método de fabricación LavaTM-Scan ST sinterizado.*

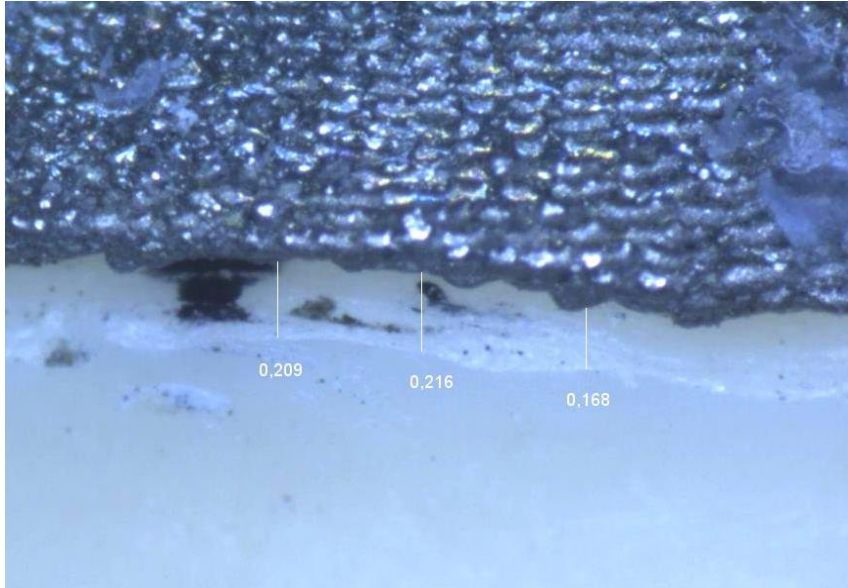


Figura 101. *Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 4º cuadrante para el método de fabricación LavaTM-Scan ST sinterizado.*

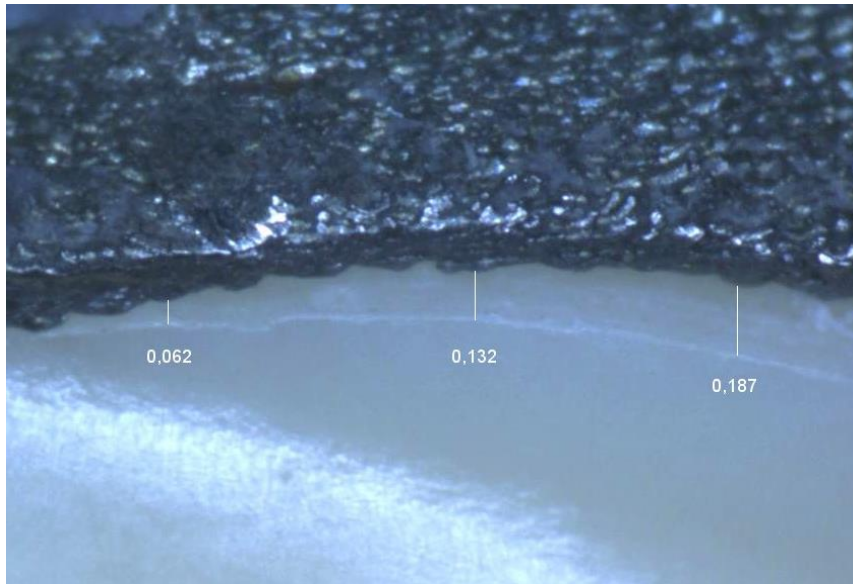


Figura 102. *Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 1er cuadrante para el método de fabricación LavaTM-C.O.S. sinterizado.*

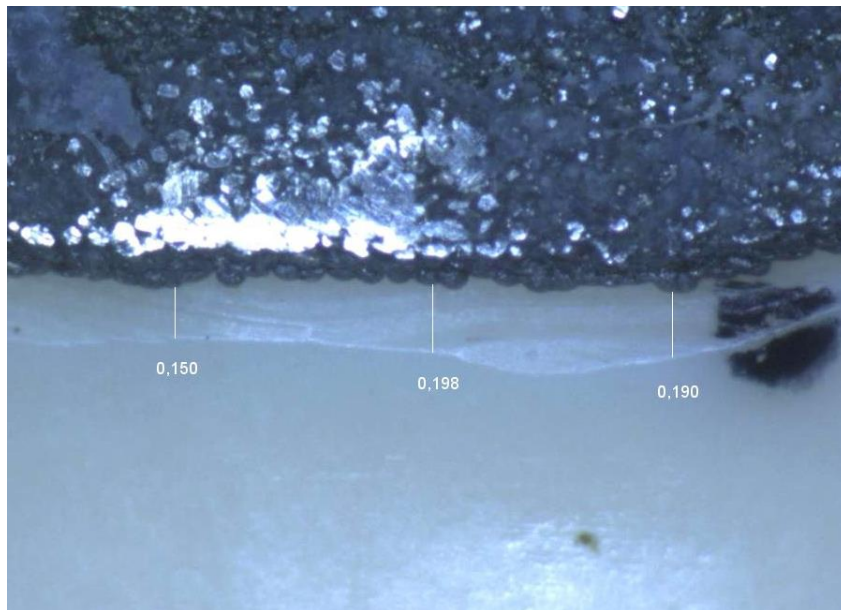


Figura 103. *Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 2º cuadrante para el método de fabricación LavaTM-C.O.S. sinterizado.*

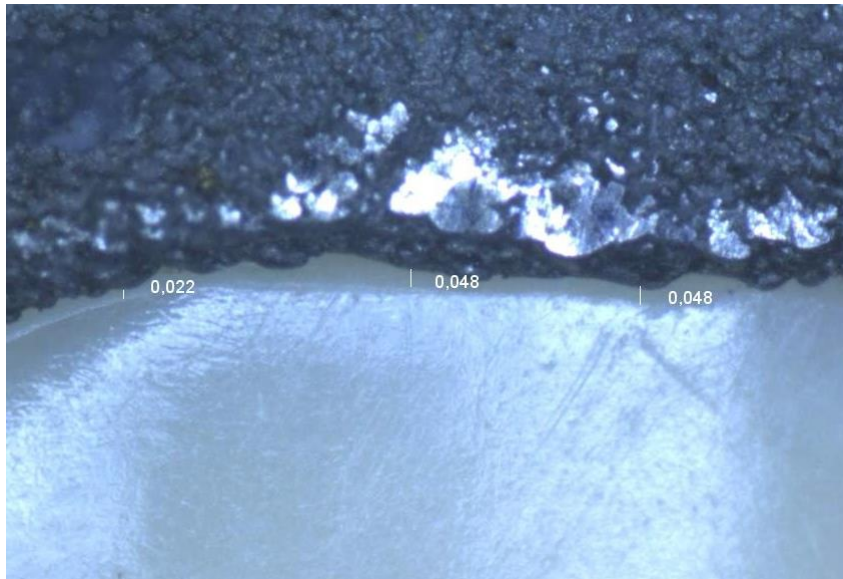


Figura 104. *Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 3er cuadrante para el método de fabricación LavaTM-C.O.S. sinterizado.*

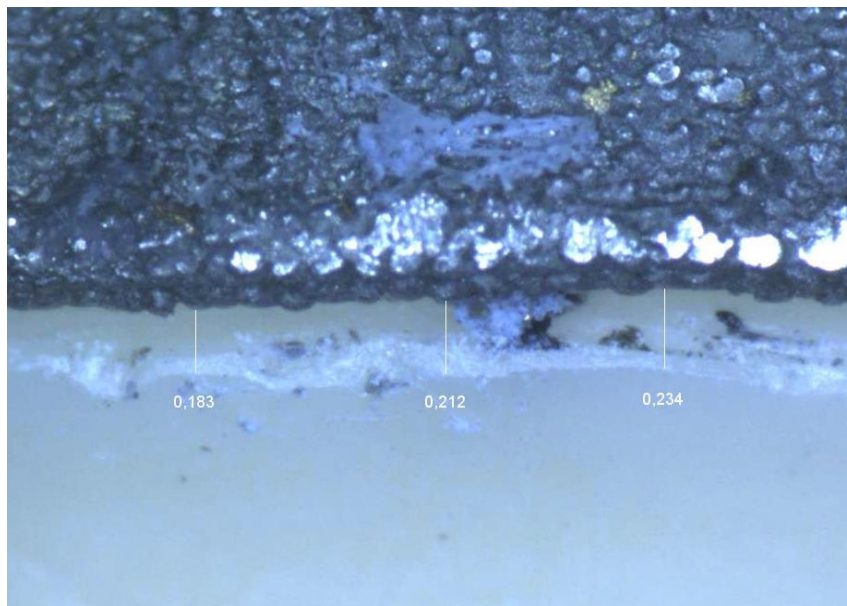


Figura 105. *Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 4º cuadrante para el método de fabricación LavaTM-C.O.S. sinterizado.*

6.6. *Tratamiento estadístico de los datos*

Los datos correspondientes a las medidas obtenidas de discrepancia marginal absoluta han sido archivados en una hoja de cálculo de Microsoft Office Professional Plus Excel 2010. El análisis estadístico lo hemos realizado con la empresa de estadística 3 Datos, de Cabrerizos (Salamanca. España. NIF: 07.824.894-H). Para ello hemos utilizado el programa estadístico de tratamiento de los datos IBM SPSS Statistics v 22.0

Las variables de nuestro estudio son las siguientes:

- Variables dependientes: solo tenemos una, el desajuste marginal (pero medida 12 veces).
- Variables independientes: también una, el sistema de confección de cofias.

Se han empleado los siguientes test y técnicas estadísticas:

- Análisis exploratorio y descriptivo de las variables cuantitativas. Exploración mediante gráficos Boxplot para detectar posibles valores outliers (fuera de rango) e índices de forma (asimetría y curtosis) junto al Test de Kolmogorov-Smirnov de bondad de ajuste a la curva normal de Gauss. Descriptiva con los habituales para estas variables: media, mediana, desviación estándar,...
- Análisis de varianza de medidas repetidas en un factor (ANOVA MR) junto a su alternativa no paramétrica: el Test de Friedman.
- Análisis de varianza de 1 factor de efectos fijos con test de homogeneidad previa (Levene) y contrastes múltiples a posteriori (Tukey). Alternativas no paramétricas: Test H de Kruskal- Wallis y Test T de Wilcoxon.
- Estimación del tamaño del efecto (asociación entre variables) mediante R^2 y de la potencia (poder del contraste) de la toma de decisión estadística.

El nivel de significación fijado es el habitual 5% (significativo si $p < .05$) excepto en el test de Kolmogorov-Smirnov de bondad de ajuste, donde se consideran significativas solo los desvíos graves del modelo, es decir al 1% (si $p < .01$).

7. RESULTADOS

RESULTADOS

7.1. Descripción de la muestra

Como ya comentamos en el apartado anterior, este estudio está formado por 22 modelos con 8 cofias en cada uno. En un primer estudio, que sirvió para la obtención del título de Máster Oficial en Ciencias Odontológicas, únicamente se utilizaron 4 de ellos. Para este trabajo de investigación la muestra se amplió de manera que el número de especímenes que componen la muestra son ahora 176 (8 cofias por 22 modelos) por cada uno de los 3 sistemas de confección de las mismas.

Los especímenes 1.35, 1.37, 2.11, 2.32, 2.33, 2.35, 2.37, 4.11, 4.33, 4.35, 5.11, 5.13, 5.16, 5.32, 7.11, 7.13, 7.32, 7.33, 7.35, 7.37, 9.16, 9.32, 9.35, 11.11, 11.32, 11.33, 11.37, 12.11, 15.16, 15.32, 15.33, 15.35, 15.37, 16.11, 16.32, 16.33, 17.11, 17.13, 17.32, 17.33, 17.35, 18.16, 18.37, 19.35, 19.37, 20.11, 20.33, 20.35 y 21.11 no han podido ser valorados y han sido descartados debido a que no se han podido realizar las cofias mediante los 3 sistemas de confección y por lo tanto no iban a poder ser comparadas (Tabla 11). De esta manera el número de especímenes que forman la muestra es de 127.

	COLADAS	Lava™-C.O.S.	Lava™-Scan ST
1.35		No fabricada	
1.37		No fabricada	
2.11		No fabricada	
2.32		No fabricada	
2.33		No fabricada	
2.35		No fabricada	
2.37		No fabricada	
4.11		No fabricada	
4.33		No fabricada	
4.35		No fabricada	
5.11		No fabricada	
5.13		No fabricada	
5.16		No fabricada	

5.32	No fabricada		
7.11	No fabricada		
7.13	No fabricada		
7.32	No fabricada		
7.33	No fabricada		
7.35	No fabricada		
7.37	No fabricada		
9.16	No fabricada		
9.32	No fabricada		
9.35	No fabricada		
11.11	No fabricada		
11.32	No fabricada		
11.33	No fabricada		
11.37	No fabricada		
12..11	No fabricada		
15.16	No fabricada		
15.32	No fabricada		
15.33	No fabricada		
15.35	No fabricada		
15.37	No fabricada		
16.11		No fabricada	
16.32	No fabricada		
16.33	No fabricada		
17.11	No fabricada		
17.13	No fabricada		
17.32	No fabricada		
17.33	No fabricada		
17.35	No fabricada		
18.16	No fabricada		
18.37	No fabricada		
19.35	No fabricada		
19.37	No fabricada		
20.11	No fabricada		
20.33	No fabricada		
20.35	No fabricada		
21.11	No fabricada		

Tabla 11. *Especímenes descartados por imposibilidad de fabricación.*

7.2. *Análisis de los resultados*

El análisis estadístico se ha estructurado en 2 partes como veremos a continuación.

Una primera donde se procede a realizar una *aproximación exploratoria y descriptiva* de las variables recogidas. Dada la naturaleza cuantitativa de las mismas, se han estudiado la forma de la variable con los índices descriptivos habituales (asimetría y curtosis/altura) junto al Test de Kolmogorov-Smirnov, procedimiento inferencial de bondad de ajuste al modelo de la campana normal de Gauss, donde solo se consideran importantes los desvíos graves (significativo al 1%). Así mismo, se ha procedido a determinar mediante el diagrama Boxplot, la posible existencia de valores extremos fuera de rangos (*outliers far out*) que pudiesen ejercer un efecto distorsionador sobre los análisis estadísticos posteriores.

También en esta primera parte, se ha realizado un análisis destinado a *comprobar la fiabilidad de las medidas* tomadas desde el punto de vista de estabilidad. El objetivo de este estudio es determinar si es posible reducir las 12 mediciones repetidas que se han tomado sobre cada elemento en un solo valor. En el caso de que no existan diferencias significativas y estos valores sean similares, se podría crear una única variable promedio que represente al desajuste marginal. Para ellos se ha utilizado, en función de la distribución normal o no de cada variable, o bien el conocido método de Análisis de Varianza con medidas repetidas (ANOVA MR) o bien su correspondiente alternativa no paramétrica el Test de Friedman. Se ha calculado el tamaño del efecto ²⁷¹, mediante Eta^2 (similar a un coeficiente de determinación) con la intención de valorar la magnitud de las diferencias en el caso de las que haya.

En la segunda parte se procede a *comparar los valores de desajuste* tomados entre los tres sistemas de fabricación. Esta forma de considerar los datos, implica la definición de un factor (VI) que viene definido por tres categorías que son, precisamente, los tres métodos de fabricación. Ante esto, el método estadístico adecuado, bajo las condiciones de normalidad (testada con Kolmogorov-Smirnov) y de homocedasticidad (testada con Levene), es el Análisis de varianza de un factor de efectos fijos (ANOVA 1 FEF) al que hay que añadir un test de contrastes a posteriori por

pares (Tukey). Las alternativas no paramétricas, en el caso de que sean necesarias, son respectivamente: el test H de Kruskal-Wallis y el T de Wilcoxon.

7.2.1. Primera parte: Estabilidad de las medidas

La muestra inicial consta de 127 especímenes o elementos: cofias fabricadas mediante 3 sistemas distintos (colado convencional, Lava™-C.O.S. y Lava™-Scan ST). De cada cofia y con cada sistema de fabricación se han tomado 12 medidas a lo largo del perímetro.

La primera parte de este estudio estadístico tiene como objetivo comprobar la estabilidad de estas medidas, es decir, la ausencia de diferencias significativas entre ellas. De manera que de ser esto cierto, se podrá crear una variable de “Desajuste promedio” equivalente a la media aritmética de las medidas tomadas en los 12 puntos y que suponga tener un único valor por espécimen.

Para ello, el procedimiento estadístico más recomendable es el Anova MR (Análisis de varianza de Medidas repetidas). Este método tiene entre sus condiciones previas el buen ajuste de los datos al modelo de la campana normal de Gauss. En caso de presentarse desvíos de la normalidad debidos a graves asimetrías en los valores, lo recomendable es sustituir este método por la alternativa no-paramétrica adecuada: el Test de Friedman.

Por este motivo, se comienza por realizar un estudio exploratorio de los datos. En el cual además de verificar la forma de la variable, se procede a determinar la posible existencia de valores *outliers* (en especial de tipo lejano o *far out*) que pudiesen ser distorsionantes para los análisis estadísticos posteriores.

El estudio y los resultados se presentan para cada uno de los tres sistemas de fabricación por separado.

7.2.1.1. Sistema colado convencional

7.2.1.1.1. Exploración y descripción

Tanto los índices de asimetría y curtosis como el Test de Bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov nos indican la existencia de claros desvíos de estas mediciones con respecto al modelo de la campana normal de Gauss. En especial en 7 de las 12 mediciones realizadas. En la mayoría de estos casos, el desvío se produce por la presencia de obvias asimetrías positivas (mayor presencia de valores bajos) que a su vez producen que los valores que se alejen por el extremo superior se configuren como valores fuera de rango de tipo *far out*. A pesar de estas asimetrías, solamente se detectan puntos que sean preocupantes en 5 de las medidas (las que van de la 7ª a la 11ª) y normalmente con solo un valor fuera de rango. Así, las piezas sospechosas para una posible contaminación de los análisis estadísticos posteriores son 3: la 5.35, la 17.14 y la 1.16. Este número de elementos de posible distorsión es muy reducido (6 sobre un total de 1524 valores, un 0.4%) de manera que su efecto apenas será percibido sobre los valores descriptivos globales. De ahí que no se considere imprescindible que sean tomados como valores perdidos.

Tabla 12. *Análisis exploratorio del desajuste (12 medidas) en las cofias fabricadas con sistema colado convencional.*

<i>Variable</i>	N	Asimetría	Curtosis	Test KS: p valor	<i>Far out</i> Nº especímen	Valor
<i>1ª medida</i>	127	1.21	0.85	.006**	--	--
<i>2ª medida</i>	127	1.12	0.68	.001**	--	--
<i>3ª medida</i>	127	1.01	0.11	.011 *	--	--
<i>4ª medida</i>	127	1.34	2.13	.022 *	--	--
<i>5ª medida</i>	127	1.09	0.54	.005**	--	--
<i>6ª medida</i>	127	1.30	1.12	.001**	--	--
<i>7ª medida</i>	127	1.87	5.08	.001**	5.35	754
<i>8ª medida</i>	127	1.66	3.68	.003**	5.35	746
<i>9ª medida</i>	127	1.68	4.48	.032 *	5.35	736
<i>10ª medida</i>	127	2.26	7.57	.009**	1.16 / 17.14	695 / 790
<i>11ª medida</i>	127	1.38	2.13	.012 *	17.14	622
<i>12ª medida</i>	127	1.16	1.27	.158 ^{NS}	--	--

NS = Desvío no significativo ($p > .05$) la variable se distribuye normalmente

* = Desvío leve significativo ($p < .05$) la variable tiende hacia el modelo normal

** = Desvío grave significativo ($p < .01$) la variable no se ajusta a la normalidad

La tabla 13 presenta los resultados de las herramientas descriptivas habituales para estas variables. Se han incluido los valores de estos estadísticos considerando a todos los especímenes, y también tomando como datos perdidos a los sospechosos anteriormente comentados (valores extremos). Como se puede comprobar su efecto sobre los valores de la media y la desviación estándar es pequeña, como era de esperar, y sobre la mediana es prácticamente nulo. Ante esta situación y con la intención de no perder potencia estadística por la reducción del N, se opta por mantener a estos valores dentro del estudio posterior.

Por otra parte, los resultados de estos índices descriptivos nos presentan valores medios de entre 128,52 μm (en la 1ª medida) y 174,89 μm (en la 5ª) y elevadas variabilidades en todos los casos, puesto que las desviaciones estándar son tan elevadas que sus coeficientes de variación equivalentes se sitúan sobre el 80%. Al menos, esta elevada variabilidad es nota común a las 12 mediciones realizadas.

Tabla 13. *Análisis descriptivo del desajuste (12 medidas) en las cofias fabricadas con sistema colado convencional.*

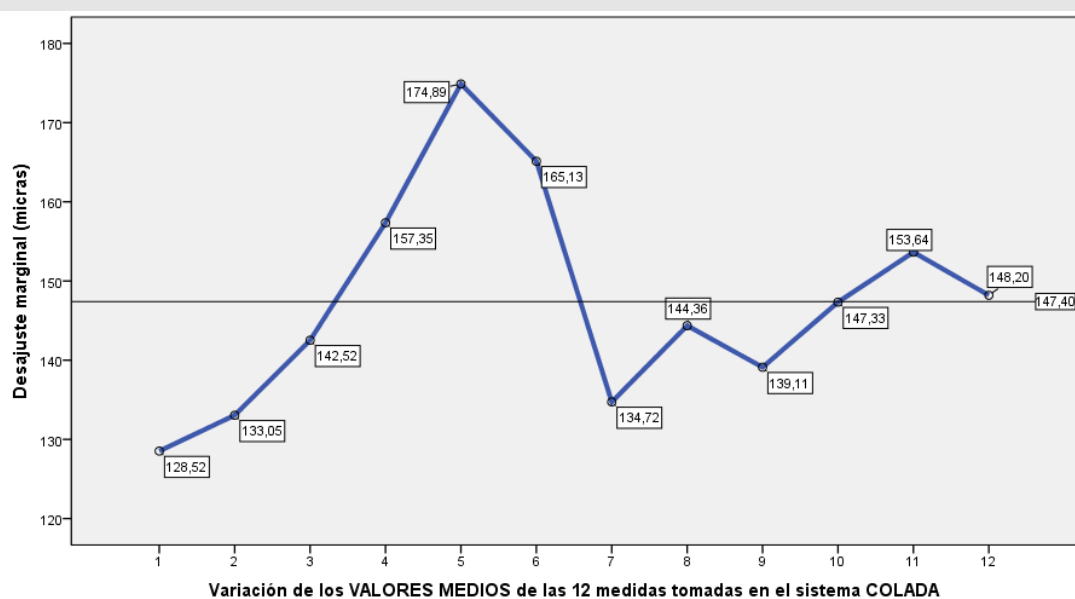
Variable	N	Media	I.C. 95%		Mediana	Rango	Desviación estándar	Rango intercuartil	Coef. de variación
			Lim. Inf.	Lim. Sup.					
1ª medida	127	128.52	110.39	146.65	99.00	0 / 461	103.24	113	80.3 %
2ª medida	127	133.05	115.62	150.48	102.00	0 / 464	99.26	131	74.6 %
3ª medida	127	142.52	122.43	162.61	106.00	0 / 453	114.40	158	80.3 %
4ª medida	127	157.35	134.21	180.49	117.00	0 / 659	131.77	165	83.7 %
5ª medida	127	174.89	149.24	200.54	128.00	0 / 615	146.07	198	83.5 %
6ª medida	127	165.13	140.54	189.71	132.00	0 / 611	140.02	149	84.8 %
7ª medida	127	134.72	113.48	155.96	90.00	0 / 754	120.95	136	89.8 %
8ª medida	126	129.81	110.78	148.84	89.50	0 / 461	107.96	133	83.2 %
	127	144.36	121.80	166.92	97.00	0 / 746	128.46	154	89.0 %
9ª medida	126	139.59	118.94	160.24	94.00	0 / 538	117.11	151	83.9 %
	127	139.11	117.76	160.46	107.00	0 / 736	121.57	164	87.4 %
10ª medida	126	134.37	115.04	153.71	106.00	0 / 527	109.66	1.59	81.6 %
	127	147.33	125.46	169.20	113.00	0 / 790	124.53	127	84.5 %
11ª medida	125	137.81	120.18	155.44	113.00	0 / 494	99.58	121	72.3 %
	127	153.64	133.21	174.06	117.00	0 / 622	116.31	137	75.7 %
12ª medida	126	149.92	130.71	169.13	117.00	0 / 537	108.93	134	72.7 %
12ª medida	127	148.20	129.19	167.21	128.00	0 / 483	107.25	135	72.4 %

7.2.1.1.2. Estabilidad de las medidas.

Como ya se explicaba al comienzo de esta parte, tras la exploración de datos se procede a verificar el grado de estabilidad de estas 12 medidas tomadas mediante la utilización de un test de contraste. La existencia de valores extremos y de altas asimetrías recomienda dar preferencia a la prueba no paramétrica de Friedman. Test que es menos potente que el Anova MR y que además no permite el cálculo del tamaño del efecto en caso de significación. Ante esta situación y puesto que la experiencia demuestra que el incumplimiento de la condición de normalidad en muestras grandes ($N > 30$) no suele tener efectos notables sobre las p-sig de las pruebas paramétricas, se ha optado por realizar ambas de forma conjunta como una forma de aumentar la confiabilidad de los resultados estadísticos y de tener una mayor información a la hora de la toma de decisiones.

La figura 106 representa los valores de las 12 mediciones tomadas. Se aprecia un crecimiento constante desde el valor mínimo observado en la medida en el 1^{er} punto (128,52) hasta el 5^o (174,89) que se corresponde además con el pico más alto. A partir de ahí los valores decrecen y se mantienen en una cierta similitud, muy cerca de la media total de toda serie (147,40 μm).

Figura 106. Diagrama de MEDIAS. Valores de las medidas tomadas en el sistema colado convencional.



Los resultados de los test estadísticos son bastante coincidentes y nos llevan a concluir que se han encontrado diferencias que son estadísticamente significativas con $p < .01$ (tabla 14). El tamaño del efecto ²⁷¹ (19.1% según Eta^2) nos indica que estas diferencias tienen intensidad moderada y por tanto deben ser tenidas en cuenta. En consecuencia, según este resultado no sería posible reducir la información de las 12 medidas en una única variable promedio.

Tabla 14. *Análisis diferencial. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste (12 medidas) en las cofias con sistema colado convencional.*

FACTOR MR	ANOVA de MR					Test de Friedman		
	gl	Valor F	p	Eta ² parcial	Potencia	Valor Chi ²	gl	p
Medidas	11	2.49	.008**	.191	.950	24.86	11	.009**

** = Altamente significativo al 1% ($p < .01$)

A la vista de los valores medios de estas 12 mediciones tomadas, las diferencias anteriores están provocadas por los que se han obtenido tanto en la 1ª como en la 5ª medición que son precisamente las extremas. Si se decide prescindir de estas dos y se repite el análisis estadístico anterior (tabla 15) se puede comprobar cómo han desaparecido las diferencias significativas ($p > .05$) entre las 10 mediciones restantes; siendo los resultados de ambos test estadísticos muy similares. Por tanto, sí sería posible crear una variable resumen calculada con el promedio de estas 10 medidas.

Tabla 15. *Análisis diferencial. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste (10 medidas) en las cofias con sistema colado convencional.*

FACTOR MR	ANOVA de MR					Test de Friedman		
	gl	Valor F	p	Eta ² parcial	Potencia	Valor Chi ²	gl	p
Medidas	9	1.66	.112 ^{NS}	.112	--	13.13	9	.157 ^{NS}

N.S. = NO significativo al 5% ($p > .05$)

7.2.1.2. Sistema LavaTM-Scan ST

7.2.1.2.1. Exploración y descripción

En el análisis exploratorio de las mediciones realizadas sobre los elementos montados en cofias fabricadas con este segundo sistema, se ha podido observar (tabla 16) como casi todas las variables presentan formas con una mayor tendencia hacia la normalidad de la campana de Gauss ($p > .01$ en el test KS) a pesar de que se aprecian ciertas asimetrías aunque no tan marcadas como en el estudio del sistema anterior. Las asimetrías observadas son positivas, por tanto, de mayor presencia de valores bajos en el continuo, y de ahí que los valores extremos se presenten por la parte superior del mismo. En esta ocasión se han detectado valores *far out* en 5 de las 12 mediciones. En ellas, se detecta solamente 1 ó 2 valores sospechosos hasta un total de 7 diferentes (ver tabla) en otras piezas y que representan un 0.5% del total (7 de 1524). Similar a la del anterior sistema, tampoco es una cantidad preocupante por lo que no se considera imprescindible su eliminación para el estudio estadístico que sigue.

Tabla 16. Análisis exploratorio del desajuste (12 medidas) en las cofias con sistema LavaTM-Scan ST.

Variable	N	Asimetría	Curtosis	Test KS: p valor	<i>Far out</i> Nº especímen	Valor
1ª medida	127	1.62	3.94	.024 *	3.13 / 19.16	461 / 464
2ª medida	127	1.21	2.08	.063 NS	--	--
3ª medida	127	1.00	1.19	.143 NS	--	--
4ª medida	127	1.35	1.81	.012 *	3.14	519
5ª medida	127	0.99	0.82	.045 *	--	--
6ª medida	127	1.39	2.51	.046 *	9.13	582
7ª medida	127	1.23	1.88	.011 *	--	--
8ª medida	127	1.10	0.97	.039 *	--	--
9ª medida	127	1.10	0.81	.013 *	--	--
10ª medida	127	1.96	5.68	.025 *	17.14 / 11.16	596 / 651
11ª medida	127	2.02	6.41	.009**	2.14	688
12ª medida	127	1.12	1.12	.194 NS	--	--

NS = Desvío no significativo ($p > .05$) la variable se distribuye normalmente

* = Desvío leve significativo ($p < .05$) la variable tiende hacia el modelo normal

** = Desvío grave significativo ($p < .01$) la variable no se ajusta a la normalidad

En la tabla 17 se muestran los valores descriptivos de estas 12 variables, considerando en los casos donde fue necesario el total de medidas y junto a él, el resultado si se eliminan los valores *far out* de posible distorsión. Se observa, de nuevo, que su efecto sobre las medias y desviaciones estándar es leve, y menor aún sobre los valores de las medianas ²⁷¹. Se han encontrado medias de entre 124,12 μm (en la 9ª) y 152,63 μm (en la 5ª) con elevadas variabilidades según nos indica la desviación estándar aunque mucho menor que en el anterior sistema puesto que los coeficientes de variación equivalentes están en torno del 65% (entre 53.2% y 76.4%).

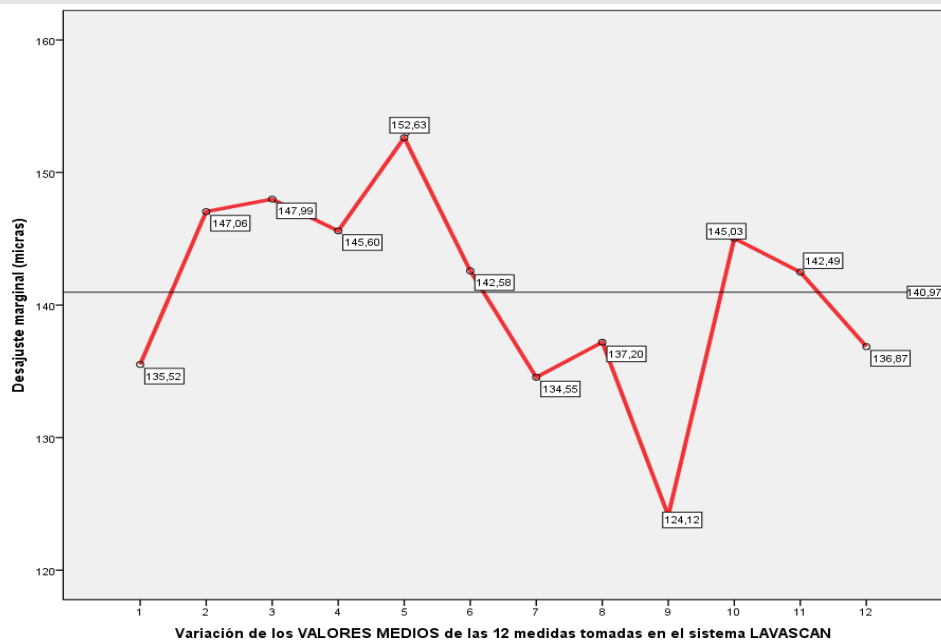
Tabla 17. *Análisis descriptivo del desajuste (12 medidas) en las cofias con sistema LavaTM-Scan ST.*

Variable	N	Media	I.C. 95%		Mediana	Rango	Desviación estándar	Rango intercuartil	Coef. de variación
			Lim. Inf.	Lim. Sup.					
<i>1ª medida</i>	127	135.52	121.41	149.62	126.00	11 / 464	80.32	84	59.3 %
	126	130.29	118.02	142.56	124.00	11 / 373	69.31	79	53.2 %
<i>2ª medida</i>	127	147.06	131.95	162.16	128.00	0 / 494	86.00	110	58.5 %
<i>3ª medida</i>	127	147.99	133.66	162.33	134.00	23 / 464	81.64	102	55.2 %
<i>4ª medida</i>	127	145.60	128.18	163.02	121.00	0 / 519	99.19	114	68.1 %
	126	142.63	126.10	159.17	121.00	0 / 450	93.77	111	65.7 %
<i>5ª medida</i>	127	152.63	134.93	170.33	135.00	3 / 468	100.82	125	66.1 %
<i>6ª medida</i>	127	142.58	124.68	160.48	117.00	11 / 582	101.92	120	71.5 %
	126	139.10	122.45	155.74	117.00	11 / 435	94.42	121	67.9 %
<i>7ª medida</i>	127	134.55	118.11	150.99	110.00	6 / 512	93.62	130	69.6 %
<i>8ª medida</i>	127	137.20	120.32	154.07	113.00	21 / 476	96.10	142	70.0 %
<i>9ª medida</i>	127	124.12	109.02	139.22	102.00	0 / 377	86.00	110	69.3 %
<i>10ª medida</i>	127	145.03	126.16	163.90	121.00	4 / 651	107.44	113	74.1 %
	125	137.38	121.57	153.18	117.00	4 / 486	89.26	113	65.0 %
<i>11ª medida</i>	127	142.49	124.09	160.88	128.00	4 / 688	104.74	106	73.5 %
	126	138.16	121.75	154.57	128.00	4 / 475	93.06	108	76.4 %
<i>12ª medida</i>	127	136.87	121.35	152.38	121.00	0 / 413	88.35	106	64.6 %

7.2.1.2.2. Estabilidad de las medidas.

La figura 107 muestra los valores medios de las 12 medidas recogidas considerando los 127 elementos, es decir, sin valores perdidos. En este caso parece que las subidas y bajadas de estos promedios son totalmente aleatorias sin que se aprecie ninguna tendencia que comentar.

Figura 107. Diagrama de MEDIAS. Valores de las medidas tomadas en el sistema Lava™-Scan ST



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

Al contrastar la significación de las diferencias entre estas 12 mediciones (tabla 18) los resultados del ANOVA MR y de la alternativa Friedman son semejantes a pesar de las asimetrías. Según estos test se han encontrado diferencias que son estadísticamente significativas ($p < .01$) con un tamaño del efecto moderado (18.9% parecido al del contraste con el 1er método) ²⁷¹. Por tanto, no sería posible crear la variable de Desajuste promedio, con todos los valores tomados.

Tabla 18. *Análisis diferencial. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste (12 medidas) en las cofias con sistema Lava™-Scan ST.*

FACTOR MR	ANOVA de MR					Test de Friedman		
	gl	Valor F	p	Eta ² parcial	Potencia	Valor Chi ²	gl	p
Medidas	11	2.45	.009**	.189	.947	27.29	11	.004**

** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Si, como se hizo antes, se prescinde de los extremos (5^a y 9^a medida) que sin duda influyen en la significación anterior y se repite el mismo procedimiento estadístico con los 10 restantes (tabla 19) ya no aparecen las diferencias estadísticamente significativas anteriores (p>.05) siendo por tanto ya factible crear una variable promedio con los 10 restantes.

Tabla 19. *Análisis diferencial. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste (10 medidas) en las cofias con sistema Lava™-Scan ST.*

FACTOR MR	ANOVA de MR					Test de Friedman		
	gl	Valor F	p	Eta ² parcial	Potencia	Valor Chi ²	gl	p
Medidas	9	1.14	.344 ^{NS}	.080	--	12.76	9	.174 ^{NS}

N.S. = NO significativo al 5% (p>.05)

7.2.1.3. Sistema Lava™-C.O.S.

7.2.1.3.1. Exploración y descripción.

Para cerrar esta primera parte se repite el procedimiento anterior con el tercer sistema de fabricación. La exploración de las variables (tabla 9) nos muestra ahora que de la mayoría de las mismas se puede admitir el ajuste a la normalidad puesto que las

diferencias con respecto al mismo no alcanzan significación estadística ($p > .05$) aunque en algunas de ellas se siguen apreciando ciertas asimetrías positivas. En cuanto a la presencia de valores extremos lejanos (*far out*) aparecen solamente 4 pertenecientes a 3 piezas distintas (ver tabla) y que suponen un 0.3% (4 de 1524 valores totales) por lo que de nuevo no es una cantidad alarmante y que tenga trascendencia sobre el global de los mismos como para que sea imprescindible considerarlos como valores perdidos.

Tabla 20. Análisis exploratorio del desajuste (12 medidas) en las cofias con sistema LavaTM-C.O.S.

<i>Variable</i>	N	Asimetría	Curtosis	Test KS: p valor	<i>Far out</i> Nº especímen	Valor
<i>1ª medida</i>	127	0.36	-0.22	.725 ^{NS}	--	--
<i>2ª medida</i>	127	0.12	-0.72	.672 ^{NS}	--	--
<i>3ª medida</i>	127	0.45	-0.09	.601 ^{NS}	--	--
<i>4ª medida</i>	127	0.57	-0.25	.129 ^{NS}	--	--
<i>5ª medida</i>	127	1.10	1.86	.524 ^{NS}	--	--
<i>6ª medida</i>	127	1.77	6.26	.314 ^{NS}	16.14	984
<i>7ª medida</i>	127	1.28	1.68	.011 *	--	--
<i>8ª medida</i>	127	1.24	1.87	.066 ^{NS}	--	--
<i>9ª medida</i>	127	1.50	3.26	.078 ^{NS}	21.13	728
<i>10ª medida</i>	127	1.36	2.31	.053 ^{NS}	21.13	715
<i>11ª medida</i>	127	1.84	5.87	.052 ^{NS}	2.14	889
<i>12ª medida</i>	127	1.19	1.96	.214 ^{NS}	--	--

NS = Desvío no significativo ($p > .05$) la variable se distribuye normalmente

* = Desvío leve significativo ($p < .05$) la variable tiende hacia el modelo normal

La tabla 21 contiene los índices descriptivos de estas variables, como ya ha sido habitual tomando todos los valores y prescindiendo de los sospechosos de distorsión en los lugares donde fue necesario. Se puede comprobar que las medias y desviaciones estándar son semejantes con y sin ellos, así como que las medianas apenas varían también.

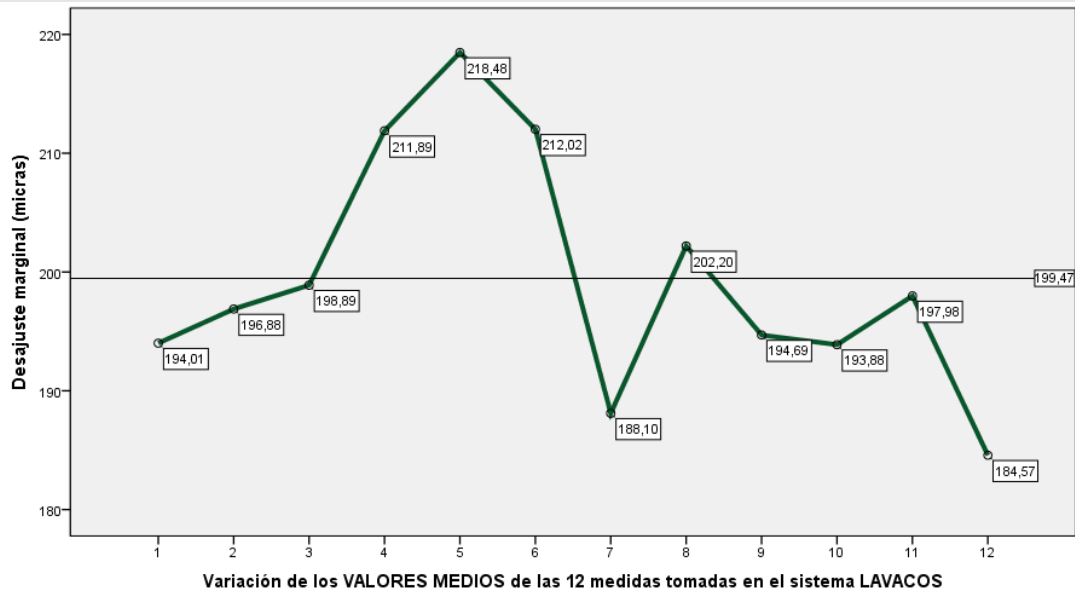
Tabla 21. *Análisis descriptivo del desajuste (12 medidas) en las cofias con sistema LavaTM-C.O.S.*

Variable	N	Media	I.C. 95%		Mediana	Rango	Desviación estándar	Rango intercuartil	Coef. de variación
			Lim. Inf.	Lim. Sup.					
<i>1ª medida</i>	127	194.01	176.24	211.78	183.00	0 / 512	101.97	154	52.6 %
<i>2ª medida</i>	127	196.88	179.90	213.86	197.00	0 / 417	96.68	135	49.2 %
<i>3ª medida</i>	127	198.89	180.80	216.98	194.00	21 / 498	103.03	142	51.8 %
<i>4ª medida</i>	127	211.89	190.78	233.00	194.00	18 / 553	120.22	171	56.7 %
<i>5ª medida</i>	127	218.48	194.34	242.62	198.00	0 / 787	137.46	186	62.9 %
<i>6ª medida</i>	127	221.02	186.59	237.44	194.00	11 / 984	144.79	184	65.5 %
	126	205.89	183.36	228.42	192.00	11 / 714	127.77	185	62.1 %
<i>7ª medida</i>	127	188.10	166.04	210.16	150.00	7 / 652	125.63	153	66.8 %
<i>8ª medida</i>	127	202.20	179.32	225.08	179.00	0 / 715	130.28	158	64.4 %
<i>9ª medida</i>	127	194.69	172.49	216.89	176.00	0 / 728	126.41	143	64.9 %
	126	190.46	169.74	211.18	176.00	0 / 637	117.53	141	61.7 %
<i>10ª medida</i>	127	193.88	170.68	217.09	161.00	0 / 715	132.14	154	68.2 %
	126	189.75	167.86	211.63	159.00	0 / 644	124.14	155	64.5 %
<i>11ª medida</i>	127	197.98	173.94	222.03	165.00	4 / 889	136.91	172	69.2 %
	126	192.50	170.88	214.12	165.00	4 / 723	122.65	172	63.7 %
<i>12ª medida</i>	127	184.57	163.42	205.73	168.00	0 / 668	120.45	147	65.3 %

7.2.1.3.2. *Estabilidad de las medidas.*

En la figura 108 se muestra la variación de los valores medios de estas 12 mediciones realizadas con los elementos sobre cofias montadas en este tercer sistema. Tiene una forma similar a la del anterior, donde parece que los cambios son totalmente aleatorios. Si bien es cierto que los picos inferiores no se han dado en las mismas mediciones y, además, en este caso, no hay 1 si no 2 (en el 7º y en el 12º punto de medida) muy cercanos en valor.

Figura 108. *Diagrama de MEDIAS*. Valores de las medidas tomadas en el sistema LavaTM-C.O.S.



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

En el contraste de la significación de las diferencias entre estas 12 medias, los resultados de los dos procedimientos estadísticos no son en esta ocasión tan coincidentes (tabla 22) aunque llevan a conclusiones similares. Mientras que para ANOVA MR las diferencias son significativas solo para $p < .05$ y con un tamaño del efecto moderado (algo inferior a los anteriores) para el Test de Friedman son más significativas ($p < .01$). Siendo rigurosos con las condiciones estadísticas, la tendencia a la normalidad de casi todas las variables (recordar tabla 20) recomienda dar preferencia al resultado paramétrico del Anova. Pero no debemos olvidar las asimetrías presentes y, por tanto, no se descarta el resultado no-paramétrico. En cualquier caso, existen diferencias significativas.

Tabla 22. *Análisis diferencial. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste (12 medidas) en las cofias con sistema LavaTM-C.O.S.*

FACTOR MR	ANOVA de MR					Test de Friedman		
	gl	Valor F	p	Eta ² parcial	Potencia	Valor Chi ²	gl	p
Medidas	11	1.98	.036 *	.158	.880	26.56	11	.005**

* = Significativo al 5% ($p < .05$) ** = Altamente significativo al 1% ($p < .01$)

En esta ocasión la anterior significación parece que se debe al valor del extremo más alto (la 5ª medida una vez más) y de los dos inferiores que son muy similares entre sí. De manera que entonces para tratar de encontrar una situación que permitiese la creación de una variable de Desajuste promedio, sería necesario prescindir de 3 de las 12. Hecho esto y repetido el análisis estadístico anterior (tabla 23). Efectivamente desaparecen las diferencias significativas ($p > .05$) entre estas 9 mediciones restantes y sería factible crear una variable de desajuste promedio.

Tabla 23. *Análisis diferencial. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste (10 medidas) en las cofias con sistema Lava™-C.O.S.*

FACTOR MR	ANOVA de MR					Test de Friedman		
	gl	Valor F	p	Eta ² parcial	Potencia	Valor Chi ²	gl	p
Medidas	8	0.69	.698 ^{NS}	.044	--	13.99	8	.082 ^{NS}

N.S. = NO significativo al 5% ($p > .05$)

7.2.2. Segunda parte: Comparación entre los sistemas de fabricación

Esta 2ª parte del estudio estadístico está destinada a verificar el objetivo principal de este trabajo de investigación que se dirige hacia la comparación de los tres sistemas de fabricación entre sí. La naturaleza cuantitativa de las variables nos mantiene en la utilización de procedimiento estadísticos del tipo del contraste de la significación de las diferencias entre las medias. En este caso, aunque se sigue empleando desde la perspectiva paramétrica un procedimiento de la familia de los Análisis de varianza, se ha empleado el ANOVA de 1 factor de efectos fijos, siendo el factor una VI definida por tres categorías correspondiente a cada uno de los sistemas de fabricación empleados. Por esta razón, la alternativa no paramétrica correspondiente es el Test H de Kruskal-Wallis junto a la T de Wilcoxon.

Aunque los resultados anteriores sugieren que sería posible crear una variable para representar el promedio del desajuste marginal (si bien como se sabe, no con todas las medidas) nos parece que lo más prudente es mantener la información aportada por cada una de las 12 mediciones realizadas tomadas en 12 puntos distintos del mismo elemento. Por tanto, en cada uno de los test de contraste arriba citados se han comparado las medias de las 12 mediciones consideradas cada una de ellas como una variable dependiente.

Los resultados de las pruebas de contraste entre los 3 sistemas se resumen en la tabla 24. Como se puede verificar en ellas, estos resultados son similares en ambos procedimientos estadísticos. Y esto es a pesar de que, en las 12 variables de las medidas del desajuste en los 12 puntos, se ha observado un claro desvío altamente significativo ($p < .01$) en el Test de bondad de ajuste al modelo de la normal de Gauss, debido a la persistencia de las asimetrías positivas ya vistas en la parte primera del análisis. Además, en la mayoría de estas variables (con excepción de las mediciones 2 y 10) se han encontrado diferencias significativas ($p < .05$) o altamente significativas ($p < .01$) entre las varianzas de los desajustes tomados con los diferentes sistemas. De modo que se incumple la condición de homocedasticidad. Al respecto, puede ser interesante acotar que estas diferencias de variabilidad se deben a que los valores obtenidos con el método LavaTM-Scan ST son siempre más homogéneos entre sí, que en cualquiera de los otros dos métodos. Esta violación de los supuestos previos al uso de Anova 1 FEF, supone que en rigor sería más adecuada la interpretación de los resultados desde Kruskal-Wallis; sin embargo, insistimos en la similitud de estos con los del Anova. En todo caso se ha verificado la existencia de diferencias altamente significativas ($p < .01$ e incluso $p < .001$) entre las medias de los valores del desajuste medidas en los distintos métodos de fabricación.

Tabla 24. Análisis de diferencias. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste en cada uno de los 12 puntos de medida, entre los 3 sistemas de fabricación.

DESA-JUSTE	Test previos		Sistemas de Fabricación Media (Desviación estándar)			ANOVA de 1 F.E.F.				Kruskal-Wallis	
	Test K-S	Test Levene	Colada (n=127)	LAVA SCAN (n=127)	LAVA COS (n=127)	Valor F	p-sig	Eta ²	Pot.	Valor Chi ²	p-sig
Medida 1	.000**	.000**	128.52 (103.24)	135.52 (80.33)	194.01 (101.97)	18.01	.000**	.087	.999	38.70	.000**
Medida 2	.002**	.071 NS	133.05 (99.26)	147.06 (86.00)	196.88 (96.68)	16.13	.000**	.079	.999	34.91	.000**
Medida 3	.002**	.001**	142.52 (114.40)	147.99 (81.64)	198.99 (103.03)	12.12	.000**	.060	.995	28.03	.000**
Medida 4	.000**	.004**	157.35 (131.77)	145.60 (99.19)	211.89 (120.22)	11.44	.000**	.057	.993	26.33	.000**
Medida 5	.000**	.000**	174.89 (146.07)	152.63 (100.82)	218.48 (137.46)	8.48	.000**	.043	.965	18.01	.000**
Medida 6	.000**	.006**	165.13 (140.02)	142.58 (101.92)	212.02 (144.79)	9.38	.000**	.047	.978	20.46	.000**
Medida 7	.000**	.042 *	134.72 (120.95)	134.55 (93.62)	188.10 (125.63)	9.27	.000**	.047	.977	22.74	.000**
Medida 8	.001**	.038 *	144.36 (128.46)	137.20 (96.10)	202.20 (130.28)	11.33	.000**	.057	.993	26.76	.000**
Medida 9	.001**	.013 *	139.11 (121.57)	124.12 (86.00)	194.69 (126.41)	13.80	.000**	.068	.998	29.58	.000**
Medida 10	.000**	.095 NS	147.33 (124.53)	145.03 (107.44)	193.88 (132.14)	6.50	.002**	.033	.906	15.84	.000**
Medida 11	.000**	.024 *	153.64 (116.30)	142.49 (104.74)	197.98 (136.90)	7.59	.001**	.039	.945	16.08	.000**
Medida 12	.003**	.018 *	148.20 (108.25)	136.87 (88.35)	184.57 (120.45)	6.96	.001**	.035	.924	12.60	.002**

N.S. = NO significativo al 5% (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

En orden a explicar estas diferencias se han realizado los test de pares a posteriori, entre los métodos tomados dos a dos. Aunque se ha empleado el Test de Tukey asociado a Anova y el test no paramétrico de Wilcoxon, en rigor estadístico se debería de dar preferencia a los resultados de este último.

Los datos recogidos presentan un mismo patrón. Éste se puede apreciar claramente en los gráficos de medias que siguen (figuras de la 109 a la 120). En todos los puntos de medición del desajuste se ha observado la ausencia de diferencias estadísticamente significativas (p>.05) entre los valores medios de los sistemas colado convencional y LavaTM-Scan ST, tanto en los test de Tukey a posteriori de Anova como en las alternativas no paramétricas de Wilcoxon. Ello a pesar de que en las tres primeras

medidas la media de Lava™-Scan ST es algo superior, en tanto que en las demás por el contrario es algo inferior.

Así mismo, se ha comprobado que en las 12 mediciones la media del desajuste en Lava™-C.O.S. es muy superior y con diferencias altamente significativas ($p < .01$ y a menudo $p < .001$; con cualquiera de los dos métodos estadísticos empleados) tanto con respecto a Lava™-Scan ST como con respecto a las coladas.

En resumen, el desajuste es mayor (con significación estadística) en Lava™-C.O.S. que en cualquiera de los otros dos sistemas de fabricación que entre sí no difieren de forma significativa, en todos y cada uno de los 12 puntos de medición.

Tabla 25. *Análisis de diferencias. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste en cada uno de los 12 puntos de medida: contrastes múltiples a posteriori por pares. Valores de p de significación.*

DESA- JUSTE	Comparaciones por pares: TUKEY			Comparaciones por pares: WILCOXON		
	COLADA vs LAVA SCAN	COLADA vs LAVA COS	LAVA SCAN vs LAVACOS	COLADA vs LAVA SCAN	COLADA vs LAVA COS	LAVA SCAN vs LAVACOS
<i>Medida 1</i>	.829 ^{NS}	.000**	.000**	.041 *	.000**	.000**
<i>Medida 2</i>	.463 ^{NS}	.000**	.000**	.032 *	.000**	.000**
<i>Medida 3</i>	.902 ^{NS}	.000**	.000**	.066 ^{NS}	.000**	.000**
<i>Medida 4</i>	.706 ^{NS}	.001**	.000**	.887 ^{NS}	.000**	.000**
<i>Medida 5</i>	.358 ^{NS}	.021 *	.000**	.854 ^{NS}	.001**	.000**
<i>Medida 6</i>	.353 ^{NS}	.012 *	.000**	.546 ^{NS}	.001**	.000**
<i>Medida 7</i>	.999 ^{NS}	.001**	.001**	.326 ^{NS}	.000**	.000**
<i>Medida 8</i>	.881 ^{NS}	.000**	.000**	.579 ^{NS}	.000**	.000**
<i>Medida 9</i>	.540 ^{NS}	.000**	.000**	.879 ^{NS}	.000**	.000**
<i>Medida 10</i>	.988 ^{NS}	.007**	.000**	.737 ^{NS}	.000**	.001**
<i>Medida 11</i>	.740 ^{NS}	.009**	.001**	.689 ^{NS}	.002**	.001**
<i>Medida 12</i>	.674 ^{NS}	.019 *	.001**	.649 ^{NS}	.007**	.001**

N.S. = NO significativo al 5% ($p > .05$)

* = Significativo al 5% ($p < .05$)

** = Altamente significativo al 1% ($p < .01$)

Figura 109. *Diagrama de medias*. Desajuste en la medida 1ª, según el método de fabricación.

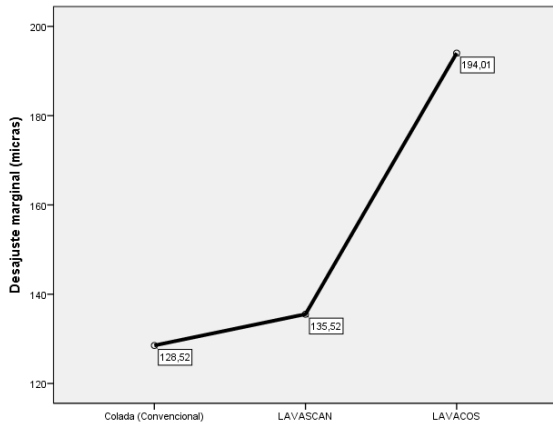
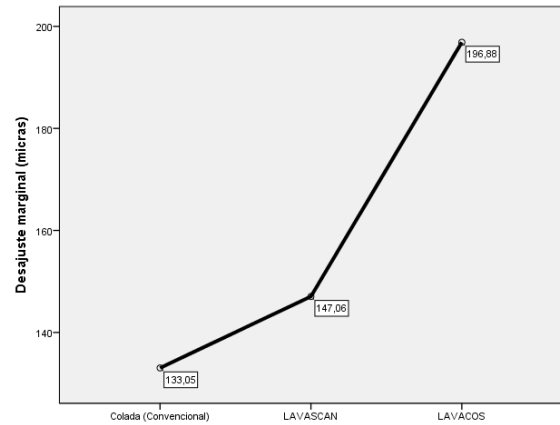


Figura 110. *Diagrama de medias*. Desajuste en la medida 2ª, según el método de fabricación.



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

Figura 111. *Diagrama de medias*. Desajuste en la medida 3ª, según el método de fabricación.

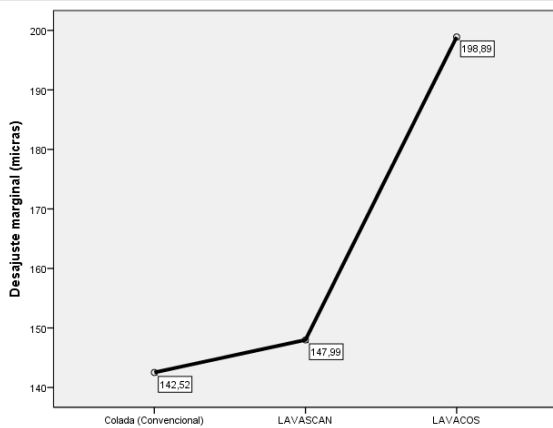
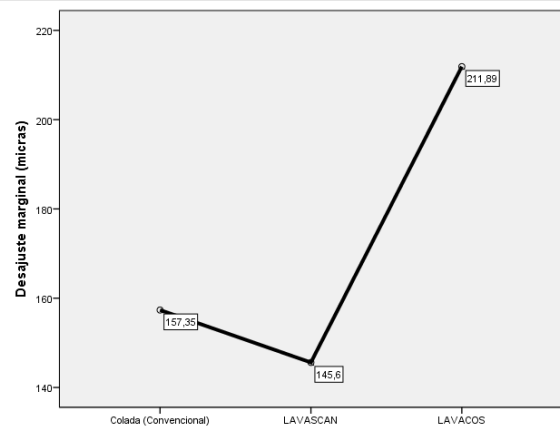


Figura 112. *Diagrama de medias*. Desajuste en la medida 4ª, según el método de fabricación.



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

Figura 113. *Diagrama de medias*. Desajuste en la medida 5ª, según el método de fabricación.

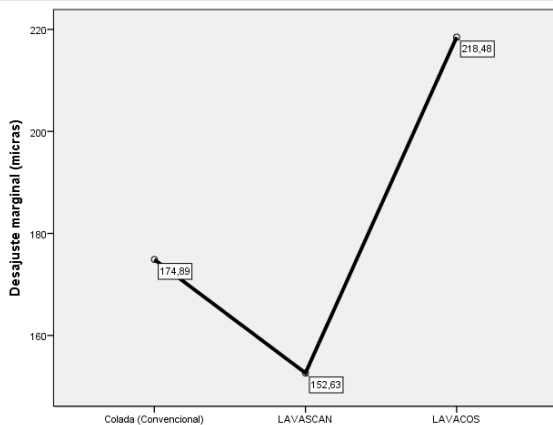
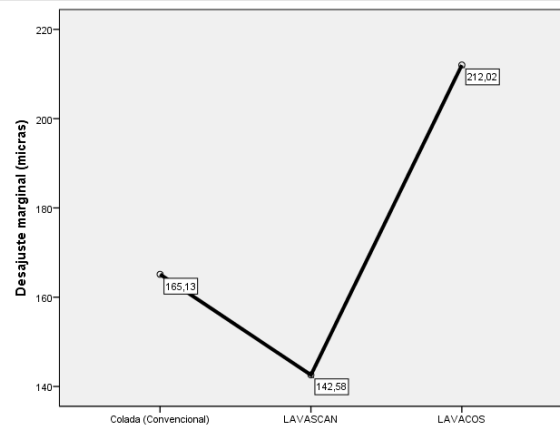


Figura 114. *Diagrama de medias*. Desajuste en la medida 6ª, según el método de fabricación.



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

Figura 115. *Diagrama de medias*. Desajuste en la medida 7ª, según el método de fabricación.

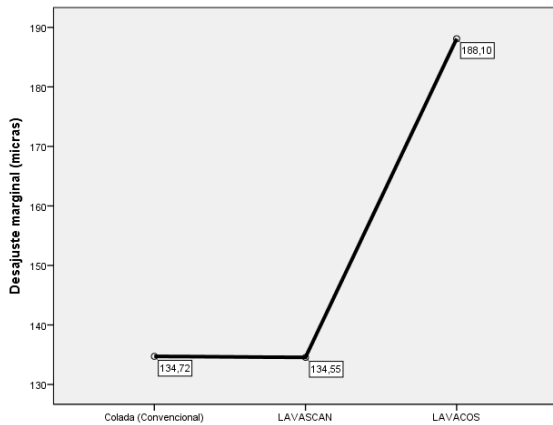
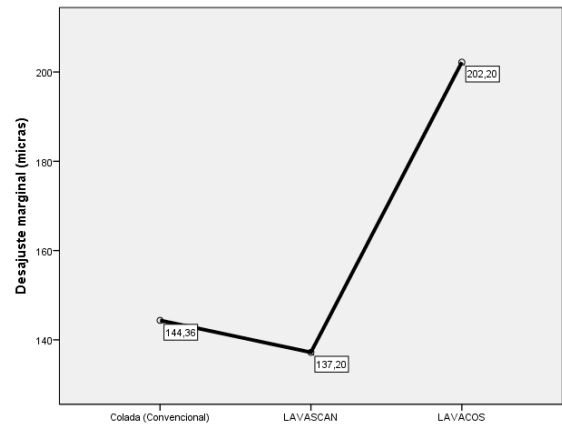


Figura 116. *Diagrama de medias*. Desajuste en la medida 8ª, según el método de fabricación.



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

Figura 117. *Diagrama de medias*. Desajuste en la medida 9ª, según el método de fabricación.

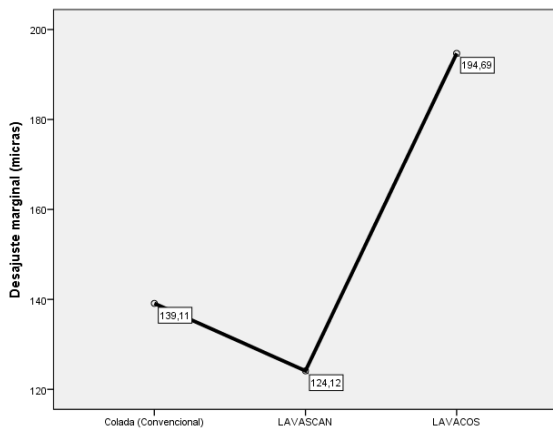
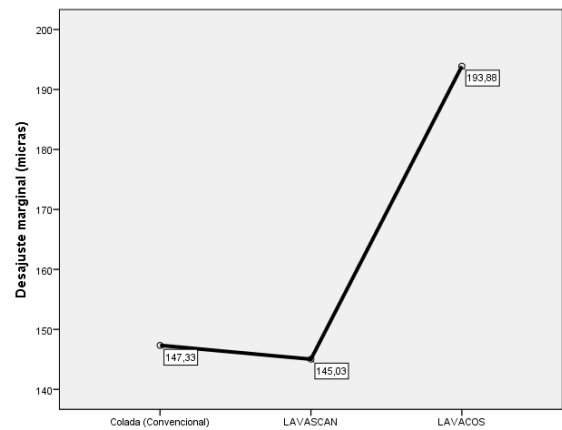


Figura 118. *Diagrama de medias*. Desajuste en la medida 10ª, según el método de fabricación.



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

Figura 119. *Diagrama de medias*. Desajuste en la medida 11ª, según el método de fabricación.

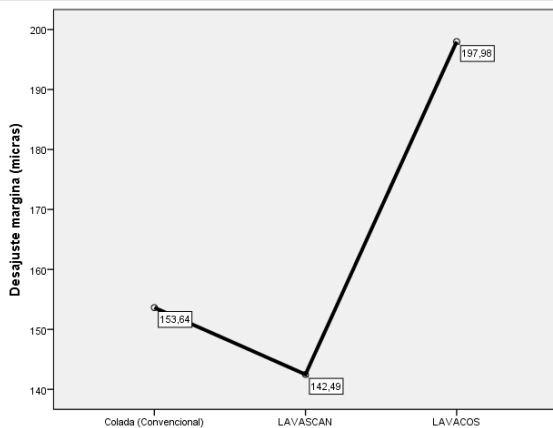
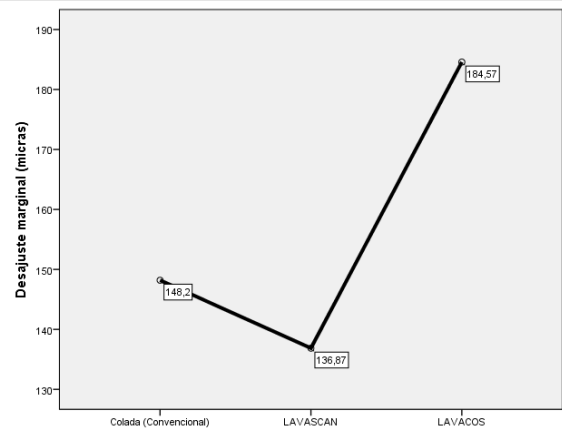


Figura 120. *Diagrama de medias*. Desajuste en la medida 12ª, según el método de fabricación.



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

De los resultados anteriores, se deduce que si a pesar de la significación de las medidas encontrada durante en el análisis de la estabilidad (en la 1ª parte del estudio) se hubiese creado la variable resumen Desajuste promedio, se habría llegado a la misma conclusión. Esto es, que el desajuste es mayor en LavaTM-C.O.S. que en cualquiera de los otros dos métodos de fabricación, con independencia de cuál sea el procedimiento estadístico empleado (paramétrico o alternativa no paramétrica).

8. DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

En los últimos años, el campo de la odontología restauradora ha realizado su presencia mediante grandes avances en la informática y la investigación y su posterior puesta en práctica. El uso de las tecnologías digitales en la práctica dental nos facilitará la realización de un buen y más rápido diagnóstico, y una comunicación más fluida con el paciente que contribuirá a mejorar su educación y su salud bucodental.

El enfoque que se le está dando a la profesión tiende a integrar el mundo digital en nuestras consultas pensando en dar un mayor beneficio a nuestros pacientes con herramientas nuevas y mejoradas que nos faciliten obtener unos mejores resultados en nuestros tratamientos.

El ajuste marginal es uno de los factores fundamentales en el pronóstico de las restauraciones de prótesis fija, ya que la falta de sellado en la interfase diente-corona puede dar lugar a una serie de complicaciones que pueden avocar al fracaso de las restauraciones, como ya hemos visto con anterioridad. El asentamiento correcto de una restauración es un proceso complejo que involucra diferentes factores como son: la preparación, la recogida de datos mediante las impresiones, el proceso de diseño y fabricación, el cemento y su manipulación^{44, 187, 272}.

8.1. Procedimiento de confección de las muestras

A continuación, vamos a tratar de analizar las particularidades de cada una de las fases del procedimiento de confección de las copias para valorar los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

8.1.1. Preparación de las muestras

Con respecto a la **preparación de las muestras**, en este estudio decidimos que los especímenes iban a ser dientes de tipodonto fresados por alumnos de grado con el

fin de abrir varios trabajos de investigación. Uno de ellos estudiaría la influencia del factor humano en el ajuste marginal, el segundo de ellos estudiaría el ajuste interno y el presente trabajo, el desajuste de las restauraciones a nivel del margen de la preparación.

En este sentido tuvimos el problema de que algunos de esos tallados no eran susceptibles de fabricar una cofia por falta de inserción o defectos en el tallado (ver siguiente imagen: figura 121). Lo que nos llevó a desechar todas las cofias para ese muñón aunque en alguno de los sistemas sí hubiera sido posible su fabricación, ya que no había posibilidad de comparación estadística.

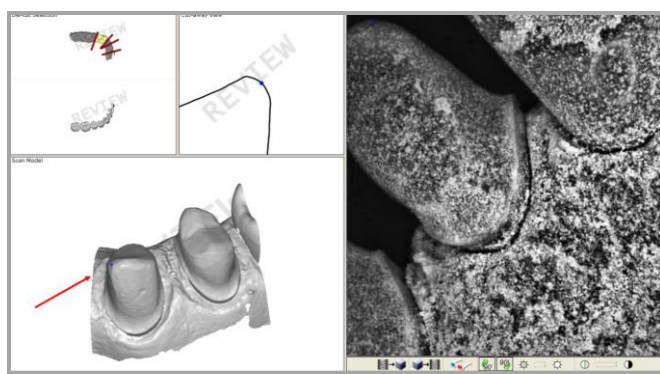


Figura 121. *Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) del espécimen 7.13 donde se aprecia la ausencia de inserción marcada por el técnico de laboratorio.*

Por lo tanto, consideramos de vital importancia realizar un buen tallado de las preparaciones siguiendo los principios de Shillinburg ²¹⁴ para prótesis fija si queremos que las impresiones, ya sean convencionales o digitales, tengan los datos adecuados y suficientes para poder realizar nuestras restauraciones.

8.1.2. Recogida de datos: impresiones

En cuanto a la **adquisición de los datos**, decidimos realizar directamente sobre el muñón tallado las cofias con el sistema colado porque quisimos estandarizar el procedimiento y evitar introducir más variables que pudieran afectar al ajuste marginal. Ya que, de esta manera, las probetas o especímenes eran los mismos en los 3 sistemas

de fabricación de cofias. En el caso de que hubiésemos tomado una impresión convencional para haber realizado su vaciado en escayola habríamos introducido la incertidumbre de si ese modelo generado realmente tendría la precisión y exactitud respecto al modelo original de los dientes de tipodonto tallados. Lo cual no era objeto de este estudio.

De la misma manera los modelos estereolitográficos (SLA) que se generan tras las impresiones digitales con LavaTM-C.O.S. no fueron utilizados para el estudio por el mismo motivo. Algo que queda suficientemente claro es que, para conseguir la precisión adecuada en las restauraciones, entre otras cosas se necesita un duplicado exacto de los dientes y las preparaciones que hayan sido realizadas ¹⁸⁷. En este aspecto la literatura científica es escasa y los estudios que existen no muestran evidencias claras de que estos modelos tengan la precisión y exactitud adecuadas ya que hay estudios que muestran resultados dispares.

La revisión sistemática que llevaron a cabo Aragón y cols. ¹⁷⁸ sostienen que los modelos SLA producidos a partir de escaneados intraorales con los sistemas OrthoProof[®], iOC[®] intraoral, LavaTM-C.O.S., iTero[®] y D250[®] parecían ser fiables y precisos en comparación con los modelos de las impresiones convencionales según las mediciones inter e intra-arcada llevadas a cabo para su uso en el campo de la ortodoncia. En este mismo sentido van las opiniones vertidas de Kim y cols. ⁴¹, Zhang y cols. ²⁷³, Grünheid y cols. ¹⁷⁴, Matsuda y cols. ²⁷⁴ y Wiranto y cols. ²⁷⁵, estos últimos dando por válidas discrepancias de 1,5 mm en mediciones en arcadas completas para hallar el índice de Bolton.

Ibrahim y cols. ¹³¹ también dan por válidos los modelos obtenidos por la tecnología de prototipado rápido para la creación de estructuras óseas maxilofaciales dando por buenas distorsiones del 1.79%, 3.14% y 2.14% para modelos creados por métodos SLS, DSPC y PolyJet respectivamente. Goracci y cols. ²⁷⁶ también en el campo de la ortodoncia son más cautos y dicen que se necesitan más estudios de exploraciones de arcada completa porque los datos que existen hoy en día son todavía poco exhaustivos.

Bilgin y cols.²⁷⁰ realizaron otra revisión sistemática para la fabricación CAD/CAM de prótesis removibles y en ella refieren que los modelos tienen distorsiones respecto a las imágenes reales pero que son asumibles, basándose en resultados de análisis del índice de Bolton como en los estudios anteriormente mencionados. Aunque la fabricación CAD/CAM de prótesis removibles aún tiene otros problemas que resolver como es la determinación del plano oclusal.

Jacob y cols.²⁷⁷ hicieron un estudio *in vitro* en el que tomaban impresiones a 15 mandíbulas humanas liofilizadas con los escáneres extraoral Ortho Insight 3D[®] e intraorales iTero[®] y Lythos[®] y realizaban mediciones de anchura molar, longitud de arcada y longitud de caninos. Las mediciones que obtenían a partir de modelos digitales producidos por Ortho Insight 3D[®], iTero[®] y Lythos[®] fueron fiables, aunque Ortho Insight 3D[®] sistemáticamente obtuvo mediciones reducidas de la longitud de arcada y la altura canina.

Huang y cols.²⁷⁸ también consideran precisos los modelos obtenidos con técnicas de prototipado rápido para la realización de prótesis maxilofaciales en pacientes con maxilectomía, pues a pesar de tener discrepancias entre 1-3 mm, no serían críticas.

Pero estos hallazgos no son extrapolables al resto de áreas de la odontología como en este caso la nuestra. En la restauración protésica estas discrepancias no son tolerables.

Otras publicaciones como la de Lee y cols.²⁷⁹ comparan la precisión de impresiones para un implante unitario con modelos fresados tras impresión digital con iTero[®] y modelos de escayola tras impresión convencional. Sus resultados del estudio *in vitro* concluyen que los modelos fresados de impresión digital son comparables a los modelos de escayola de impresión convencional en la mayoría de las áreas anatómicas excepto las áreas anatómicas secundarias, tales como surcos y fosas, donde los modelos de escayola representaban más detalles. Pero observaron un desplazamiento vertical de la posición del implante de ambas técnicas. En los modelos de escayola hacia apical y en los fresados fue más coronal que el modelo maestro.

En el caso de implantes múltiples encontramos estudios como el de Andriessen y cols.⁹⁸ en el que analizan la precisión y si son aplicables o no los escáneres intraorales para impresiones sobre múltiples implantes en mandíbulas edéntulas. Lo llevan a cabo comparando un sistema de escáner intraoral como iTero[®] con el escáner de laboratorio LavaTM-Scan ST. De las 25 impresiones que toman, 4 no eran adecuados para la investigación debido a que el escáner intraoral no fue capaz de unir las exploraciones separadas entre sí. 5 de las 21 exploraciones adecuadas demostraron un error en la distancia interimplantaria mayor de 100 μm . 3 de las 25 exploraciones intraorales mostraron errores de angulación entre implantes mayor de 0,4 grados. Tan sólo una exploración mostró tanto una distancia interimplante aceptable ($<100 \mu\text{m}$) y un error angulación aceptable ($<0,4$ grados). Por lo que, basándose en los resultados del estudio, llegan a la conclusión de que los escáneres intraorales no son aptos para tomar impresiones de arcada completa en mandíbulas edéntulas por no tener suficientes referencias.

Flügge y cols.²⁸⁰ también realizan un estudio de implantes múltiples, pero en este caso compara 3 escáneres intraorales: iTero[®], Trios[®] y True Definition[®]; y un escáner de laboratorio: D250[®]. En él observan que con los escáneres intraorales a medida que aumenta el número de implantes y la distancia entre ellos disminuye la precisión. Mientras que con el escáner de laboratorio la distancia entre implantes no influye en la precisión de la digitalización. En los estudios de Giménez, Moreno y cols.^{184, 281} con LavaTM-C.O.S. observan que la exactitud disminuía con la angulación de los implantes y estaba influenciada de manera determinante por la experiencia del operador. Y Patzelt y cols.²⁸² también hallan diferencias significativas entre distintos modelos de escáner intraorales (estudia LavaTM-C.O.S., iTero[®], Cerec AC[®] Bluecam y Zfx Intra Scan[®]) y promulgan que para preparaciones unitarias los escáneres intraorales son fiables, pero a medida que se aumenta el número de preparaciones también aumentan las discrepancias, que afectan directamente a las restauraciones.

Más autores que comparan únicamente sistemas de impresión intraoral entre sí son Vandeweghe y cols.⁹⁶. Éstos realizan un estudio in vitro en mandíbulas con 6 implantes y miden la exactitud de las impresiones digitales intraorales con 4 sistemas (LavaTM-C.O.S., 3M-True Definition[®], Cerec AC[®] Omnicam y 3Shape Trios[®]) importando los modelos digitales y analizándolos con un software metrológico. Y

determinan que LavaTM-C.O.S. no es adecuado para tomar impresiones de múltiples implantes para rehabilitaciones de arcada completa, pero el resto de sistemas estudiados sí lo eran. Siendo 3M-True Definition[®] y 3Shape Trios[®] los que mejores valores obtenían, seguidos de Cerec AC[®] Omnicam y en último lugar LavaTM-C.O.S.

Siguiendo esta misma metodología de análisis con software metrológico Geomagic[®], Vecsei y cols.⁴⁴ compararon in vitro la precisión y exactitud de modelos producidos por método directo de impresión intraoral con iTero[®], 3Shape Trios[®] y con Cerec AC[®] Omnicam y método indirecto con Straumann Cares Scan CS2[®].

Para mediciones en tramos cortos (3 piezas) los modelos realizados con el método directo eran más precisos que los indirectos, mientras que cuando se aumentaba la distancia interarcada (6 piezas) la discrepancia entre ambos métodos se iba reduciendo, pero seguían siendo más precisos los modelos del método directo. Consideran que las impresiones digitales pueden ya desbancar a las impresiones convencionales.

Mino y cols.²⁵ también emplearon la metodología de medición con software metrológico en su trabajo. Ellos realizaron un estudio en el que duplicaban rehabilitaciones provisionales inmediatas sobre implantes de arcada completa para realizar las prótesis definitivas siguiendo 2 técnicas distintas: una de escaneado de laboratorio con 3shape D710[®] y otra con duplicado de la prótesis con impresión convencional.

El análisis de las discrepancias de forma entre restauraciones provisionales y definitivas fabricadas por ambas técnicas reveló una copia más exacta de los detalles de la restauración provisional mediante la técnica CAD/CAM con escáner de laboratorio, con una discrepancia total entre el volumen cóncavo y convexo de 503.50 mm³ y 338.15 mm³ para la prótesis maxilar y para la mandibular, respectivamente.

Por otra parte, la discrepancia total de volumen cóncavo/convexo observada con el método convencional fue notablemente alta (1106,84 mm³ y 771,23 mm³) para las rehabilitaciones maxilares y mandibulares, respectivamente.

Los autores de este estudio dicen que hay que tener en cuenta que el método empleado en este estudio es únicamente aplicable a rehabilitaciones fabricadas con un único material (como por ejemplo circonio o titanio) y requieren una mejora de la estética que se consigue.

Para casos de restauraciones unitarias podemos ver el estudio de Boeddinghaus y cols.¹⁸⁵ que dicen que se obtienen mejores resultados en cuanto al ajuste marginal en coronas unitarias de circonio mediante las impresiones digitales que con las impresiones convencionales y posterior digitalización con escáner de laboratorio. En su estudio los mejores resultados eran para True Definition[®], seguido de Trios[®], D700[®] y Cerec AC[®] Omnicam, en orden de ajuste de mayor a menor. Aunque todos los valores fuesen clínicamente aceptables.

Kocaağaoğlu y cols.⁴⁸ coinciden con ellos, y también obtienen mejores resultados de ajuste marginal en su estudio in vitro en el que realizan cofias unitarias de circonio con el método de impresión convencional (silicona de adición de doble mezcla Variotime, Heraeus Kulzer) y con los sistemas de impresión digital intraoral Cerec AC[®] Omnicam y Trios[®]. En concreto obtienen los mejores resultados con éste último, Trios[®] (47.7 ± 6.9) seguido del sistema Cerec AC[®] Omnicam (58.7 ± 20.4) y en último lugar la impresión convencional (85.6 ± 11.8).

La opinión opuesta la encontramos en estudios como el de Quaas y cols.²⁸³ en el que compararon el escaneado intraoral con el escaneado de modelos y obtenían mejores resultados con estos últimos, al igual que Flügge y cols.²⁸⁴ en su estudio con iTero[®] y D250[®]. Jeong y cols.⁴², As y cols.⁵⁹, Luthardt y cols.²⁸⁵, Serag y cols.²⁸⁶ y Rhee y cols.⁹⁷ en sus respectivos estudios, también obtienen peores resultados con los escáneres intraorales que con la impresión convencional con elastómeros y posterior escaneado del modelo de escayola. Asimismo, éstos últimos culpan del desajuste de los escaneados intraorales a la recomposición de los datos en el modelo 3D (error de software). Además, al igual que en el estudio de Lee y cols.²⁷⁹ también tienen un desplazamiento vertical del transfer de impresión de implante hacia apical, lo que acabaría dando restauraciones en infraoclusión.

Ender y Mehl ²⁸⁷ compararon en su estudio in vitro la precisión entre modelos obtenidos con impresión convencional con poliéter y con impresión digital sobre un modelo maestro de escayola y concluían que la precisión de las impresiones convencionales con elastómeros (poliéter) es similar a las impresiones digitales con los sistemas LavaTM-C.O.S. y Cerec AC[®] Bluecam. Pero unos años más tarde, estos mismos autores junto a Attin ³⁷ realizan otro estudio en el que comparan 5 materiales de impresión (4 elastómeros y un hidrocoloide irreversible: alginato) y 7 sistemas de impresión digital intraoral (Cerec AC[®] Bluecam, Cerec AC[®] Omnicam, Cadent iTero[®], LavaTM-C.O.S., LavaTM-True Definition Scanner, 3Shape[®] Trios y 3Shape[®] Trios Color) para impresiones de arcada completa. Y obtienen mejores resultados en cuanto a precisión con todos los elastómeros que con los sistemas de impresión digital intraoral. Y éstos últimos, superan al alginato.

Anadioti y cols. ²⁸⁸ realizaron un estudio para analizar el ajuste marginal y tridimensional entre 30 cofias de disilicato de litio prensadas (IPS e.max Press) y 30 fabricadas por fresado de bloques (IPS e.max CAD) con el escáner y fresadora de E4D system[®] (15 por cada sistema de impresión), tanto en modelos obtenidos con impresiones convencionales con silicona de adición como con impresiones digitales (LavaTM-C.O.S.). Posteriormente se digitalizaron modelos y coronas con sistema de medición de coordenadas 3D de 8 µm de precisión y se analizaron los datos. Los mejores resultados fueron obtenidos por el grupo de impresión convencional y corona de cerámica prensada. Los otros 3 grupos tuvieron valores muy similares. Todos ellos clínicamente aceptables.

Estos mismos autores (Anadioti y cols. ²⁸⁹) evaluaron en otro estudio in vitro, con metodología similar al anterior, el ajuste interno en coronas unitarias de disilicato de litio fresadas (IPS e.max CAD) y prensadas (IPS e.max Press) realizadas a partir de impresiones convencionales con elastómeros (polivinilsiloxano, PVS) e impresiones digitales (LavaTM-C.O.S.). Obtuvieron resultados sin diferencias significativas en todos ellos (111 µm ± 47 en PVS/Press, 116 µm ± 20 en PVS/fresada y 145 µm ± 24 en LavaTM-C.O.S./fresada) salvo en la combinación impresión digital-corona de cerámica prensada que había mayores desajustes (211 µm ± 41).

Es interesante evaluar por qué sucedía esto puesto que en los 3 grupos con resultados similares en ninguno se había fabricado la corona sobre modelos estereolitográficos.

Siguiendo el ejemplo de los anteriores estudios de Anadioti y cols., Kim y cols.²⁷² realizaron otro estudio in vitro para evaluar ajuste marginal e interno en coronas unitarias de disilicato de litio fresadas (IPS e.max CAD) con 2 sistemas de impresión digital intraoral (CS3500[®], Carestream Dental; y Trios[®], 3shape), un sistema de impresión extraoral (Ceramill Map400[®], Amann Girrbach) y otro sistema control con cerámica prensada (IPS e.max Press). Para lo cual emplearon micro-tomografía computarizada (SkyScan1172[®]).

Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al ajuste marginal entre el método de impresión digital intraoral CS3500[®] ($129.6 \mu\text{m} \pm 63.8$) y el resto: Trios[®] ($200.9 \mu\text{m} \pm 110.1$), Ceramill Map400[®] ($207.8 \mu\text{m} \pm 117.5$) y la técnica de cerámica prensada ($176.1 \mu\text{m} \pm 151.6$). Y sugieren que las técnicas digitales para la realización de coronas totalmente cerámicas son comparables con las técnicas convencionales para su uso clínico.

Tsirogiannis y cols.⁵³ trataron de ver si se podían aunar el pensamiento de la comunidad científica en una revisión sistemática. Para ello analizaron los artículos existentes entre enero de 1989 y diciembre de 2014, y evaluaron el ajuste marginal de las restauraciones cerámicas unitarias confeccionadas por los métodos de impresión digital o convencional combinando la evidencia disponible en un metanálisis.

No encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la discrepancia marginal se refiere respecto a las coronas unitarias confeccionadas mediante métodos de impresión digital y métodos convencionales y dan por buenos ambos, ya que todos ellos estaban en el rango clínicamente aceptable. A pesar de ello, los mejores resultados los encontraron en impresiones digitales en estudios in vivo ($56.1 \mu\text{m}$), seguido de las impresiones convencionales en estudios in vitro ($58.9 \mu\text{m}$), impresiones digitales en estudios in vitro ($63.3 \mu\text{m}$) y, por último, los métodos convencionales en estudios in vivo ($79.2 \mu\text{m}$).

Jeon y cols.²⁹⁰ realizaron otro estudio in vitro en el que tomaban impresiones digitales a preparaciones de “dientes individuales” y obtuvieron buenos resultados en comparación con impresiones convencionales. Al igual que Abdel-Azim y cols.²⁵⁴ en su estudio in vitro que comparaban ajuste marginal en coronas unitarias de disilicato fabricadas con 2 sistemas de impresiones digitales (Lava™-C.O.S. e iTero®) y con impresión convencional con silicona de adición. Y obtuvieron valores de 112.3 μm (±35.3) para las impresiones convencionales, 89.8 μm (±25.4) para Lava™-C.O.S. y 89.6 μm (±30.1) para iTero®; todos ellos clínicamente aceptables.

También Seelbach y cols.²⁹¹ hicieron otro estudio in vitro de coronas unitarias en molares que realizaban con técnicas de impresión convencional con silicona e impresiones digitales con Lava™-C.O.S., Cerec AC® Bluecam e iTero® en las que analizaban ajuste marginal e interno. Y conseguían resultados similares con todos ellos (todos dentro de rango). De la misma manera que An y cols.⁵⁹, que conseguían valores de discrepancia marginal de 92.67 μm con impresiones con iTero y 103.55 μm con impresiones convencionales de silicona de adición. Y Berrendero y cols.²⁵⁵ estudiaron ajuste marginal e interno con Trios® y siliconas de adición y obtenían resultados muy similares entre impresiones digitales (106.6 μm ± 69.6 y 170.9 μm ± 119.4 respectivamente) y convencionales (119.9 μm ±59.9 y 185.4 μm ±112.1).

Si aumentamos la longitud de la restauración hasta 3 piezas, Shembesh y cols.²⁶⁶ nos muestran en su estudio cómo el ajuste de las estructuras de circonio fabricadas tanto desde el escaneado de modelos de escayola, el escaneado de impresión convencional con siliconas de adición, o desde los escáneres intraorales iTero® y 3M-True Definition® se encuentran dentro de valores clínicamente aceptables. Pero los mejores valores los obtiene con 3M-True Definition® (26.6 μm ±4.7), seguido por el escaneado de modelos (50.2 μm ±6.1), iTero® (62.4 μm ±5.0) y en último lugar el escaneado de impresiones de silicona (81.4 μm ±6.8).

En este mismo sentido Su y cols.⁴⁷ realizaron un estudio para analizar ajuste marginal e interno en puentes cerámicos de 3 piezas comparando impresiones intraorales digitales con Trios® (3Shape) con impresiones convencionales (silicona de adición Flexitime Heraeus Kulzer® y técnica en 2 pasos). Los valores medios de ajuste marginal del grupo digital (64 ± 16 μm) fueron significativamente menores que los del

grupo convencional ($76 \pm 18 \mu\text{m}$) ($p < 0,05$). Por otra parte, los valores medios de ajuste interno del grupo digital ($111 \pm 34 \mu\text{m}$) también fueron significativamente menores que los del grupo convencional ($132 \pm 44 \mu\text{m}$) ($p < 0,05$). Por lo tanto, aunque todos los resultados estaban en el rango aceptable, los mejores fueron obtenidos con la técnica intraoral digital.

Güth y cols.²⁹² hicieron un estudio in vitro para conocer la exactitud obtenida con impresiones digitales directas con 3M-True Definition® y con digitalización indirecta posterior a impresiones convencionales con 3shape D810®. Para ello colocaron una barra metálica recta que iba desde las piezas 37 a 47 en un modelo desdentado inferior. Y los resultados del estudio in vitro demostraban que los sistemas de exploración intraorales parecen mostrar la misma o incluso mayor precisión que la impresión convencional. Los autores dicen que los escáneres intraorales han demostrado una excelente precisión de los dientes individuales o pequeños tramos. Sin embargo, no hay suficientes datos disponibles acerca de su exactitud para las exploraciones de arco completo.

Este mismo grupo investigador²⁹³ posteriormente realizó otro estudio en el que analizaba la exactitud de cinco escáneres intraorales (Carestream 3500®, Zfx Intrascan®, Cerec AC® Bluecam, Cerec AC® Omnicam y True Definition®) y un escáner de laboratorio (3shape D810®) tomando como grupo control un modelo digitalizado con tomografía computarizada industrial y analizando los resultados mediante superposición de imágenes (método *best fit alignment*) con un software de análisis específico (Geomagic Qualify 12.1). Los autores decían que la precisión de los métodos utilizados comprobados fue dependiente del sistema de exploración empleado, ya que la digitalización directa no fue superior a la digitalización indirecta para todos los sistemas probados. Así, obtuvo mejores resultados en cuanto a exactitud True Definition® > Carestream CS3500® > 3shape D810® (escáner laboratorio) > Cerec AC® bluecam > Cerec AC® omnicam > Zfx Intrascan®.

Por lo tanto, concluían que, en cuanto a la exactitud, todas las tecnologías de escaneado intraoral probadas parecen ser capaces de reproducir un único cuadrante dentro de exactitud clínica aceptable a pesar de que existen diferencias según el sistema seleccionado.

El problema comienza a aparecer cuando se sigue aumentando la longitud del escaneado. Así, Gan y cols.⁹³ hicieron un estudio in vivo en el que tomaban como referencia las impresiones convencionales y la desviación producida en las impresiones digitales las daban por válidas, pero veían que a medida que se aumentaba el ancho de arcada las impresiones digitales obtenían peores resultados.

En general, para las impresiones de arcada completa la mayoría de los autores encuentran mayores discrepancias en los sistemas de impresión digital intraoral que en las impresiones convencionales con elastómeros.

De esta manera, Ender y Mehl^{37, 94, 95, 287} publicaron varios estudios en los que digitalizaban modelos de escayola a partir de impresiones convencionales con distintos materiales de impresión y el modelo de referencia con escáner intraoral y comparaban la veracidad y precisión de las impresiones mediante los modelos digitales obtenidos. Y encontraban mayor exactitud en los modelos digitales indirectos, es decir, producto de la impresión convencional digitalizada, que para los digitalizados directamente con escáner intraoral.

Otros autores como El Kerdani y Nimmo¹⁸⁶ prefieren realizar impresiones independientes para rehabilitar piezas de distintas hemiarcadas para evitar el error producido en la toma de impresiones de arcada completa. Aunque esto va a depender de las características de cada caso particular.

Además, **otro factor a añadir en la fase de adquisición de los datos**, es si en los escáneres que **se utiliza polvo** se distorsiona la imagen real al modificar la anatomía y se introducen errores que se trasladarán a la estructura de la rehabilitación, o no es así¹⁸⁹. En este sentido, Lee y cols.¹⁸⁷ hacen un estudio en el que comparan escáner de modelos óptico (D800[®]) y de contacto (Incise Renishaw[®]) obteniendo muy buenos resultados en ambos, aunque superiores en el último. Y, a su vez, comparan modelos de escayola digitalizados con el escáner óptico de modelos D800[®] espolvoreando el muñón con polvo de dióxido de titanio para eliminar los brillos de la superficie y sin espolvorearlo y encuentran diferencias. Aquellos en los que se utiliza spray tienen peores resultados.

Romeo ²²⁵ en su tesis doctoral en 2010 comparó el ajuste marginal en coronas totalmente cerámicas fabricadas con tecnología CAD/CAM con escáner intraoral Cerec[®] 3D y escáner de laboratorio Cerec[®] inLab con distintos bloques de cerámica para fresar, y método convencional de cerámica inyectada en laboratorio del sistema IPS-Empress[®] 2.

El sistema Cerec[®] inLab, con una media de 80.29 μm , fue el que obtuvo mejores resultados (recordemos que no requiere empleo de polvo), seguido del sistema IPS-Empress[®] 2 con una media de 85.19 μm , y, por último, el sistema Cerec[®] 3D con un valor promedio de 92.43 μm (que sí necesita polvo para relizar la toma de impresión).

Estos resultados nos parecen interesantes porque son los mismos que obtenemos en nuestra investigación con la diferencia de los sistemas estudiados. Pues los mejores resultados se obtuvieron con el escáner indirecto, seguido del método convencional, y los peores resultados fueron para el escáner intraoral directo. Además, consideraban que la aplicación de polvo influía en los resultados obtenidos en su trabajo.

Schaefer y cols. ¹⁶ realizaron otro estudio en el que comparaban el ajuste marginal e interno de onlays fabricados mediante varios sistemas de impresión digital intraoral (iTero[®], Trios[®], Cerec AC[®] bluecam y LavaTM-C.O.S.). Obtuvieron los siguientes resultados de ajuste marginal e interno respectivamente: iTero[®] 90 $\mu\text{m} \pm 14$ y 92 $\mu\text{m} \pm 9$; Trios[®] 128 $\mu\text{m} \pm 9$ y 106 $\mu\text{m} \pm 7$; Cerec AC[®] bluecam 146 $\mu\text{m} \pm 17$ y 84 $\mu\text{m} \pm 16$; LavaTM-C.O.S. 109 $\mu\text{m} \pm 11$ y 92 $\mu\text{m} \pm 10$.

Ellos concluyen que los resultados dependen directamente del sistema de impresión utilizado, que todos ellos están dentro de los valores aceptados y que la aplicación de un polvo de recubrimiento tuvo un efecto perjudicial tanto en la adaptación marginal como en la adaptación interna.

Otro factor a tener en cuenta es el **método empleado para la fabricación de nuestro modelo digital**. Como hemos visto en apartados anteriores hay multitud de posibilidades para obtener la réplica del modelo virtual (archivo STL) ya sea por técnicas aditivas con impresión 3D o por técnicas sustractivas (mecanizado) y no todas

ellas reproducen con la misma precisión el modelo virtual con lo que sumaríamos un error que arrastraríamos durante nuestro flujo de trabajo digital.

Murugesan y cols.¹⁴¹ realizaron un estudio en el que comparaban 3 métodos de fabricación de modelos: modelado por deposición fundida (FDM) utilizando ABS como material, PolyJet utilizando una resina transparente y proyección aglutinante (DSPC) o impresión de tinta utilizando una resina compuesta. El resultado del estudio determinó que las dimensiones del modelo creado por PolyJet fueron las más cercanas a la imagen virtual (archivo STL) seguida por el modelo creado por la impresión de tinta y por el método de deposición fundida. Además, el modelo de PolyJet tenía la superficie con un mejor acabado que los otros métodos.

Patzelt y cols.²⁹⁴ realizaron otro estudio en el que comparaban los modelos físicos de arcada completa de poliuretano producidos por los sistemas de escaneo intraoral LavaTM-C.O.S., Cerec AC[®] Bluecam e iTero[®]. Ellos tomaban las impresiones digitales, mandaban al fabricante realizar el modelo físico a partir del modelo digital y escaneaban todos ellos con un escáner de referencia para poder compararlos con un software de evaluación 3D. Y concluían que todos los modelos mostraban un nivel aceptable de exactitud. Pero los basados en estereolitografía (Cerec AC[®] Bluecam y LavaTM-C.O.S.) parecían ser más precisos que los modelos fresados (iTero[®]) habiendo diferencias estadísticamente significativas.

También hay que tener en cuenta que no todos los escáneres intraorales obtienen los mismos resultados de precisión y exactitud. Así, Van der Meer y cols.⁹² hicieron un estudio en el que comparaban los sistemas iTero[®], Cerec AC[®] Bluecam y LavaTM-C.O.S. y para tramos cortos el que mejores resultados obtenía era LavaTM-C.O.S., para escaneados de arcada completa todos ellos obtenían resultados similares (teniendo discrepancias respecto al modelo original), y para aumentos de longitud y angulación todos sumaban errores.

Como ya hemos descrito en apartados anteriores, el **escáner extraoral empleado para la digitalización ha sido LavaTM-Scan ST**. Para este sistema hay suficientes estudios que aportan evidencia científica de la precisión y exactitud que tiene y los buenos ajustes que consigue. Por ejemplo, Lis y cols.²⁵⁶ compararon ajuste

marginal e interno conseguido para coronas unitarias de circonio con este escáner y con los sistemas Ceramill® y el D700® (3shape) utilizado por la casa Neodent®. Todos ellos mostraron valores clínicamente aceptables pero el sistema con mejores resultados fue Lava™-Scan ST.

Otro estudio que prueba la gran exactitud del escáner de modelos Lava™-Scan ST es el realizado por Vandeweghe y cols.²⁹⁵. Para ellos crearon un modelo de resina que digitalizaron con un escáner de tomografía microcomputarizada que serviría como referencia. Después realizaron 5 impresiones convencionales con poliéter para crear 5 modelos de escayola, y escanearon los modelos de resina con los sistemas Imetric®, Lava™-Scan ST, Smart Optics®, KaVo Everest®. A su vez, digitalizaron los modelos de escayola con cada sistema y los superpusieron y analizaron con software de metrología, y analizaron precisión (respecto a las mediciones repetidas de cada sistema) y exactitud (comparando con el escaneado de referencia: tomografía microcomputarizada).

Para los modelos de resina, a excepción del Smart Optics®, no había diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la exactitud. Sin embargo, para los modelos de escayola, Lava™-Scan ST fue mejor que Imetric®, que a su vez obtuvo mejores resultados que KaVo Everest®. Smart Optics® mostraba las mayores desviaciones. Todos los escáneres tenían un cierto grado de error, pero Lava™-Scan ST fue significativamente más preciso en comparación con los otros escáneres.

En cuanto a la **digitalización con el sistema de impresión intraoral Lava™-C.O.S.** para este trabajo, tenemos que decir que realizamos multitud de impresiones previas que nos familiarizasen con el sistema, tanto de hemiarcadas como de arcadas completas. Pues la técnica de escaneado es crucial para obtener unos buenos resultados.

Para la investigación, todas las impresiones que tomamos fueron impresiones de arcada completa y en ellas señalábamos las preparaciones que queríamos hacer en el software. Esto fue debido a que los dientes que se seleccionaron en los tipodontos fueron de cuadrantes que no eran antagonistas entre sí (recordamos que eran del 1er y 3er cuadrante). Y el sistema requiere de forma obligatoria el registro de oclusión correspondiente para cada caso a digitalizar.

Desde un primer momento observamos que en algunas de las impresiones digitales que se realizaban de arcada completa había errores que podemos diferenciar en 2 tipos: error de falta de información en el escaneado o escaneado incompleto, y error en la reconstrucción 3D.

- Errores de escaneado incompleto (figuras 122 y 123):

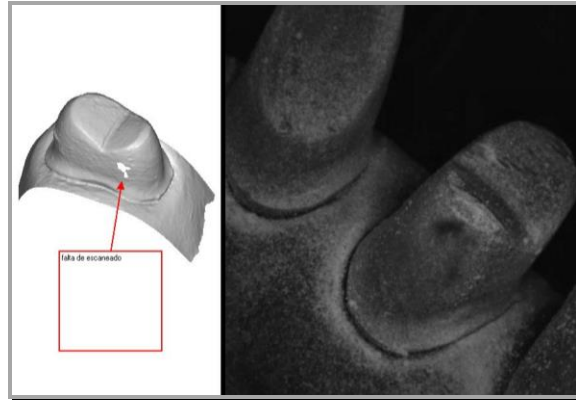


Figura 122. *Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de las preparaciones del espécimen 8.14.*

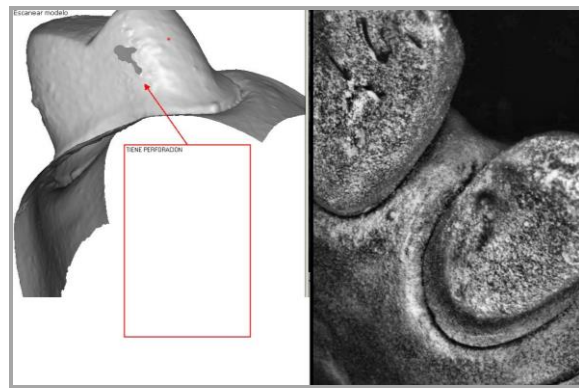


Figura 123. *Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de las preparaciones del espécimen 9.14.*

En estas 2 imágenes se puede observar que la reconstrucción 3D del modelo virtual es adecuada, pero hay una zona en la que falta información que presumiblemente se debe a la falta de polvo de dióxido de titanio.

3M-ESPE® se puso en contacto con nosotros a través de correo electrónico y se volvió a tomar un nuevo registro de los especímenes.

- Errores en la reconstrucción tridimensional de las imágenes (figuras 124-130):

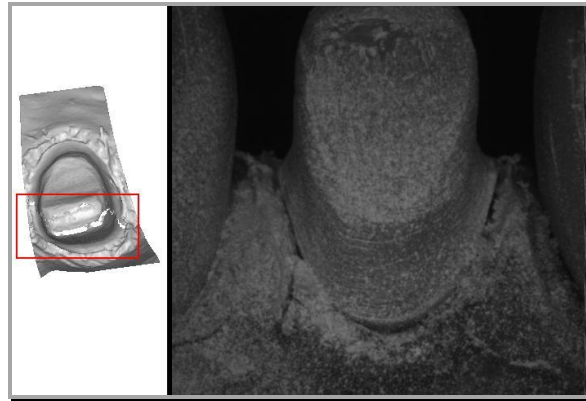


Figura 124. *Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de las preparaciones del espécimen 11.11.*

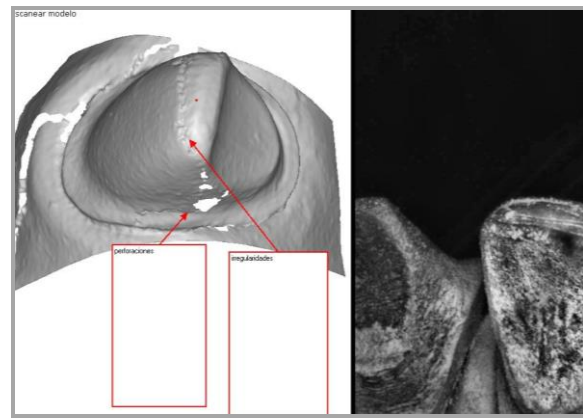


Figura 125. *Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de las preparaciones del espécimen 16.11.*

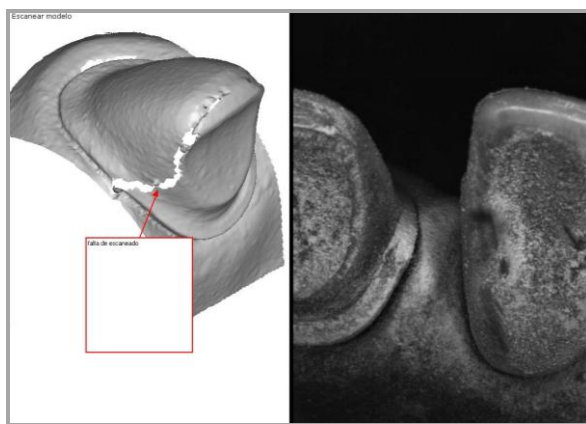


Figura 126. *Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de las preparaciones del espécimen 5.11.*

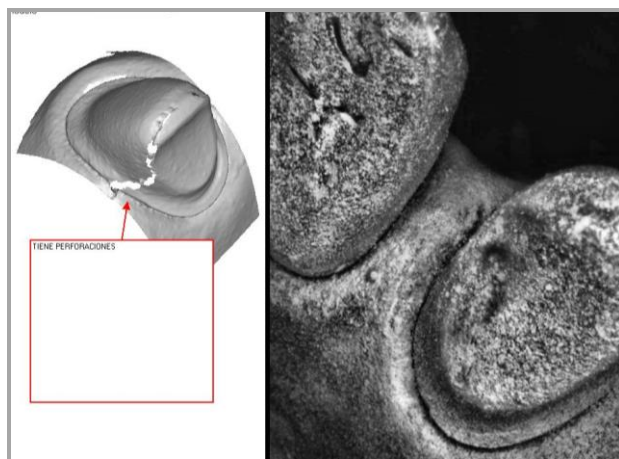


Figura 127. Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de las preparaciones del espécimen 9.13.



Figura 128. Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de las preparaciones del espécimen 11.37.

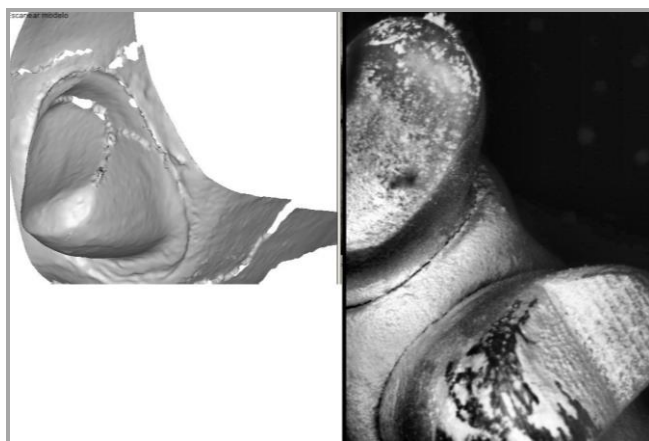


Figura 129. Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de la preparación del espécimen 9.11.

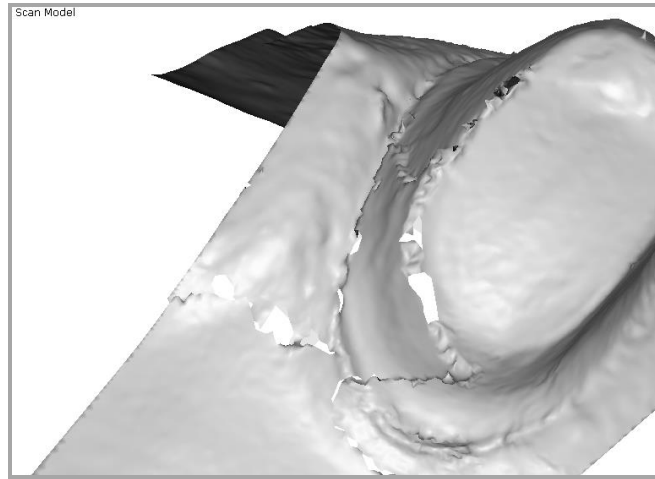
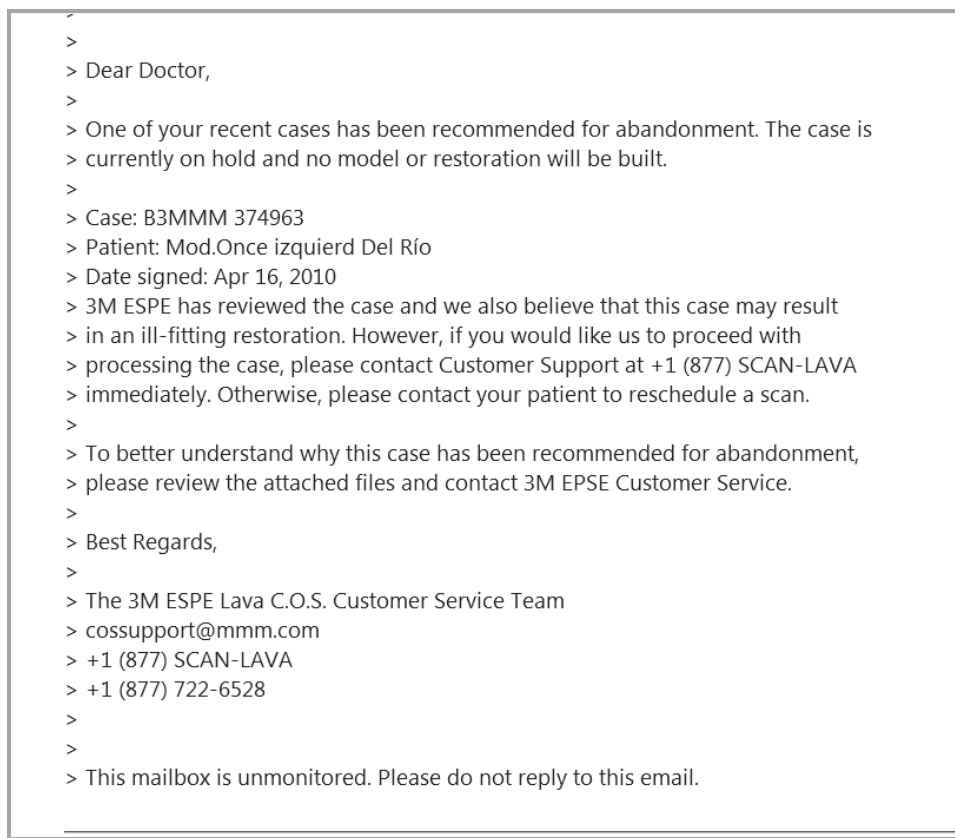


Figura 130. *Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de la preparación del espécimen 11.35.*

Este hecho se puso en conocimiento de los responsables de la empresa 3M-ESPE® encargados del servicio y asesoramiento técnico del sistema (figura 131), que atribuyeron el problema a la técnica de escaneado. Tras recibir nuevo entrenamiento con el nuevo protocolo de escaneado de 3M-ESPE® y repetir los escaneados, el problema quedó solucionado.

La técnica de escaneado toma una importante relevancia en este tipo de impresiones. Autores como Ender y Mehl ²⁹⁶ realizaron un estudio in vitro para evaluar la influencia del escaneado en la exactitud de los sistemas de escaneado digital intraoral en impresiones de arcada completa. En él comparaban diferentes técnicas de escaneado con 3 sistemas de impresiones intraorales (Lava™-C.O.S., Cerec AC® Bluecam e iTero®). Ellos observaron diferencias en todos los sistemas estudiados en los valores de exactitud con el protocolo de escaneado propuesto por cada casa comercial y otro protocolo distinto realizado por ellos (45.8 μm y $\pm 90.2 \mu\text{m}$ respectivamente para Lava™-C.O.S., 23.3 μm y $\pm 52.5 \mu\text{m}$ respectivamente para Cerec AC® Bluecam, y 35.0 μm y $\pm 30.9 \mu\text{m}$ respectivamente para iTero®). Según los autores se pueden conseguir buenos resultados en impresiones de arcada completa con los protocolos de escaneado adecuados.

Anh y cols.⁴³ también encontraron diferencias en la precisión según la secuencia de escaneado con los sistemas intraorales iTero[®] y Trios[®]. El escáner iTero[®] obtuvo imágenes menos precisas cuando el escaneado comenzó desde la derecha y no desde la izquierda ($p < 0.05$). El escáner Trios[®] mostró menor precisión en la región molar opuesta a la localización en la que comenzó el escaneado ($p < 0,05$). Comparando la precisión de los 2 escáneres, el Trios[®] mostró una mayor precisión que el iTero[®], con desviaciones medias de $22,17 \pm 4,47 \mu\text{m}$ y $29,84 \pm 12,08 \mu\text{m}$, respectivamente, para toda la arcada ($p < 0,05$).



>
>
> Dear Doctor,
>
> One of your recent cases has been recommended for abandonment. The case is
> currently on hold and no model or restoration will be built.
>
> Case: B3MMM 374963
> Patient: Mod.Once izquierd Del Río
> Date signed: Apr 16, 2010
> 3M ESPE has reviewed the case and we also believe that this case may result
> in an ill-fitting restoration. However, if you would like us to proceed with
> processing the case, please contact Customer Support at +1 (877) SCAN-LAVA
> immediately. Otherwise, please contact your patient to reschedule a scan.
>
> To better understand why this case has been recommended for abandonment,
> please review the attached files and contact 3M EPSE Customer Service.
>
> Best Regards,
>
> The 3M ESPE Lava C.O.S. Customer Service Team
> cossupport@mmm.com
> +1 (877) SCAN-LAVA
> +1 (877) 722-6528
>
>
> This mailbox is unmonitored. Please do not reply to this email.

Figura 131. Correo electrónico recibido desde la casa comercial 3M-ESPE[®] por el que nos avisaban de problemas con uno de los escaneados, en concreto el modelo 11 en su arcada inferior.

El mismo problema que tuvimos en nuestros escaneados fue descrito por Nedelcu y Persson⁵⁵ en su estudio en el que comparaban precisión y exactitud de 4 escáneres intraorales (LavaTM-C.O.S., Cerec AC[®] Bluecam, E4D[®] system e iTero[®]). Y sucedía cuando las imágenes tomadas tenían mucha longitud. Aunque hacía mayor

hincapié en los escáneres que reconstruían las imágenes por solape directo de imágenes 2D y sobre todo en el escáner E4D[®] system. Otro dato importante que revelaba este estudio es que no había relación entre la resolución del escáner y la exactitud obtenida en la reconstrucción tridimensional. Esto último también lo constatan autores como Rudolph y cols.³⁸

A la vista de los resultados obtenidos en esta investigación y de las publicaciones científicas existentes en la literatura, parece claro que se obtienen ajustes y reproducciones fiables con los escaneados intra y extraorales, que van disminuyendo su validez, especialmente los intraorales, con la longitud de arcada reproducida. A mayor tamaño del objeto, menor exactitud en la reproducción.

Es de destacar que a fecha de hoy (febrero de 2017) sólo permanece en el mercado el sistema LavaTM-Scan ST, habiendo evolucionado el sistema LavaTM-C.O.S. a otros prototipos (True Definition[®]).

8.1.3. Diseño y fabricación de las estructuras metálicas

En este apartado, empleamos el sistema de confección de cofias por colado convencional como técnica o grupo control, para comparar con los sinterizados realizados mediante los sistemas LavaTM-C.O.S. y LavaTM-Scan ST.

En referencia al **sistema de fabricación de las cofias (fase CAM)**, aunque en la literatura científica seguimos encontrando estudios como el de Park y cols.¹⁹⁷ en el que obtienen resultados muy similares en cuanto a ajuste marginal en coronas fabricadas en Co-Cr mediante colado convencional (33.68 μm) y métodos CAD/CAM (37.01 μm para aleaciones blandas de Co-Cr pre-sinterizado y 62.18 μm para aleaciones duras de Co-Cr totalmente sinterizada respectivamente), la tendencia es a elegir sistemas de fabricación mediante técnicas CAD/CAM frente a las técnicas convencionales.

Así, por ejemplo, lo reflejan las publicaciones de autores como de França y cols.²⁵⁰. Ellos hicieron un estudio en el que comparan ajuste de estructuras de 3 piezas

atornilladas sobre implantes fabricadas por sistemas CAD/CAM fresados en circonio y en Cr-Co, sobrecolables de base mecanizada en Cr-Co y calcinables colados en Cr-Co. Con todos ellos consiguen muy buenos valores de ajuste, pero de mayor a menor ajuste los obtienen con Cr-Co fresado ($1.2 \mu\text{m} \pm 2.2$), circonio fresado ($5.9 \mu\text{m} \pm 3.6$), sobrecolables con base mecanizada de Cr-Co ($11.8 \mu\text{m} \pm 9.8$) y por último con los calcinables colados en Cr-Co ($12.9 \mu\text{m} \pm 11.0$).

Aunque la fabricación de estructuras protésicas en la actualidad está dominada por la tecnología de mecanizado sustractivo, con la aparición y mejora de las rutas de procesamiento aditivo de fabricación en capas como la FDM, SLA, SLM y DSPC o impresión por chorro de tinta, es inevitable que empiecen a tener impacto y esta tendencia se invierta. De hecho, hay corrientes que piensan que si se quiere producir cualquier elemento (ya sean estructuras protésicas, prótesis de resina, implantes personalizados o aparatos de ortodoncia) de una forma más consistente, rápida y a menor coste, ésta es la vía para llevarlo a cabo ²⁹⁷.

Para el presente estudio nosotros elegimos el *sinterizado directo de metal por láser (DMLS)* porque pensamos que los métodos de fabricación aditiva van a ser los que van a predominar en la confección de estructuras metálicas para la rehabilitación con prótesis fija. Y queríamos utilizar el mismo material en los 3 sistemas de confección de cofias: Cr-Co.

Al colaborar con el laboratorio de prótesis dental Prótesis S. A., como ya dijimos en apartados anteriores, trabajamos con el único sistema de sinterización directa de metal por láser que tenían en ese momento, la Phenix ProX[®] DMP 100 (también conocida como PXS[™] o PX100[®]). Entre las características técnicas de esta máquina de la casa comercial Phenix systems[®] cabe destacar que tiene una potencia del láser de fibra de 50 W y 1070 nm de longitud de onda, una capacidad envolvente de construcción de 100 x 100 x 80 mm en los ejes X, Y y Z, y una resolución mínima por eje de X = 100 μm , Y = 100 μm y Z = 20 μm ¹²⁰.

En la siguiente tabla (tabla 26) podemos ver las distintas empresas del sector y sus máquinas, entre las que se encuentra la anteriormente mencionada.

CONSTRUCTOR	MÁQUINA	DIMENSIÓN DE LA ZONA DE FABRICACIÓN				POTENCIA DEL LÁSER (W)
		X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Volumen (l)	
EOS	M 80	80	80	95	0,5	100
	M 280	250	250	325	20,3	200 o 400
	M 290	250	250	325	20,3	400
	M 400	400	400	400	64,0	1000
3D SYSTEMS (antigua PHENIX SYSTEMS)	PX 100	100	100	80	0,8	50
	PX 200	140	140	100	2,0	300
	PX 300	250	250	300	18,8	500
	PX 400	500	500	500	125,0	2 x 500 o 1000
SLM SOLUTIONS	125 HL	125	125	75 o 125	1,2 o 2	100 o 200
	280 HL	280	280	350	27,4	400 o 400 y 1000
	500 HL	500	280	325	45,5	2 x 400 o 2 x 400 y 2 x 1000
CONCEPT LASER	Mlab	50, 70 o 90	50, 70 o 90	80	0,2 o 0,4 o 0,6	100
	M1	250	250	250	15,6	200
	M2	250	250	280	17,5	200 o 400
	M3 Linear	300	350	300	31,5	200 o 400
	X line 1000R	630	400	500	126,0	1000
RENISHAW	AM 250	250	250	300 o 360	18,8 o 22,5	200 o 400
REALIZER	SLM 50	70	70	40	0,2	120
	SLM 100	125	125	200	3,1	200
	SLM 250	250	250	300	18,8	400 o 600
	SLM 300	300	300	300	27,0	Hasta 1000

Tabla 26. Máquinas de tecnología DMLS ofrecidas por fabricantes en el año 2014 ¹¹⁹.

Para conseguir los mejores resultados en el proceso de fabricación DMLS, hay dos características que son fundamentales: la densidad del material y el acabado superficial. Para ello se deben optimizar varios factores, como el ajuste de la distancia del punto láser, el tiempo de exposición, el perfil del haz, el mapeo de la potencia, la calibración del campo de escaneado, el escalado de la pieza, la potencia del láser y la

compensación del punto láser. Algunos de estos parámetros son ajustables en las máquinas de sinterizado pero las casas comerciales no permiten el acceso a la información sobre las configuraciones de sus equipos y los mantienen en riguroso secreto. Nosotros hemos contactado con ellos con el fin de reflejarlos en este trabajo de investigación, pero no ha sido posible.

Como podemos observar en la tabla anterior (tabla 26), en la que se reflejan los datos técnicos ofrecidos por los fabricantes en el año 2014, la Phenix PX100[®] es la máquina con menor potencia del mercado con 50 W. Esto implica una menor penetración del láser en la capa de polvo metálico y, por consiguiente, una limitación en la fusión y soldadura de las partículas de metal en comparación con otras máquinas del mercado. Por ejemplo, la EOSINT M 280[®] tiene un diámetro de foco variable entre 100-500 μm y de 4 a 8 veces más potencia de láser según las características del fabricante, con lo que consigue una mayor penetración y por lo tanto unos mejores resultados.

Ya sabemos que la base del proceso DMLS consiste en generar capas de un modelo de CAD que oscilan entre 20 y 100 micras de espesor, pero dependemos directamente de la resolución que se pueda obtener y el tamaño de polvo empleado. Lógicamente, a medida que se reduce el espesor por capa, se incrementa la resolución de la pieza porque aumentamos la eficacia del láser, pero es necesario fabricar más capas por lo que se reduce la productividad ¹⁰⁵.

El hecho de haber utilizado esta máquina de sinterizado en la fabricación de nuestras cofias metálicas consideramos que tiene mucho que ver en los resultados de este trabajo de investigación.

Actualmente, el laboratorio Prótesis S. A., colaborador en nuestro estudio, ha sustituido la impresora DMLS empleada para este trabajo por otra más potente. Insistimos en que nuestra intención es la de ofrecer un control de calidad con una metodología científica, estandarizada y controlada, que permita garantizar la enseñanza y el empleo de las nuevas técnicas CAD/CAM en la práctica diaria.

8.1.4. Cementado y manipulación del cemento

El proceso de **cementado y manipulación del mismo** se va a obviar puesto que en este estudio no se ha realizado el cementado de las estructuras metálicas fabricadas.

8.2. Otros estudios con sistemática similar a la nuestra

A pesar de la diversidad temática en cuanto a sistemas de impresiones en prótesis y sistemas de escaneado, y de haber encontrado en la bibliografía estudios referentes a los sistemas de escaneado intraorales, hay pocos artículos con investigaciones similares a la nuestra con los que comparar los resultados.

Entre ellos se encuentra el estudio de Syrek y cols.⁵⁴ en el que comparaban ajuste marginal de coronas unitarias de circonio fabricadas utilizando impresiones intraorales digitales de arcada completa con el sistema LavaTM-C.O.S. con las fabricadas con impresiones convencionales con silicona de adición en 2 pasos (ExpressTM 2 PentaTM putty y ultra-light body quick, 3M ESPE) y digitalizadas con el escáner LavaTM-Scan ST. Se fabricaron dos coronas de circonio para cada uno de los 20 pacientes en la misma preparación del diente, una con cada sistema estudiado. En el momento de la cementación, el margen de ajuste se midió utilizando la técnica de réplica y se analizaron con un microscopio estereoscópico. Las coronas elaboradas mediante impresión digital tenían un ajuste marginal significativamente mejor (mediana de 49 μ m) que las realizadas a partir de una impresión convencional (mediana de 71 μ m), aunque todos los valores estaban dentro del rango clínicamente aceptado.

Otra de las publicaciones que tiene algunas semejanzas con nuestra investigación es la de Pradíes y cols⁶⁸. Ellos hicieron un estudio in vivo en el que comparaban ajuste marginal e interno de coronas individuales de circonio fabricadas con impresión digital con LavaTM-C.O.S. y con impresión convencional con elastómeros y digitalización con escáner de modelos LavaTM-Scan ST. Las impresiones intraorales con LavaTM-C.O.S. eran de la hemiarcada correspondiente al lado en el que estaba la preparación junto con la hemiarcada antagonista.

En este estudio obtuvieron mejores resultados en todos los parámetros analizados para las coronas fabricadas con impresión digital, estando todos ellos dentro de los valores clínicamente aceptados ($76.33 \pm 65.32 \mu\text{m}$ en digitales y $91.46 \pm 72.17 \mu\text{m}$ en las convencionales).

En la línea de los anteriores, Scotti y cols.²¹⁸ hicieron otro estudio in vivo de coronas individuales totalmente cerámicas con estructura de circonio con impresiones digitales con Lava™-C.O.S. en el que medían valores de ajuste marginal e interno y obtuvieron valores de desajuste marginal de $48.65 \text{ mm} \pm 29.45 \text{ mm}$. Cabe destacar que al igual que en el estudio de Pradíes y cols., también realizaban impresiones digitales de hemiarquadas.

Otro estudio que compara los sistemas que hemos utilizado en nuestro trabajo de investigación es el de Güth y cols.²⁹⁸. Ellos no miden ajuste marginal pero sí la exactitud de los modelos obtenidos mediante digitalización directa con Lava™-C.O.S. y digitalización indirecta con Lava™-Scan ST y un elastómero (poliéter). Los modelos obtenidos por los 3 sistemas son superpuestos y comparados con un modelo control digitalizado con tomografía computarizada industrial mediante un software de medición (procedimiento *best fit alignment*). En su caso, los mejores resultados eran obtenidos con el sistema Lava™-C.O.S. ($17 \mu\text{m}/ -13 \mu\text{m}$; con una desviación (SD) de $\pm 19 \mu\text{m}$), seguido del poliéter ($23 \mu\text{m}/ -22 \mu\text{m}$, SD $\pm 31 \mu\text{m}$) y de Lava™-Scan ST ($36 \mu\text{m}/ -35 \mu\text{m}$; SD $\pm 52 \mu\text{m}$) que obtuvo los peores resultados. Entre los dos primeros no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, pero sí con Lava™-Scan ST respecto a los otros dos sistemas.

Ueda y cols.²⁹⁹ evaluaron el ajuste marginal e interno de estructuras de 4 piezas para prótesis parcial fija fabricadas por CAD/CAM en óxido de circonio y en aleación de cobalto-cromo, hechas con impresión convencional y digitalización de modelos con Lava™-Scan ST y con impresiones digitales con Lava™-C.O.S.

Los resultados que obtuvieron fueron los siguientes: las coronas de Cr-Co fabricadas con impresión digital Lava™-C.O.S. (mediana de $19.07 \mu\text{m}$) mostraron significativamente mejor ajuste marginal que las fabricadas en el mismo material con

impresión convencional y digitalización posterior de los modelos en laboratorio Lava™-Scan ST (mediana de 64.64 μm , $p < 0,001$). Las fabricadas con Lava™-C.O.S. en zirconio (mediana 52.50 μm) mostraron significativamente mejor ajuste marginal que las de Lava™-Scan ST del mismo material (mediana 72.94 μm , $p = 0,001$). Además, los ajustes obtenidos en Cr-Co en las impresiones digitales con Lava™-C.O.S. mostraron unos valores significativamente mejores que con zirconio ($p < 0,001$). Todos ellos estuvieron dentro de los valores clínicamente aceptables, aunque los mejores resultados se obtuvieron con el sistema Lava™-C.O.S.

Ahrberg y cols.¹⁷⁰ evaluaron el ajuste marginal e interno fabricando coronas y prótesis parciales fijas de tres piezas en óxido de circonio mediante digitalización directa e indirecta. Y analizaron también la eficiencia de ambos métodos.

Centrándonos solamente en el ajuste marginal que es lo que nos compete en nuestro estudio, los resultados que obtuvieron fueron de $61.08 \pm 24.77 \mu\text{m}$ para las fabricadas con Lava™-C.O.S. (directa) y $70.40 \pm 28.87 \mu\text{m}$ para las fabricadas con el método indirecto (impresión con poliéter, vaciado con escayola y digitalización con Lava™-Scan ST). Los autores consideran más eficientes las impresiones intraorales porque reducen el tiempo de sillón respecto a las impresiones convencionales.

Ahlholm y cols.³⁰⁰ hacen una revisión sistemática en 2016 con el fin de sintetizar el pensamiento de la comunidad científica a día de hoy. En dicho estudio concluyen que las técnicas de impresión digital son una alternativa clínica aceptable a los métodos de impresión convencionales para la fabricación de coronas y prótesis parciales fijas sobre dientes en tramos cortos. Para la fabricación de coronas sobre implantes y prótesis parciales fijas sobre implantes, los sistemas de impresión digital también tuvieron un ajuste clínicamente aceptable.

Además, dicen que las tecnologías de impresión digital son más rápidas y pueden acortar el tiempo de trabajo tanto en la clínica como en laboratorio. Pero, sobre la base de este estudio, concluyen que la técnica de impresión convencional todavía se recomienda para impresiones de arcada completa.

En nuestra opinión, las diferencias encontradas en estas publicaciones que tienen algunas características similares a las de nuestra investigación, residen en el protocolo seguido en el propio estudio.

Así, los mejores resultados en cuanto al ajuste marginal se refieren los observamos en aquellos estudios en los que se hacen preparaciones unitarias y comúnmente se toman impresiones digitales que se limitan a las piezas adyacentes a la preparación o a la hemiarcada correspondiente.

Como hemos podido ver en la revisión bibliográfica llevada a cabo para este trabajo, a medida que se aumenta la longitud del escaneado también aumenta la discrepancia.

8.3. Reflexiones finales

Al analizar las imágenes macroscópicamente y los datos microscópicos de nuestro estudio, podemos apreciar que tanto en el sistema LavaTM-C.O.S. como en el sistema LavaTM-Scan ST los valores de desajuste son más homogéneos que para el grupo de las Coladas. Esto es debido a que mediante estos sistemas CAD-CAM podemos fabricar fielmente estructuras que reproduzcan la anatomía de los muñones. Y en caso de presentar depresiones internas, éstas también serán fabricadas. Por contra, si el técnico de laboratorio observa estas depresiones en la anatomía de la cofia, deberá ser repasada para que este hecho no influya en la discrepancia marginal.

Mientras que, en el caso del colado, al retirar nuestro encerado, siempre sufriremos una pequeña deformación en caso de existir estas depresiones en los muñones. Lo cual modifica el ajuste interno de la estructura con respecto al muñón.

Además, dejando a un lado los valores de ajuste marginal conseguidos, con los sistemas CAD/CAM la anatomía de los márgenes suele reproducirse con mayor fidelidad y es más difícil encontrar imperfecciones macroscópicas, como se puede apreciar en las siguientes imágenes (más frecuentes en el colado convencional).



Figura 132. Imagen de la cofia colada del espécimen 18.35 (2° cuadrante).

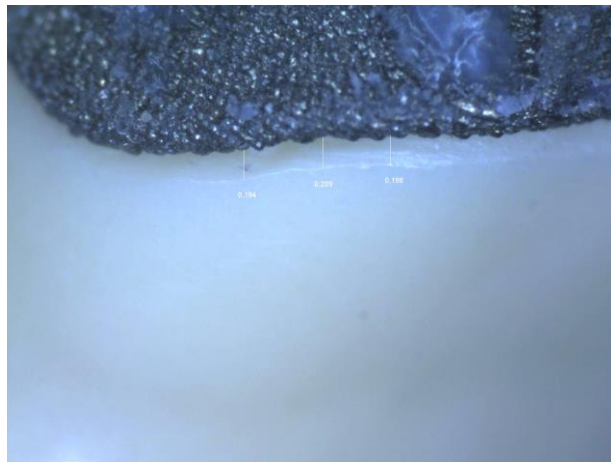


Figura 133. Imagen de la cofia sinterizada del sistema Lava™-C.O.S. del espécimen 18.35 (2° cuadrante).

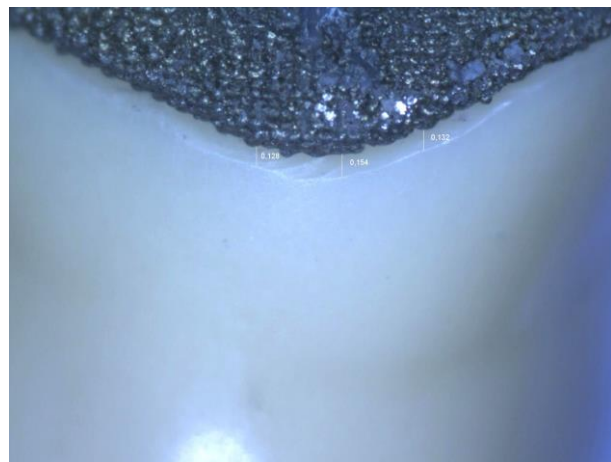


Figura 134. Imagen de la cofia sinterizada del sistema Lava™-Scan ST del espécimen 18.35 (2° cuadrante).

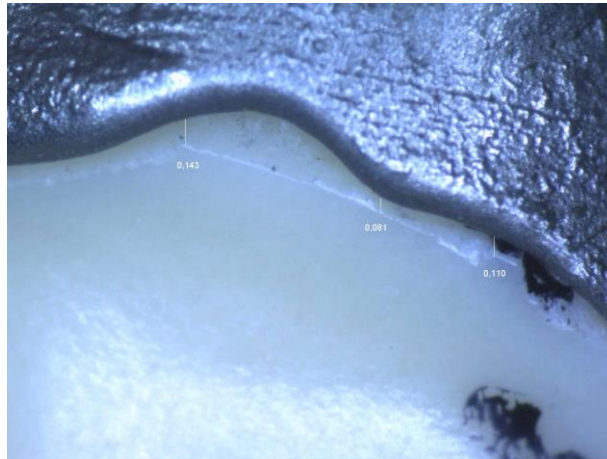


Figura 135. Imagen de la cofia colada del espécimen 6.33 (1er cuadrante).

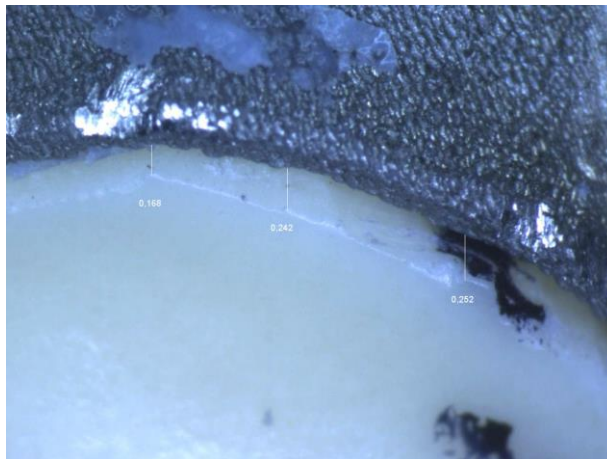


Figura 136. Imagen de la cofia sinterizada del sistema Lava™-C.O.S. del espécimen 6.33 (1er cuadrante).



Figura 137. Imagen de la cofia sinterizada del sistema Lava™-Scan ST del espécimen 6.33 (1er cuadrante).

En general, observamos que el sistema de colado convencional depende directamente de la habilidad del técnico de laboratorio, encontrando imágenes con una reproducción y un ajuste marginal realmente buenos y otras en las que se aprecia totalmente lo opuesto. Como vemos en los siguientes ejemplos:

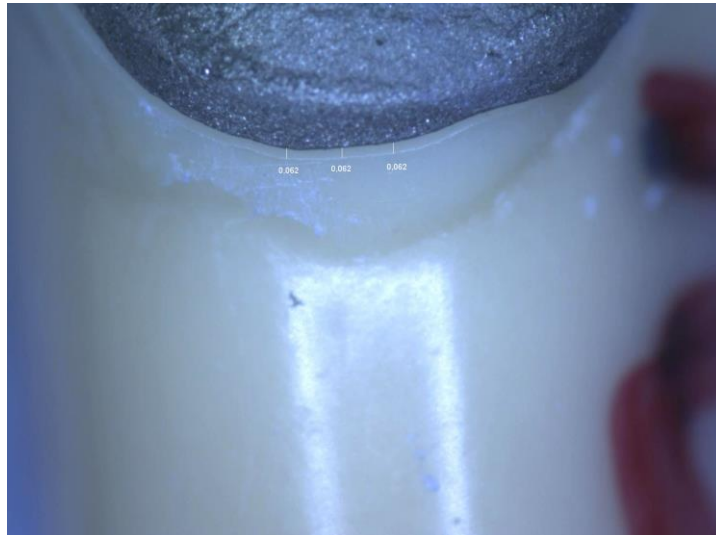


Figura 138. *Imagen de la cofia colada del espécimen 9.33 (2° cuadrante)*

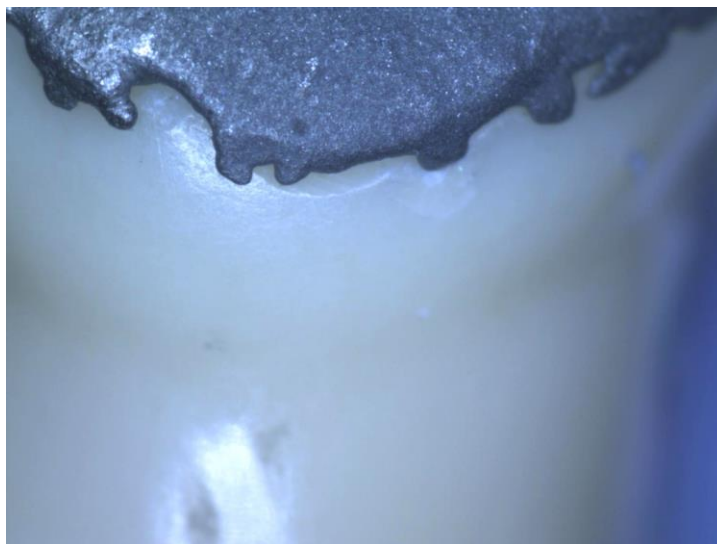


Figura 139. *Imagen de la cofia colada del espécimen 18.13 (4° cuadrante)*

Además, otro factor a tener en cuenta en las impresiones digitales con Lava™-C.O.S. es la necesidad de espolvorear dióxido de titanio sobre los muñones para que el escaneado se pueda llevar a cabo. Aunque la casa comercial justifica el uso del polvo para que las partículas sirvan de referencia al escáner, pensamos que esto puede dar lugar a un engrosamiento de la superficie del muñón directamente proporcional a la cantidad de polvo que se deposite sobre la misma, y que afectará por tanto a la posterior fabricación de la cofia. Ya que la aplicación de polvo y el análisis de la capa resultante son totalmente subjetivas.

Otro factor que consideramos determinante es el tallado de las preparaciones. Hemos observado que tallados con paredes paralelas o con paredes ligeramente divergentes hacia oclusal pueden ser fabricados mediante los sistemas CAD-CAM y tener un problema de falta de inserción de las cofias. Este problema existe también, pero en mucha menor medida, con el sistema de colado convencional. Esto se debe, como hemos comentado anteriormente, a que al retirar los encerados se puede producir un efecto compensatorio por la leve deformación de la cera.

Debemos entonces tener un escrupuloso control de los tallados y una interrelación con el técnico de laboratorio para solucionar estos problemas previamente a la confección de las estructuras.

Y, como hemos podido comprobar, hay muchísimos errores que son causados por un manejo incorrecto de los escáneres intraorales (colocación inadecuada del escáner en el interior de la boca, manipulación incorrecta, recopilación insuficiente de datos, preparaciones dentarias deficientes,...). Para conseguir resultados óptimos con las impresiones digitales, se debe tener especial cuidado con técnica clínica, el protocolo de escaneado y el manejo de los escáneres intraorales.

A pesar de que hay literatura científica que avala la utilización del sistema impresión digital Lava™-C.O.S., a la vista de los resultados obtenidos con el sistema, de comprobar que el software fue actualizado con sucesivas versiones que solventaban distintos errores y de saber que la propia empresa 3M-ESPE® lanzó un nuevo sistema de impresión digital intraoral, cabe pensar que el escáner intraoral tiene muchas limitaciones.

Aunque pensamos que los resultados del estudio no solamente se deben al empleo del sistema impresión digital LavaTM-C.O.S., sino que el sistema de fabricación mediante sinterización directa de metal por láser con la máquina Phenix PX100[®] no consigue los resultados esperados para un sistema de fabricación CAD/CAM.

Todo ello, sumado a que dimos la orden a los técnicos de laboratorio de no retocar ni ajustar absolutamente ningún parámetro en las cofias tras la fabricación para no sesgar los resultados del estudio.

Consideramos pues que se abre una nueva línea de investigación que analice estas cuestiones y que nos permitirá comparar los resultados de los estudios, con la fabricación de las estructuras metálicas mediante otras máquinas CAM diferentes a la sinterizadora empleada en este estudio, y con otros métodos de impresión digital.

9. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

El propósito de este estudio experimental In Vitro ha sido comparar la discrepancia marginal absoluta en la preparación dentaria de cofias metálicas realizadas mediante los 3 procedimientos siguientes:

- 1- Diente de tipodonto tallado, encerado, cofia colada.
- 2- Diente de tipodonto tallado, Lava™-Scan ST, cofia sinterizada.
- 3- Escaneado Lava™-C.O.S. directo del diente de tipodonto tallado, cofia sinterizada.

y con las limitaciones intrínsecas de nuestro estudio *in vitro*, podemos presentar las siguientes conclusiones:

1. No se confirma que el grado de desajuste marginal absoluto sea el mismo en cualquiera de los procedimientos de confección de cofias estudiado. Por lo tanto, SE RECHAZA LA HIPOTESIS NULA, H_0 .
2. Los peores resultados en cuanto a la discrepancia marginal absoluta han sido obtenidos en el grupo de cofias confeccionadas mediante en el método Lava™-C.O.S.
3. Los mejores resultados han sido obtenidos con el método de fabricación CAD/CAM Lava™-Scan ST.
4. Entre los sistemas Lava™-Scan ST y Colado convencional no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas.

Este trabajo ha sido financiado por la casa comercial 3M-ESPE® mediante convenio con el Departamento de Prótesis Bucofacial de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid a través del artículo 83 de la L.O.U. con número de proyecto 4133234 (Véase anexo 3).

10. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Lindigkeit. J. ¿Adiós al colado? Materiales dentales sin metales preciosos en la era CAD/CAM. Quintessence técnica (ed. Esp.), Jun-Jul 2007; 18 (6): 309-316.
2. Higuera MA, De Albornoz A, Del Río J. Estructuras metálicas coladas frente a estructuras cerámicas mecanizadas: el enfoque del clínico. Revista Internacional de prótesis estomatológica, 2006; 8 (2): 169-173.
3. Liu PR, Essig ME. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. Compend Contin Educ Dent. 2008 Oct; 29 (8): 482, 484, 486-8 passim.
4. Preti G, Bassi F, Carossa S, Catapano S. Rehabilitación protésica. Tomo 3. Amolca 2008.
5. Prithviraj DR, Bhalla HK, Vashisht R, Sounderraj K, Prithvi S. Revolutionizing restorative dentistry: an overview. J Indian Prosthodont Soc. 2014 Dec; 14(4):333-43. doi: 10.1007/s13191-014-0351-5. Epub 2014 Feb 5.
6. Del Río Highsmith J, Gil Lozano J. Estructuras metálicas implanto-soportadas. Propiedades, aleaciones y diseños. Revista Europea de Odonto-estomatología, 1998; 10 (1): 21-26.
7. Van der Zel JM. Comparación entre los sistemas CAD/CAM actuales. Quintessence Técnica (ed. esp.) 1999; 10 (7): 392-403.
8. Wu G, Zhou B, Bi Y, Zhao Y. Selective laser sintering technology for customized fabrication of facial prostheses. J Prosthet Dent. 2008; 100 (1): 56-60. doi: 10.1016/S0022-3913(08)60138-9.
9. Koch GK, Gallucci GO, Lee SJ. Accuracy in the digital workflow: From data acquisition to the digitally milled cast. J Prosthet Dent 2016; 115 (6): 749-754.

10. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health* 2014, 14:10.
<http://www.biomedcentral.com/1472-6831/14/10>
11. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Intraoral scanning systems - a current overview. *Int J Comput Dent.* 2015; 18 (2): 101-29.
12. Bajunaid SO. A first experience with digital complete overdentures. *Saudi Dent J.* 2016 Jul; 28 (3): 148-53. doi: 10.1016/j.sdentj.2015.12.006. Epub 2016 Jul 22
13. Brandt J, Lauer HC, Peter T, Brandt S. Digital process for an implant-supported fixed dental prosthesis: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 2015 Oct; 114 (4): 469-73. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.03.022. Epub 2015 Jul 14.
14. Ciocca L, Ragazzini S, Fantini M, Corinaldesi G, Scotti R. Work flow for the prosthetic rehabilitation of atrophic patients with a minimal-intervention CAD/CAM approach. *J Prosthet Dent.* 2015 Jul; 114 (1): 22-6. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.11.014. Epub 2015 Apr 7.
15. Şeker E, Ozcelik TB, Rathi N, Yilmaz B. Evaluation of marginal fit of CAD/CAM restorations fabricated through cone beam computerized tomography and laboratory scanner data. *J Prosthet Dent.* 2016 Jan; 115 (1): 47-51. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.08.006. Epub 2015 Oct 28.
16. Schaefer O, Decker M, Wittstock F, Kuepper H, Guentsch A. Impact of digital impression techniques on the adaption of ceramic partial crowns in vitro. *J Dent.* 2014 Jun; 42 (6): 677-83. doi: 10.1016/j.jdent.2014.01.016. Epub 2014 Feb 6.
17. Sailer I, Benic GI, Fehmer V, Hämmerle CH, Mühlemann S. Randomized controlled within-subject evaluation of digital and conventional workflows for the fabrication of lithium disilicate single crowns. Part II: CAD-CAM versus conventional laboratory procedures. *J Prosthet Dent.* 2016 Dec 23. pii: S0022-3913(16)30526-1. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.09.031. [Epub ahead of print]

18. Wimmer T, Gallus K, Eichberger M, Stawarczyk B. Complete denture fabrication supported by CAD/CAM. *J Prosthet Dent.* 2016 May; 115 (5): 541-6. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.10.016.
19. Bhambhani R, Bhattacharya J, Sen Kr S. Digitization and its futuristic approach in prosthodontics. *J Indian Prosthodont Soc.* 2013 Sep; 13 (3): 165–174. doi: 10.1007/s13191-012-0181-2.
20. Bilgin MS, Baytaroglu EN, Erdem A, Dilber E. A review of computer-aided design/computer-aided manufacture techniques for removable denture fabrication. *Eur J Dent.* 2016 Apr-Jun; 10 (2): 286–291. doi: 10.4103/1305-7456.178304.
21. Arunyanak SP, Harris BT, Grant GT, Morton D, Lin WS. Digital approach to planning computer-guided surgery and immediate provisionalization in a partially edentulous patient. *J Prosthet Dent.* 2016 Jul; 116 (1): 8-14. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.11.023. Epub 2016 Feb 9.
22. Bidra AS, Farrell K, Burnham D, Dhingra A, Taylor TD, Kuo CL. Prospective cohort pilot study of 2-visit CAD/CAM monolithic complete dentures and implant-retained overdentures: Clinical and patient-centered outcomes. *J Prosthet Dent.* 2016 May; 115 (5): 578-586.e1. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.10.023.
23. Loeffelbein DJ, Ritschl LM, Rau A, Wolff KD, Barbarino M, Pfeifer S, Schönberger M, Wintermantel E. Analysis of computer-aided techniques for virtual planning in nasoalveolar moulding. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2015 May; 53 (5): 455-60. doi: 10.1016/j.bjoms.2015.03.002. Epub 2015 Mar 30.
24. McLaughlin JB, Ramos V Jr. Complete denture fabrication with CAD/CAM record bases. *J Prosthet Dent.* 2015 Oct; 114 (4): 493-7. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.04.017. Epub 2015 Jun 30.
25. Mino T, Maekawa K, Ueda A, Higuchi S, Sejima J, Takeuchi T, Hara ES, Kimura-Ono A, Sonoyama W, Kuboki T. In silico comparison of the reproducibility of full-arch implant provisional restorations to final restoration between a 3D

Scan/CAD/CAM technique and the conventional method. *J Prosthodont Res.* 2015 Apr; 59 (2): 152-8. doi: 10.1016/j.jpor.2014.12.001. Epub 2015 Jan 23.

26. Noh K, Pae A, Lee JW, Kwon YD. Fabricating a tooth- and implant-supported maxillary obturator for a patient after maxillectomy with computer-guided surgery and CAD/CAM technology: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 2016 May; 115 (5): 637-42. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.10.015. Epub 2016 Jan 7.

27. Ozawa D, Suzuki Y, Kawamura N, Ohkubo C. Fabrication of crown restoration retrofitting to existing clasps using CAD/CAM: fitness accuracy and retentive force. *J Prosthodont Res.* 2015 Apr; 59 (2): 136-43. doi: 10.1016/j.jpor.2015.01.002. Epub 2015 Feb 7.

28. Peñate L, Basilio J, Roig M, Mercadé M. Comparative study of interim materials for direct fixed dental prostheses and their fabrication with CAD/CAM technique. *J Prosthet Dent.* 2015 Aug; 114 (2): 248-53. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.12.023. Epub 2015 Apr 30.

29. Reyes A, Turkyilmaz I, Prihoda TJ. Accuracy of surgical guides made from conventional and a combination of digital scanning and rapid prototyping techniques. *J Prosthet Dent.* 2015 Apr; 113 (4): 295-303. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.09.018. Epub 2015 Feb 11.

30. Ritschl LM, Rau A, Güll FD, diBora B, Wolff KD, Schönberger M, Bauer FX, Wintermantel E, Loeffelbein DJ. Pitfalls and solutions in virtual design of nasoalveolar molding plates by using CAD/CAM technology - A preliminary clinical study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2016 Apr; 44 (4): 453-9. doi: 10.1016/j.jcms.2016.01.008. Epub 2016 Jan 14.

31. Sturb JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer aided design and fabrication of dental restoration. Current systems and future possibilities. *J Am Dent Assoc.* 2006 Sep; 137 (9): 1289-96.

32. Yatani H. Esthetic prosthodontic treatment - The state-of-the-art. *J Prosthodont Res.* 2015 Oct; 59 (4): 216-9. doi: 10.1016/j.jprior.2015.08.002.
33. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD-CAM generated restorations. *Br Dent J* 2008; 204 (9): 505-511.
34. Romeo M, Vallejo J, Martínez JA, Del Río J, y cols. Tecnología CAD/CAM en implantoprótesis: puesta al día y perspectivas de futuro. *Gaceta dental: Industria y profesiones*, N° 216, Julio 2010: 124-143.
35. Kohorst P, Brinkmann H, Li J, Borchers L, Stiesch M. Marginal accuracy of four unit zirconia fixed dental prostheses using different computer-aided design/ computer aided manufacturing systems. *Eur J Oral Sci.* 2009 Jun; 117 (3): 319-25. doi: 10.1111/j.1600-0722.2009.00622.x.
36. Duke E. The status of CAD/CAM in restorative dentistry. *Compendium* 2001; 22: 968-972.
37. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *J Prosthet Dent.* 2016 Mar; 115 (3): 313-20. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.09.011. Epub 2015 Nov 6.
38. Rudolph H, Salmen H, Moldan M, Kuhn K, Sichwardt V, Wöstmann B, Luthardt RG. Accuracy of intraoral and extraoral digital data acquisition for dental restorations. *J Appl Oral Sci.* 2016 Jan-Feb; 24 (1): 85-94. doi: 10.1590/1678-775720150266.
39. <http://ingenieriaelectronica.org/precision-exactitud-y-sensibilidad-mediciones-electricas/>
40. https://es.wikipedia.org/wiki/Precisi%C3%B3n_y_exactitud
41. Kim JH, Kim KB, Kim WC, Kim JH, Kim HY. Accuracy and precision of polyurethane dental arch models fabricated using a three-dimensional subtractive rapid

prototyping method with an intraoral scanning technique. *Korean J Orthod.* 2014 Mar; 44 (2): 69-76. doi: 10.4041/kjod.2014.44.2.69. Epub 2014 Mar 19.

42. Jeong ID, Lee JJ, Jeon JH, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Accuracy of complete-arch model using an intraoral video scanner: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2016 Jun; 115 (6): 755-9. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.11.007. Epub 2016 Jan 13.

43. Anh JW, Park JM, Chun YS, Kim M, Kim M. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: effects of tooth irregularity and scanning direction. *Korean J Orthod.* 2016 Jan; 46 (1): 3-12. doi: 10.4041/kjod.2016.46.1.3. Epub 2016 Jan 25.

44. Vecsei B, Joós-Kovács G, Borbély J, Hermann P. Comparison of the accuracy of direct and indirect three-dimensional digitizing processes for CAD/CAM systems - An in vitro study. *J Prosthodont Res.* 2016 Jul 22. pii: S1883-1958(16)30062-7. doi: 10.1016/j.jpor.2016.07.001. [Epub ahead of print]

45. Birnbaum NS, Aaronson HB. Dental impressions using 3D Digital scanners: virtual becomes reality. *Compend Contin Educ Dent.* 2008 Oct; 29 (8): 494, 496, 498-505.

46. Gherlone E, Mandelli F, Cappare P, Pantaleo G, Traini T, Ferrini F. A 3 years retrospective study of survival for zirconia-based single crowns fabricated from intraoral digital impressions. *J Dent.* 2014 Sep; 42 (9): 1151-5. doi: 10.1016/j.jdent.2014.06.002. Epub 2014 Jun 12.

47. Su TS, Sun J. Comparison of marginal and internal fit of 3-unit ceramic fixed dental prostheses made with either a conventional or digital impression. *J Prosthet Dent.* 2016 Sep; 116 (3): 362-7. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.01.018. Epub 2016 Apr 7.

48. Kocaağaoğlu H, Kılınç HI, Albayrak H. Effect of digital impressions and production protocols on the adaptation of zirconia copings. *J Prosthet Dent.* 2017 Jan; 117 (1): 102-108. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.06.004. Epub 2016 Sep 9.

49. Christensen GJ. Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *J Am Dent Assoc.* 2009 Oct; 140 (10): 1301-4.
50. Bindl A, Mormann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown copings on chamfer preparations. *J Oral Rehabil* 2005; 32 (6): 441-7.
51. Jeon JH, Choi BY, Kim CM, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Three-dimensional evaluation of the repeatability of scanned conventional impressions of prepared teeth generated with white- and blue-light scanners. *J Prosthet Dent.* 2015 Oct; 114 (4): 549-53. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.04.019. Epub 2015 Jul 14.
52. Gassino G, Barone Monfrin S, Scanu M, Spina G, Preti G. Marginal adaptation of fixed prosthodontics: a new in vitro 360-degree external examination procedure. *Int J Prosthodont.* 2004 Mar-Apr; 17(2): 218-23.
53. Tsirogiannis P, Reissmann DR, Heydecke G. Evaluation of the marginal fit of single-unit, complete-coverage ceramic restorations fabricated after digital and conventional impressions: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2016 Sep; 116 (3): 328-335.e2. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.01.028. Epub 2016 Apr 7.
54. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent.* 2010; 38 (7): 553-559. doi: 10.1016/j.jdent.2010.03.015.
55. Nedelcu RG, Persson A. Scanning accuracy and precision in 4 intraoral scanners: An in vitro comparison based on 3-dimensional analysis. *J Prosthet Dent* 2014; 112 (6): 1461-1471.
56. Mahl D, Glenz F, Marinello CP. Digital implant impression taking - an overview. *Swiss Dent J.* 2014; 124 (2): 165-86.
57. <http://www.sirona.es/es/productos/odontologia-digital/restauraciones-con-cerec/?tab=3835>

58. Galhano GA, Pellizzer EP, Mazaro JV. Optical impression systems for CAD-CAM restorations. *J Craniofac Surg.* 2012 Nov; 23 (6): e575-9. doi: 10.1097/SCS.0b013e31826b8043.
59. An S, Kim S, Choi H, Lee JH, Moon HS. Evaluating the marginal fit of zirconia copings with digital impressions with an intraoral digital scanner. *J Prosthet Dent.* 2014 Nov; 112 (5): 1171-5. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.12.024. Epub 2014 Jun 18.
60. Lee JH. Completely digital approach to fabricating a crown under an existing partial removable dental prosthesis by using an intraoral digital scanner in a single appointment. *J Prosthet Dent.* 2016 Jun; 115 (6): 668-71. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.11.021. Epub 2016 Jan 23.
61. Maestre-Ferrín L, Romero-Millán J, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M. Virtual articulator for the analysis of dental occlusion: an update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012; 17 (1): e160–e163. doi: 10.4317/medoral.17147.
62. Delong R, Ko CC, Anderson GC, Hodges JS, Douglas WH. Comparing maximum intercuspal contacts of virtual dental patients and mounted dental casts. *J Prosthet Dent.* 2002 Dec; 88 (6): 622-30.
63. Solabarrieta E, Minguez R, Etaxaniz O, Barrenetxea L. Improving the digital workflow: direct transfer from patient to virtual articulator. *International Journal of Computerized Dentistry,* 2013; 16: 285-292.
64. Solabarrieta E, Mínguez R, Barrenetxea L, Otegi JR, Szentpétery A. Comparison of the accuracy of a 3- dimensional virtual method and the conventional method for transferring the maxillary cast to a virtual articulator. *J Prosthet Dent* 2015; 113 (3): 191–7.
65. <https://www.cerecdoctors.com/>

66. Wittneben JG, Wright RF, Weber HP, Gallucci GO. A systematic review of the clinical performance of CAD/CAM single-tooth restorations. *Int J Prosthodont.* 2009 Sep-Oct; 22 (5): 466-71.
67. <http://solutions.productos3m.es/>
68. Pradíes G, Zarauz C, Valverde A, Ferreiroa A, Martínez-Rus F. Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions based on wavefront sampling technology. *J Dent.* 2015 Feb; 43(2): 201-8. doi: 10.1016/j.jdent.2014.12.007. Epub 2014 Dec 17.
69. <http://www.kavo.com/es/escanear/arctica-autoscan>
70. http://solutions.3m.com.au/wps/portal/3M/en_AU/3M-ESPE-APAC/dental-professionals/products/category/digital-materials/lava-scan-st/
71. http://www.kenpolanddental.co.uk/_pdf/Lava_Scan_St_Scanner.pdf
72. www.mylab24.net
73. www.3shape.com
74. Del Rio Highsmith J, Suarez Rivaya J. Seminario sobre CAD/CAM y sistemas de fresado en prótesis dental. Resumen y Conclusiones. *Rev Int Prot Estomatol.* 2009; 11 (2): 113-118.
75. Romeo M, Martínez Vázquez de Parga JA, Vallejo Pintado J. Introducción a los sistemas CAD/CAM de uso en clínica y laboratorio. *Rev Int Prot Estomatol.* 2005; 7 (5): 524-534.
76. Hehn S. The evolution of a chairside CAD/CAM system for dental restorations. *Compendium.* 2001; 22:4-13.

77. Holst S, Persson A, Wichmann M, Karl M. Digitizing Implant Position Locators on Master Casts: Comparison of a Noncontact Scanner and a Contact-Probe Scanner. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 2012; 27 (1): 29-35.
78. Kokubo Y, Ohkubo C, Tsimita M, Miyashita A, Vult von Steyern P, Fukushima S. Clinical marginal and internal gaps of Procera AllCeram crowns. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2005; 32 (7): 526-530.
79. Zarone F, Sorrentino R, Vaccaro F, Russo S, De Simone G. Retrospective clinical evaluation of 86 Procera AllCeram anterior single crowns on natural and implant-supported abutments. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2005; 7 Suppl 1: 95-103.
80. Geiselhoringer H, Holst S, Bergler M, Gollner M. Prótesis telescópica en dientes o implantes con Procera Overdenture Concept. Las posibilidades de la tecnología CAD/CAM. *Quintessence técnica*. 2008; 19 (10): 528-534.
81. <https://www.nobelbiocare.com>
82. <http://www.maganadentist.com/tech.php>
83. Zafra Vallejo M, Martínez Bravo A, Celemín Viñuela A y Gómez-Polo M. Estado actual de los diferentes sistemas de escaneado para CAD/CAM. *RCOE* 2011; 16 (2): 97-103.
84. Pinilla SM, Barrera GC, Palomino EE, Quijano MA, Pérez DH. Discrepancia marginal de cofias en zirconio elaboradas con dos sistemas CAD/CAM. *Ustasalud* 2009; 8: 9-18.
85. Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *J Prosthodont Res*. 2016 Apr; 60 (2): 72-84. doi: 10.1016/j.jpor.2016.01.003. Epub 2016 Feb 28.
86. <http://www.elseptimoarte.net/>

87. <http://www.clubatleticodemadrid.com/noticias/asi-se-hizo-la-captura-facial-para-el-fifa-14>
88. <http://www.geodronex.com/fotogrametria-uav.html>
89. <https://parpatrimoniotechnology.wordpress.com/category/fotogrametria/page/2/>
90. Pradiés G, Ferreiroa A, Özcan M, Giménez B, Martínez-Rus F. Using stereophotogrammetric technology for obtaining intraoral digital impressions of implants. *J Am Dent Assoc.* 2014 Apr; 145 (4): 338-44. doi: 10.14219/jada.2013.45.
91. Sánchez-Monescillo A, Sanchez-Turrión A, Vellón-Domarco E, Salinas-Goodier C, Prados-Frutos JC. Photogrammetry Impression Technique: A Case History Report. *Int J Prosthodont.* 2016; 29 (1): 71-3.
92. Van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of intraoral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PLoS One.* 2012; 7 (8): e43312. doi: 10.1371/journal.pone.0043312. Epub 2012 Aug 22.
93. Gan N, Xiong Y, Jiao T. Accuracy of intraoral digital impressions for whole upper jaws, including full dentitions and palatal soft tissues. *PLoS One.* 2016 Jul 6; 11 (7): e0158800. doi: 10.1371/journal.pone.0158800. eCollection 2016.
94. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent.* 2013 Feb; 109 (2): 121-8. doi: 10.1016/S0022-3913(13)60028-1.
95. Ender A, Mehl A. In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence Int.* 2015 Jan; 46 (1): 9-17. doi: 10.3290/j.qi.a32244.
96. Vandeweghe S, Vervack V, Dierens M, De Bruyn H. Accuracy of digital impressions of multiple dental implants: an in vitro study. *Clin Oral Implants Res.* 2016 May 6. doi: 10.1111/clr.12853. [Epub ahead of print]

97. Rhee YK, Huh YH, Cho LR, Park CJ. Comparison of intraoral scanning and conventional impression techniques using 3-dimensional superimposition. *J Adv Prosthodont*. 2015 Dec; 7 (6): 460-7. doi: 10.4047/jap.2015.7.6.460. Epub 2015 Dec 30.
98. Andriessen FS, Rijkens DR, van der Meer WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study. *J Prosthet Dent*. 2014 Mar; 111 (3): 186-94. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.07.010. Epub 2013 Nov 8.
99. Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig*. 2014 Jul; 18 (6): 1687-94. doi: 10.1007/s00784-013-1132-y. Epub 2013 Nov 17.
100. <http://www.picdental.com/PICdental%20technical%20data.pdf>
101. https://es.wikipedia.org/wiki/Impresi%C3%B3n_3D
102. Chee Kai Chua, Kai Fai Leong. 3D printing and additive manufacturing: principles and applications. The 4th edition of rapid prototyping: principles and applications. Nanyang Technological University, Singapore. Published by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
103. http://www.tendencias21.net/La-Fabricacion-Aditiva-conduce-a-una-nueva-revolucion-industrial_a8558.html
104. <https://tecnologiasmanufacturaavanzada.wikispaces.com/file/view/prototipado-rapido123.pdf>
105. <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/138289-Fabricacion-aditiva-Que-es-cada-tecnologia.html>
106. Sherman LM. Close-Up on Technology. 3D Printers Lead Growth of Rapid Prototyping. *Plastics Technology*, August 2004.

107. Melchels F, Wiggemhauser PS, Warne D, Barry M, Ong FR, Chong WS, Hutmacher D, Schantz J-T. Biofabrication 3 (3) 034114 doi 10.1088/1758-5082/3/3/034114.
108. Cignoni P, Scopigno R. Sampled 3D models for CH applications: A viable and enabling new medium or just a technological exercise? Association for Computing Machinery (ACM) Journal on Computing and Cultural Heritage, 2008 June; 1 (1): 1. doi:10.1145/1367080.1367082.
109. <http://www.xataka.com/perifericos/estas-son-las-tecnologias-de-impresion-3d-que-hay-sobre-la-mesa-y-lo-que-puedes-esperar-de-ellas>
110. Chen H, Yang X, Chen L, Wang Y, Sun Y. Application of FDM three-dimensional printing technology in the digital manufacture of custom edentulous mandible trays. Sci Rep. 2016 Jan 14; 6: 19207. doi: 10.1038/srep19207.
111. <http://www.additive-3d.es/tecnologias-FDM.html>
112. Asociación Española de Tecnologías de Fabricación Aditiva y 3D, ADDIMAT. <http://www.addimat.es/index-es.html>
113. https://es.wikipedia.org/wiki/Impresi%C3%B3n_3D#Modelado_por_deposici.C3.B3n_de_fundente
114. <http://www.cotec.es>
115. <http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20080013538.pdf>
116. <http://www.nasa.gov/topics/technology/features/ebf3.html>
117. PCB and Embedded GEEK. Category Archives: Final year seminar. Seminar on 3D Printing. Anshu R Manoli. <https://manolianshu.wordpress.com/category/electronics/final-year-seminar/>

118. <http://www.leaderitalia.it/en/implants>
119. Pillot S. Fusion laser sélective de lit de poudres métalliques. Techniques de l'ingénieur, 2016 Feb; BM7900. 7200038811 - universite d'orleans // 194.167.30.120
120. <http://www.phenix-systems.com/en/pxs>
121. <http://hxx.es/2014/12/27/tecnologias-de-impresion-3d-iv-fusion-de-lecho-de-polvo-ebm/>
122. <http://hxx.es/2015/01/17/tecnologias-de-impresion-3d-iv-fusion-de-lecho-de-polvo-slm/>
123. <https://learnengineering.wordpress.com/2016/02/06/electron-beam-machining-ebm/>
124. <http://www.arcam.com/wp-content/uploads/justaddbrochure-web.pdf>
125. <http://www.3dnatives.com>
126. <http://www.directindustry.es/prod/arcam/product-19734-1440489.html>
127. <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso13-14/impresoras3D/SHS.html>
128. <http://blueprinter-powder-3dprinter.co.uk/technology>
129. <http://blueprinterspain.com/>
130. <http://hxx.es/2015/01/07/tecnologias-de-impresion-3d-iv-fusion-de-lecho-de-polvo-sls/>
131. Ibrahim D, Broilo TL, Heitz C, de Oliveira MG, de Oliveira HW, Nobre SM, et al. Dimensional error of selective laser sintering, three-dimensional printing and PolyJet

models in the reproduction of mandibular anatomy. *J Craniomaxillofac Surg.* 2009; 37 (3): 167–173. doi: 10.1016/j.jcms.2008.10.008.

132. <http://www.custompartnet.com/wu/selective-laser-sintering>

133. http://www.zcorp.com/documents/894_3D%20Printing%20White%20Paper%202009_ES.pdf

134. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.es/2013/02/impresion-3d.html>

135. Joo HS, Park SW, Yun KD, Lim HP. Complete-mouth rehabilitation using a 3D printing technique and the CAD/CAM double scanning method: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 2016 Jul; 116 (1): 3-7. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.01.007. Epub 2016 Mar 2.

136. Rayyan MM, Aboushelib M, Sayed NM, Ibrahim A, Jimbo R. Comparison of interim restorations fabricated by CAD/CAM with those fabricated manually. *J Prosthet Dent.* 2015 Sep; 114 (3): 414-9. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.03.007. Epub 2015 May 20.

137. www.hxx.es

138. <https://es.wikipedia.org/wiki/Estereolitograf%C3%ADa>

139. <http://www.aligntech.com/>

140. <http://www.stratasys.com/es/impresoras-3d/technologies/polyjet-technology>

141. Murugesan K, Anandapandian PA, Sharma SK, Vasantha Kumar M. Comparative evaluation of dimension and surface detail accuracy of models produced by three different rapid prototype techniques. *J Indian Prosthodont Soc.* 2012; 12 (1): 16–20. doi: 10.1007/s13191-011-0103-8.

142. <https://www.stratasysdirect.com/solutions/polyjet/>

143. <http://www.comher.com/producto/objet30-orthodesk/>
144. <http://trainingcenter.es/solid-ground-curing-sgc/>
145. <http://hacedores.com/fabricacion-aditiva-o-sustractiva-cual-elegir/>
146. http://www.prensa.com/tecnologia/Fabricacion-aditiva-sustractiva_0_4434306667.html
147. <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/introduccion-a-la-tecnologia-cnc>
148. https://es.wikipedia.org/wiki/Control_num%C3%A9rico
149. Xu XW, Newman ST. Making CNC machine tools more open, interoperable and intelligent—a review of the technologies. *Computers in Industry*, 2006; 57 (2):141–152. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2005.06.002>
150. Thyer GE. *Computer numerical control of machine tools*. 2nd edition, published 1991. Newnes. An imprint of Butterworth-Heinemann Ltd. Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP.
151. Chiou CJ, Lee YS. Swept surface determination for five-axis numerical control machining. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 2002; 42 (14): 1497–1507.
152. <http://www.fagorautomation.com/>
153. <http://cnc-ipm.blogspot.com.es/2009/07/ventajas-y-desventajas.html>
154. <http://www.fabricantes-maquinaria-industrial.es/ventajas-y-desventajas-de-los-tornos-cnc/>

155. Martínez Aneiro F, Sánchez Battaille T, Frías Figueroa G, Pinilla Vázquez A. Comportamiento del acabado superficial de la pieza y el desgaste de la herramienta al fresar aluminio con altas velocidades de corte en fresadoras cnc convencionales. Ingeniería Mecánica [en línea] 2006, 9 (Mayo-Agosto):
[Fecha de consulta: 4 de diciembre de 2016]. Disponible en:
<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225117943001>> ISSN
156. Rodríguez C, et al. "Metodología para la manufactura de implantes craneales a partir de imagenes DICOM y tecnologías CAD/CAM/CNC (1)." Ingeniería y Ciencia, Sept. 2005, p. 53+. Academic OneFile, Accessed 4 Dec. 2016.
157. Chen MC. Optimizing machining economics models of turning operations using the scatter search approach. International Journal of Production Research, 2004; 42 (13): 2611-2625.
158. Zeltner M, Sailer I, Mühlemann S, Özcan M, Hämmerle CH, Benic GI. Randomized controlled within-subject evaluation of digital and conventional workflows for the fabrication of lithium disilicate single crowns. Part III: marginal and internal fit. J Prosthet Dent. 2016 Sep 24. pii: S0022-3913(16)30202-5. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.04.028. [Epub ahead of print]
159. <http://www.bioinnovaciondental.com/productos/cromo-cobalto-sinterizado-y-fresado-sintex/>
160. http://www.phibo.com/img/seccionstxt/307/Catalogo_CADCAM.pdf
161. https://www.eos.info/systems_solutions/metal/systems_equipment/eosint_m280
162. http://www.gfms.com/content/gfac/country_ES/es/Products/Milling/high-speed-milling--hsm-/hsm--high-speed-machining-centers/hsm-400u-lp.html
163. <http://es.dmgmori.com/productos/fresadoras/centros-de-precisi%C3%B3n-high-speed-cutting/hsc/hsc-20-linear#Intro>

164. Lin WS, Chou JC, Metz MJ, Harris BT, Morton D. Use of intraoral digital scanning for a CAD/CAM-fabricated milled bar and superstructure framework for an implant-supported, removable complete dental prosthesis. *J Prosthet Dent.* 2015 Jun; 113 (6): 509-15. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.01.014. Epub 2015 Apr 7.
165. Fasbinder DJ. Digital dentistry: innovation for restorative treatment. *Compend Contin Educ Dent.* 2010; 31 Spec No 4: 2-11; quiz 12.
166. Mehl A, Gloger W, Hickel R. Posibilidades y perspectivas del nuevo sistema de exploración PRECISAN®, para la tecnología CAD/CAM. *Quintessence técnica (ed.esp)* 1999; 10 (8): 454-459.
167. Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen CJ, I. Jung Feng, Carlo Ercoli. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, August 2016; 116 (2): 184-190.e12.
168. Garg AK. Cadent iTero's digital system for dental impressions: the end of trays and putty? *Dent Implantol Update.* 2008 Jan; 19 (1): 1-4.
169. Lee SJ, Gallucci GO. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2013 Jan; 24 (1): 111-5. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02430.x. Epub 2012 Feb 22.
170. Ahrberg D, Lauer HC, Ahrberg M, Weigl P. Evaluation of fit and efficiency of CAD/CAM fabricated all-ceramic restorations based on direct and indirect digitalization: a double-blinded, randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2016 Mar; 20 (2): 291-300. doi: 10.1007/s00784-015-1504-6. Epub 2015 Jun 14.
171. Koenig V, Wulfman CP, Derbanne MA, Dupont NM, Le Goff SO, Tang ME, Seidel L, Dewael TY, Vanheusden AJ, Mainjot AK. Aging of monolithic zirconia dental prostheses: Protocol for a 5-year prospective clinical study using ex vivo analyses. *Contemporary Clinical Trials Communications* 2016; 4: 25-32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conctc.2016.06.001>

172. Benic GI, Mühlemann S, Fehmer V, Hämmerle CH, Sailer I. Randomized controlled within-subject evaluation of digital and conventional workflows for the fabrication of lithium disilicate single crowns. Part I: digital versus conventional unilateral impressions. *J Prosthet Dent.* 2016 Nov; 116 (5): 777-782. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.05.007. Epub 2016 Jul 25.
173. Burhardt L, Livas C, Kerdijk W, van der Meer WJ, Ren Y. Treatment comfort, time perception, and preference for conventional and digital impression techniques: A comparative study in young patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016 Aug; 150 (2): 261-7. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.12.027.
174. Grünheid T, McCarthy SD, Larson BE. Clinical use of a direct chairside oral scanner: an assessment of accuracy, time, and patient acceptance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014 Nov; 146 (5): 673-82. doi: 10.1016/j.ajodo.2014.07.023. Epub 2014 Oct 28
175. Christensen GJ. Will digital impressions eliminate the current problems with conventional impressions? *J Am Dent Assoc* 2008; 139 (6): 761-763.
176. Tsirogiannis P, Neophytou S, Reul A, Heydecke G, Reissmann DR. Can we measure patients' perception during dental impressions? The Burdens in Dental Impression-Making Questionnaire - BiDIM-Q. *J Prosthodont Res.* 2016 Mar 31. pii: S1883-1958(16)30002-0. doi: 10.1016/j.jpor.2016.03.003. [Epub ahead of print]
177. Schepke U, Meijer HJ, Kerdijk W, Cune MS. Digital versus analog complete-arch impressions for single-unit premolar implant crowns: Operating time and patient preference. *J Prosthet Dent.* 2015 Sep; 114 (3): 403-6.e1. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.04.003. Epub 2015 Jun 2.
178. Aragón ML, Pontes LF, Bichara LM, Flores-Mir C, Normando D. Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2016 Aug; 38(4): 429-34. doi: 10.1093/ejo/cjw033. Epub 2016 Jun 7. Review.

179. Patzelt SB, Lamprinos C, Stampf S, Att W. The time efficiency of intraoral scanners: an in vitro comparative study. *J Am Dent Assoc.* 2014 Jun; 145 (6): 542-51. doi: 10.14219/jada.2014.23.
180. Lee SJ, Macarthur RX 4th, Gallucci GO. An evaluation of student and clinician perception of digital and conventional implant impressions. *J Prosthet Dent.* 2013 Nov; 110 (5): 420-3. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.06.012. Epub 2013 Aug 30.
181. Wismeijer D, Mans R, van Genuchten M, Reijers HA. Patients' preferences when comparing analogue implant impressions using a polyether impression material versus digital impressions (Intraoral Scan) of dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2014 Oct; 25 (10): 1113-8. doi: 10.1111/clr.12234. Epub 2013 Aug 14.
182. Baroudi K, Ibraheem SN. Assessment of Chair-side Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing Restorations: A Review of the Literature. *J Int Oral Health.* 2015 Apr; 7 (4): 96-104.
183. Andreiotelli M, Kamposiora P, Papavasiliou G. Digital data management for CAD/CAM technology. An update of current systems. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2013 Mar; 21(1):9-15.
184. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradíes G. Accuracy of a digital impression system based on active wavefront sampling technology for implants considering operator experience, implant angulation, and depth. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015 Jan; 17 Suppl 1:e54-64. doi: 10.1111/cid.12124. Epub 2013 Jul 24.
185. Boeddinghaus M, Breloer ES, Rehmann P, Wöstmann B. Accuracy of single-tooth restorations based on intraoral digital and conventional impressions in patients. *Clin Oral Investig.* 2015 Nov; 19 (8): 2027-34. doi: 10.1007/s00784-015-1430-7. Epub 2015 Feb 20.
186. El Kerdani T, Nimmo A. Integrating conventional and CAD/CAM digital techniques for establishing canine protected articulation: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 2016 May; 115 (5): 515-9. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.08.028. Epub 2016 Jan 7.

187. Lee WS, Park JK, Kim JH, Kim HY, Kim WC, Yu CH. New approach to accuracy verification of 3D surface models: An analysis of point cloud coordinates. *Journal of Prosthodontic Research*, 2016; 60 (2): 98-105.
188. Kim JH, Kim KB, Kim SH, Kim WC, Kim HY, Kim JH. Quantitative evaluation of common errors in digital impression obtained by using an LED blue light in-office CAD/CAM system. *Quintessence Int.* 2015 May; 46 (5): 401-7. doi: 10.3290/j.qi.a33685.
189. Kuhn K, Ostertag S, Ostertag M, Walter MH, Luthardt RG, Rudolph H. Comparison of an analog and digital quantitative and qualitative analysis for the fit of dental copings. *Comput Biol Med.* 2015 Feb; 57: 32-41. doi: 10.1016/j.combiomed.2014.11.017. Epub 2014 Dec 9.
190. Kokubo Y, Ohkubo C, Tsumita M, Miyashita A, Vult von Steyern P, Fukushima S. Clinical marginal and internal gaps of Procera AllCeram crowns. *J Oral Rehabil* 2005; 32 (7): 526-30.
191. Naert I, Van Der Donck A, Beckers L. Precision of fit and clinical evaluation of all-ceramic full restorations followed between 0.5 and 5 years. *J Oral Rehabil.* 2005 Jan; 32 (1): 51-7.
192. Sun-Hee P, Kyu-Bok L. *J Kor Acad Prosthodont* 2008; 43 (3): 269-279.
193. Kosyfaki P, Pinilla Martín MP, Strub JR. Relationship between crowns and the periodontium: a literature update. *Quintessence Int.* 2010 Feb; 41 (2): 109-26.
194. de Araújo Nobre M, Mano Azul A, Rocha E, Maló P. Risk factors of peri-implant pathology. *Eur J Oral Sci.* 2015 Jun; 123 (3): 131-9. doi: 10.1111/eos.12185. Epub 2015 Apr 20.
195. Nascimento Cd, Ikeda LN, Pita MS, Pedroso e Silva RC, Pedrazzi V, Albuquerque RF, Ribeiro RF. Marginal fit and microbial leakage along the implant-abutment interface of fixed partial prostheses: An in vitro analysis using Checkerboard

DNA-DNA hybridization. *J Prosthet Dent.* 2015 Dec; 114 (6): 831-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.05.009. Epub 2015 Sep 8.

196. El-Dessouky RA, Salama MM, Shakal MA, Korsel AM. Marginal adaptation of CAD/CAM zirconia-based crown during fabrications steps. *Tanta Dental Journal*, 2015; 12: 81-88.

197. Park JK, Kim HY, Kim WC, Kim JH. Evaluation of the fit of metal ceramic restorations fabricated with a pre-sintered soft alloy. *J Prosthet Dent.* 2016 Dec; 116 (6): 909-915. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.03.024. Epub 2016 Jul 14.

198. Valderhaug J, Birkeland JM. Periodontal conditions in patients 5 years following insertion of fixed prostheses. Pocket depth and loss of attachment. *J Oral Rehabil* 1976; 3 (3): 237-43.

199. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2015 Oct; 114 (4): 587-93. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.04.016. Epub 2015 Jul 2.

200. Chen CJ, Papaspyridakos P, Guze K, Singh M, Weber HP, Gallucci GO. Effect of misfit of cement-retained implant single crowns on crestal bone changes. *Int J Prosthodont.* 2013 Mar-Apr; 26 (2) :135-7. doi: 10.11607/ijp.3137.

201. Valderhaug J, Heloe LA. Oral hygiene in a group of supervised patients with fixed prostheses. *J Periodontol* 1977; 48 (4): 221-4.

202. Blackman R, Baez R, Barghi N. Marginal accuracy and geometry of cast titanium copings. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 1992; 67 (4): 435-440.

203. Christensen GJ. Marginal fit of gold inlay castings. *J Prosthet Dent.* 1966 Mar-Apr; 16 (2): 297-305.

204. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of margin fit. *J Prosthet Dent* 1989; 62 (4): 405-8.

205. Cogolludo P, Suárez M, Serrano B, Lozano J. Influencia de la técnica de colado en el ajuste marginal de restauraciones en prótesis fija. *Rev. Int. Prót. Estomat. Ed. Hispanoamericana*. 2009; 11 (1): 17-21.
206. Milan F, Consani S, Sobrhino L, Sinhoretti M, Sousa-Neto M, Knowles J. Influence of casting methods on marginal and internal discrepancies of complete cast crowns. *Braz Dent J*, 2004; 15 (2): 127-132.
207. Goodacre CJ, Garbacea A, Naylor WP, Daher T, Marchack CB, Lowry J. CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. *J Prosthet Dent*. 2012; 107 (1): 34–46. doi: 10.1016/S0022-3913(12)60015-8.
208. Ting-Shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *J Prosthodont*. 2015 Jun; 24 (4): 313-21. doi: 10.1111/jopr.12218. Epub 2014 Sep 14.
209. Bidra AS, Taylor TD, Agar JR. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: systematic review of historical background, current status, and future perspectives. *J Prosthet Dent*. 2013; 109 (6): 361–366. doi: 10.1016/S0022-3913(13)60318-2.
210. Selz CF, Bogler J, Vach K, Strub JR, Guess PC. Veneered anatomically designed zirconia FDPs resulting from digital intraoral scans: Preliminary results of a prospective clinical study. *J Dent*. 2015 Dec; 43 (12): 1428-35. doi: 10.1016/j.jdent.2015.10.017. Epub 2015 Oct 30.
211. Harder S, Kern M. Survival and complications of computer aided design and computer aided manufacturing vs. conventionally fabricated implant-supported reconstructions: a systematic review. *Clin. Oral Implants Res*. 2009 Sep; 20 Suppl 4:48-54. doi: 10.1111/j.1600-0501.2009.01778.x.

212. Re D, Cerutti F, Augusti G, Cerutti A, Augusti D. Comparison of marginal fit of Lava CAD/CAM crown-copings with two finish lines. *Int J Esthet Dent*. 2014; 9 (3): 426-35.
213. Abduo J, Lyons K, Bennani V, Waddell N, Swain M. Fit of screw-retained fixed implant frameworks fabricated by different methods: a systematic review. *Int J Prosthodont*. 2011; 24 (3): 207–220.
214. Shillingburg H, Jacobi R, Brackett S. Principios básicos en las preparaciones dentarias para restauraciones de metal colado y de cerámica. Ed. Quintessence S. L. Barcelona, 2000.
215. Park JM. Comparative analysis on reproducibility among 5 intraoral scanners: sectional analysis according to restoration type and preparation outline form. *J Adv Prosthodont*. 2016 Oct; 8 (5): 354-362.
216. <http://www.frasaco.de/es/productos.html>
217. Shin Y, Park S, Park JW, Kim KM, Park YB, Roh BD. Evaluation of the marginal and internal discrepancies of CAD-CAM endocrowns with different cavity depths: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2017 Jan; 117 (1): 109-115. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.03.025. Epub 2016 Jul 25.
218. Scotti R, Cardelli P, Baldissara P, Monaco C. Clinical fitting of CAD/CAM zirconia single crowns generated from digital intraoral impressions based on active wavefront sampling. *J Dent*. 2011 Oct 17. [Epub ahead of print] doi:10.1016/j.jdent.2011.10.005
219. Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. *J Prosthet Dent* 1990; 64 (1): 18-24.
220. Nawafleh NA, Mack F, Evans J, Mackay J, Hatamleh MM. Accuracy and reliability of methods to measure marginal adaptation of crowns and FDPs: a literature

review. *J Prosthodont*. 2013 Jul; 22 (5): 419-28. doi: 10.1111/jopr.12006. Epub 2013 Jan 4.

221. Ushiwata O, Vieira J. Method for marginal measurements of restorations: accessory device for toolmakers microscope. *J Prosthet Dent* 2000; 83 (3): 362-5.

222. Morris HF. Department of veterans affairs cooperative studies project No. 242. Quantitative and qualitative evaluation of the marginal fit of cast ceramic, porcelain-shoulder, and cast metal full crown margins. Participants of CSP No. 147/242. *J Prosthet Dent*. 1992 Feb; 67 (2): 198-204.

223. Boeckler AF, Stadler A, Setz JM. The significance of marginal gap and overextension measurement in the evaluation of the fit of complete crowns. *J Contemp Dent Pract*. 2005 Nov 15; 6 (4): 26-37.

224. Assif D, Antopolski B, Helft M, Kaffe I. Comparison of methods of clinical evaluation of the marginal fit of complete cast gold crowns. *J Prosthet Dent*. 1985; 54 (1): 20-24.

225. Romeo M. Estudio comparativo de ajustes en prótesis fija cerámica entre sistemas CAD/CAM e inyectado. [Tesis Doctoral]. Madrid: Facultad de Odontología, Universidad Complutense de Madrid; 2010.

226. Riedy S, Lang BR, Lang BE. Fit of implant frameworks fabricated by different techniques. *J Prosthet Dent*. 1997 Dec; 78 (6): 596–604.

227. Assif D, Antopolski B, Helft M, Kaffe I. Comparison of methods of clinical evaluation of the marginal fit of complete cast gold crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 1985; 54 (1): 20-24.

228. Helft M, Pilo R, Cardash HS, Baharav H. Reliability of ratings in evaluation of crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 1987; 58 (5): 647-649.

229. Chapokas AR, Ahmad OK. The Use of Dental Radiographs in Evaluation of Prosthetic Margins – Tooth - Supported Fixed Prostheses. American College of Prosthodontists, 2016.
230. Calesini G, Micarelli C, Fabianelli A, Papacchini F. The evaluation of marginal gap with and without optical aids: clinicians versus technicians. *Int J Prosthodont.* 2014; 27: 161-164. Doi:10.11607/ijp.3649
231. Abduo J, Bennani V, Waddell N, Lyons K, Swain M. Assessing the fit of implant fixed prostheses: a critical review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010 May-Jun; 25 (3): 506-15.
232. Lombardía T, Álvarez A, Casado JR y cols. Valoración de la discrepancia marginal en coronas de recubrimiento total. *Archivos de odontología* 1990; 6: 397-402.
233. Sahin S, Çehreli MC. The significance of passive framework fit in implant prosthodontics: current status. *Implant Dent.* 2001; 10 (2): 85–92.
234. Weyns W, De Boever J. Radiographic assessment of the marginal fit of cast restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 1984; 51 (4): 485-489.
235. Kan J, Rungcharassaeng K, Bohsali K, Goodacre CJ, Lang BR. Clinical methods for evaluating implant framework fit. *J Prosthet Dent.* 1999 Jan; 81 (1): 7-13.
236. Katsoulis J, Mericske-Stern R, Rotkina L, Zbären C, Enkling N, Blatz MB. Precision of fit of implant-supported screw-retained 10-unit computer-aided-designed and computer-aided-manufactured frameworks made from zirconium dioxide. *Clin Oral Implants Res.* 2014 Feb; 25 (2): 165-74.
237. Lin KC, Wadhvani CP, Sharma A, Finzen F. A radiograph positioning technique to evaluate prosthetic misfit and bone loss around implants. *J Prosthet Dent.* 2014 Feb; 111 (2): 163-5. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.06.016. Epub 2013 Nov 14.

238. Schaefer O, Watts DC, Sigusch BW, Kuepper H, Guentsch Arndt. Marginal and internal fit of pressed lithium disilicate partial crowns in vitro: A three-dimensional analysis of accuracy and reproducibility. *Dental Materials* 2012; 8 (3): 320-6.
239. Kokubo Y, Tsumita M, Kano T, Sakurai S, Fukushima S. Clinical marginal and internal gaps of zirconia all-ceramic crowns. *Journal of Prosthodontic Research*, 2011; 55 (1): 40-3.
240. Han HS, Yang HS, Lim HP, Park YJ. Marginal accuracy and internal fit of machine-milled and cast titanium crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2011; 106 (3): 191-7.
241. Jahangiri L, Estafan D. A method of verifying and improving internal fit of all-ceramic restorations. *J Prosthet Dent*. 2006 Jan; 95 (1): 82-3.
242. Quante K, Ludwig K, Kern M. Marginal and internal fit of metal-ceramic crowns fabricated with a new laser melting technology. *Dent Mater*. 2008 Oct; 24 (10): 1311-5. doi: 10.1016/j.dental.2008.02.011. Epub 2008 Apr 1.
243. Ucar Y, Akova T, Akyil MS, Brantley WA. Internal fit evaluation of crowns prepared using a new dental crown fabrication technique: Laser-sintered Co-Cr crowns. *J Prosthet Dent* 2009; 102 (4): 253-259. doi: 10.1016/S0022-3913(09)60165-7.
244. Lee KB, Park CW, Kim KH, Kwon TY. Marginal and internal fit of all-ceramic crowns fabricated with two different CAD/CAM systems. *Dent Mater J*. 2008 May; 27 (3): 422-6.
245. May KB, Russell MM, Razzoog ME, Lang BR. Precision of fit: The Procera AllCeram crown. *J Prosthet Dent* 1998; 80 (4): 394-404.
246. Chandrashekar S, Savadi, RC, Dayalan M, Reddy GT. A comparative evaluation of the marginal adaptation of zirconium coping and nickel-chromium coping using shoulder finish line design: an invitro study. *J Indian Prosthodont Soc*, 2012 Dec; 12 (4): 248-51. doi: 10.1007/s13191-012-0175-0. Epub 2012 Sep 30.

247. Bindl A, Mörmann WH. Clinical and SEM evaluation of all-ceramic chair-side CAD/CAM generated partial crowns. *Eur J Oral Sci.* 2003; 111: 163-169.
248. Pilathadka S, Slezák R, Vahaloá D, Kudiyirickal MG, Sukumar S. Influence of different luting agents on the marginal discrepancy of Procera Allceram alumina crown copings--an experimental study. *Acta Medica (Hradec Kralove)*, 2008; 51(1): 13-8.
249. Reich S, Gozdowski S, Trentzsch L, Frankenberger R, Lohbauer U. Marginal fit of heat-pressed vs. CAD/CAM processed all-ceramic onlays using a milling unit prototype. *Oper Dent.* 2008; 33(6): 644-50. doi: 10.2341/07-162.
250. de França DG, Morais MH, das Neves FD, Barbosa GA. Influence of CAD/CAM on the fit accuracy of implant-supported zirconia and cobalt-chromium fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent.* 2015 Jan; 113 (1): 22-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.07.010. Epub 2014 Sep 30.
251. Subasi G, Ozturk N, Inan O, Bozogullari N. Evaluation of marginal fit of two all-ceramic copings with two finish lines. *Eur J Dent.* 2012 Apr; 6 (2): 163–168.
252. Shaikh SA, Chandra PK, Lekha K, Rao M, Taneja P. A comparative evaluation of marginal and internal adaptation of complete cast coping fabricated using different pattern materials-an in vitro study. *Annals of Dental Specialty*, 2014; 2 (4):118-123.
253. Rungruanganunt P, Kelly RJ, Adams DJ. Two imaging techniques for 3-D quantification of pre-cementation space for CAD/CAM crowns. *J Dent.* 2010; 38 (12): 995-1000. doi: 10.1016/j.jdent.2010.08.015. Epub 2010 Aug 27.
254. Abdel-Azim T, Rogers K, Elathamna E, Zandinejad A, Metz M, Morton D. Comparison of the marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated with CAD/CAM technology by using conventional impressions and two intraoral digital scanners. *J Prosthet Dent.* 2015 Oct; 114 (4): 554-9. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.04.001. Epub 2015 Jun 20.

255. Berrendero S, Salido MP, Valverde A, Ferreiroa A, Pradiés G. Influence of conventional and digital intraoral impressions on the fit of CAD/CAM-fabricated all-ceramic crowns. *Clin Oral Investig*. 2016 Dec; 20 (9): 2403-2410. Epub 2016 Jan 23.
256. Lins L, Bemfica V, Queiroz C, Canabarro A. In vitro evaluation of the internal and marginal misfit of CAD/CAM zirconia copings. *J Prosthet Dent*. 2015; 113 (3): 205-11. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.09.010. Epub 2014 Nov 25.
257. https://www.leica-microsystems.com/fileadmin/downloads/Leica%20DMS1000/Application%20Notes/Industry_Telecentricity_ES.pdf
258. OETT. Introducción a la óptica telecéntrica: información básica y principios de funcionamiento. <http://www.opto-engineering.es/resources/telecentric-lenses-tutorial> Opto Engineering Copyright © 2015
259. Klein C, Buttermore W, Doppler M. Using telecentric optical systems to optimize forensic image accuracy and reproducibility – How to eliminate hidden errors in forensics. Leica Science Lab, July 2015.
260. Gislao MJ, Smith C: Webinar: How more accurate and reproducible measurements can be made through "Telecentricity". Leica Science Lab, June 2013.
261. <https://www.vst.co.jp/sp/products/machinevision/lenses/telecetric-lenses/>
262. http://www.tecnicaenlaboratorios.com/Nikon/Info_telecentrico.htm
263. Gómez González E. Fundamentos y aplicaciones de tecnologías ópticas de imagen. <http://laplace.us.es/campos/optica/tema5/opt-tema5-0809.pdf>
264. <https://www.vst.co.jp/sp/products/machinevision/lenses/telecetric-lenses/>
265. Yeo IS, Yang JH, Lee JB. In vitro marginal fit of three all ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 2003; 90 (5): 459-46.

266. Shembesh M, Ali A, Finkelman M, Weber HP, Zandparsa R. An In Vitro Comparison of the Marginal Adaptation Accuracy of CAD/CAM Restorations Using Different Impression Systems. *J Prosthodont*. 2016 Feb 8. doi: 10.1111/jopr.12446. [Epub ahead of print]
267. Mously HA, Finkelman M, Zandparsa R, Hirayama H. Marginal and internal adaptation of ceramic crown restorations fabricated with CAD/CAM technology and the heat-press technique. *Journal of Prosthetic Dentistry*, August 2014; 112 (2): 249–256.
268. Rajan BN, Jayaraman S, Kandhasamy B, Rajakumaran I. Evaluation of marginal fit and internal adaptation of zirconia copings fabricated by two CAD - CAM systems: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc* 2015; 15: 173-8.
269. Groten M, Axmann D, Pröbster L, Weber H. Determination of the minimum number of marginal gap measurements required for practical in vitro testing. *J Prosthet Dent* 2000 Jan; 83 (1): 40-9.
270. IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics v 22.0 for Windows; Armonk. NY. USA.
271. Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. *Applied Statistics for the Behavioral Sciences*. 5th ed. Boston: Houghton Mifflin; 2003.
272. Kim JH, Jeong JH, Lee JH, Cho HW. Fit of lithium disilicate crowns fabricated from conventional and digital impressions assessed with micro-CT. *J Prosthet Dent*. 2016 Oct; 116 (4): 551-557. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.03.028. Epub 2016 Jul 14.
273. Zhang F, Suh KJ, Lee KM. Validity of Intraoral Scans Compared with Plaster Models: An In-Vivo Comparison of Dental Measurements and 3D Surface Analysis. *PLoS One*. 2016 Jun 15; 11 (6): e0157713. doi: 10.1371/journal.pone.0157713. eCollection 2016.

274. Matsuda T, Goto T, Kurahashi K, Kashiwabara T, Watanabe M, Tomotake Y, Nagao K, Ichikawa T. Digital assessment of preliminary impression accuracy for edentulous jaws: Comparisons of 3-dimensional surfaces between study and working casts. *J Prosthodont Res.* 2016 Jul; 60 (3): 206-12. doi: 10.1016/j.jpor.2015.12.007. Epub 2016 Jan 26.
275. Wiranto MG, Engelbrecht WP, Tutein Nolthenius HE, van der Meer WJ, Ren Y. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013 Jan; 143 (1): 140-7. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.06.018.
276. Goracci C, Franchi L, Vichi A, Ferrari M. Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral scanners for full-arch impressions: a systematic review of the clinical evidence. *Eur J Orthod.* 2016 Aug; 38 (4): 422-8. doi: 10.1093/ejo/cjv077. Epub 2015 Oct 20. Review.
277. Jacob HB, Wyatt GD, Buschang PH. *Progress in Orthodontics*, 2015; 16:38. DOI 10.1186/s40510-015-0108-7
278. Huang Z, Wang XZ, Hou YZ. Novel method of fabricating individual trays for maxillectomy patients by computer-aided design and rapid prototyping. *J Prosthodont.* 2015 Feb; 24 (2): 115-20. doi: 10.1111/jopr.12183. Epub 2014 Jun 27.
279. Lee SJ, Betensky RA, Gianneschy GE, Gallucci GO. Accuracy of digital vs. conventional implant impressions. *Clin Oral Implants Res.* 2015 June; 26 (6): 715–719. doi:10.1111/clr.12375.
280. Flügge TV, Att W, Metzger MC, Nelson K. Precision of Dental Implant Digitization Using Intraoral Scanners. *Int J Prosthodont.* 2016 May-Jun; 29 (3): 277-83. doi: 10.11607/ijp.4417.
281. Moreno A, Giménez B, Özcan M, Pradies G. A clinical protocol for intraoral digital impression of screw-retained CAD/CAM framework on multiple implants based

on wavefront sampling technology. *Implant Dent.* 2013 Aug; 22 (4): 320-5. doi: 10.1097/ID.0b013e3182980fe9.

282. Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig.* 2014 Jul; 18 (6): 1687-94. doi: 10.1007/s00784-013-1132-y. Epub 2013 Nov 17.

283. Quaas S, Rudolph H, Luthardt RG. Direct mechanical data acquisition of dental impressions for the manufacturing of CAD/CAM restorations. *J Dent.* 2007 Dec; 35 (12): 903-8.

284. Flügge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2013; 114 (3): 471-8.

285. Luthardt RG, Loos R, Quaas S. Accuracy of intraoral data acquisition in comparison to the conventional impression. *Int J Comput Dent.* 2005 Oct; 8 (4): 283-94.

286. Serag M, Nassar TA, Avondoglio D, Weiner S. A Comparative Study of the Accuracy of Dies Made from Digital Intraoral Scanning vs. Elastic Impressions: An In Vitro Study. *J Prosthodont.* 2016 May 5. doi: 10.1111/jopr.12481. [Epub ahead of print]

287. Ender A, Mehl A. Full arch scans: conventional versus digital impressions--an in-vitro study. *Int J Comput Dent.* 2011; 14 (1): 11-21.

288. Anadioti E, Aquilino SA, Gratton DG, Holloway JA, Denry I, Thomas GW, Qian F. 3D and 2D marginal fit of pressed and CAD/CAM lithium disilicate crowns made from digital and conventional impressions. *J Prosthodont.* 2014 Dec; 23 (8): 610-7. doi: 10.1111/jopr.12180. Epub 2014 Jul 3.

289. Anadioti E, Aquilino SA, Gratton DG, Holloway JA, Denry IL, Thomas GW, Qian F. Internal fit of pressed and computer-aided design/computer-aided

manufacturing ceramic crowns made from digital and conventional impressions. *J Prosthet Dent.* 2015 Apr; 113 (4): 304-9. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.09.015.

290. Jeon JH, Kim HY, Kim JH, Kim WC. Accuracy of 3D white light scanning of abutment teeth impressions: evaluation of trueness and precision. *J Adv Prosthodont* 2014; 6: 468-73.

291. Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Investig.* 2013 Sep; 17 (7): 1759-64. doi: 10.1007/s00784-012-0864-4. Epub 2012 Oct 21.

292. Güth JF, Edelhoff D, Schweiger J, Keul C. A new method for the evaluation of the accuracy of full-arch digital impressions in vitro. *Clin Oral Investig.* 2016 Sep; 20(7): 1487-94. doi: 10.1007/s00784-015-1626-x. Epub 2015 Oct 10.

293. Güth JF, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayer M, Edelhoff D, Keul C. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. *Clin Oral Investig.* 2016 Jul 12. [Epub ahead of print]

294. Patzelt SB, Bishti S, Stampf S, Att W. Accuracy of computer-aided design/computer-aided manufacturing-generated dental casts based on intraoral scanner data. *J Am Dent Assoc.* 2014 Nov; 145 (11): 1133-40. doi: 10.14219/jada.2014.87.

295. Vandeweghe S, Vervack V, Vanhove C, Dierens M, Jimbo R, De Bruyn H. Accuracy of optical dental digitizers: an in vitro study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2015 Jan-Feb; 35 (1): 115-21. doi: 10.11607/prd.2185.

296. Ender A, Mehl A. Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems. *Int J Comput Dent.* 2013; 16 (1): 11-21.

297. Van Noort R. The future of dental devices is digital. *Dent Mater.* 2012 Jan; 28 (1): 3-12. doi: 10.1016/j.dental.2011.10.014. Epub 2011 Nov 26.

298. Güth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig*. 2013 May; 17(4): 1201-8. doi: 10.1007/s00784-012-0795-0. Epub 2012 Jul 31.
299. Ueda K, Beuer F, Stimmelmayer M, Erdelt K, Keul C, Güth JF. Fit of 4-unit FDPs from CoCr and zirconia after conventional and digital impressions. *Clin Oral Investig*. 2016 Mar; 20 (2): 283-9. doi: 10.1007/s00784-015-1513-5. Epub 2015 Jun 30.
300. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. *J Prosthodont*. 2016 Aug 2. doi: 10.1111/jopr.12527. [Epub ahead of print]

11. ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Imagen izquierda representando poca precisión y gran exactitud, e imagen derecha representando gran precisión y poca exactitud.</i>	18
Figura 2. <i>Esquema de los tipos de escáner CAD/CAM en odontología.</i>	20
Figura 3. <i>Toma de impresión con sistema Cerec AC bluecam[®] 57, 58.</i>	22
Figura 4. <i>Sistema Cerec AC Omnicam[®] 57.</i>	22
Figura 5. <i>Imagen del articulador virtual de Cerec[®] 65.</i>	23
Figura 6. <i>Sistema Cerec AC bluecam[®] con unidad de fresado Cerec MC[®] 57.</i>	23
Figura 7. <i>Sistema LavaTM-C.O.S. 67.</i>	25
Figura 8. <i>Captador del sistema LavaTM-C.O.S. en detalle.</i>	26
Figura 9. <i>Imagen del escáner LavaTM-Scan ST 70.</i>	28
Figura 10. <i>Método de triangulación empelado en el escáner LavaTM-Scan ST para la digitalización y reconstrucción tridimensional del modelo 71.</i>	29
Figura 11. <i>Evolución del escáner de laboratorio 3shape desde la serie D500[®] a la serie D700[®] 72.</i>	31
Figura 12. <i>La imagen izquierda muestra un primer escaneado incompleto y la imagen derecha el escaneado completo tras el movimiento del sistema de ejes 73.</i>	31
Figura 13 y Figura 14. <i>Imágenes del escáner Procera optical scanner[®] 81.</i>	32
Figura 15. <i>Escáner táctil Nobel Procera Forte[®] 82.</i>	33
Figura 16. <i>Imagen en detalle de la varilla y la bola de zafiro 84.</i>	34
Figura 17 y Figura 18. <i>Aplicación de la fotogrametría en la industria del cine y los videojuegos 86, 87.</i>	35
Figura 19. <i>Aplicación de la fotogrametría en la cartografía 88.</i>	36
Figura 20. <i>Aplicación de la fotogrametría en las ciencias forenses 89.</i>	36
Figura 21 y Figura 22. <i>Imágenes del sistema Pic Dental[®] (Pic Camera[®] y Pic Abutments[®]).</i>	37
Figura 23. <i>Imágenes cedidas por el título propio especialista en implanto-prótesis UCM.</i>	37
Figura 24. <i>Esquema de tipos de sistemas CAM en la industria.</i>	39
Figura 25. <i>Fases del procedimiento de fabricación mediante impresora 3D.</i>	40
Figura 26. <i>Modelo de funcionamiento de la tecnología FDM 111.</i>	42
Figura 27. <i>Imágenes de recreación 3D una cubeta individual (izquierda) y una vez fabricada por tecnología FDM con ácido poliláctico (derecha) 110.</i>	42

Figura 28. <i>Imagen virtual de la cubeta individual con software Geomagic® 2012 (izquierda) e imagen del espaciado generado para el material de impresión con Imageware® 13.0</i> ¹¹⁰	43
Figura 29. <i>Modelo de funcionamiento de la tecnología EBF</i> ¹¹⁷	44
Figura 30. <i>Modelo de funcionamiento de la tecnología DMLS</i> ¹¹¹	45
Figura 31, Figura 32, Figura 33 y Figura 34. <i>Imagen de DMLS para fabricación de implantes dentales Leader Tixos® mediante la impresora 3D EOSINT M 270®</i> ¹¹⁸	46
Figura 35. <i>Imagen de la impresora 3D Phenix ProX® DMP 100 utilizada para la sinterización de cofias de este estudio</i> ¹²⁰	47
Figura 36. <i>Modelo de funcionamiento de la tecnología EBM</i> ¹²⁴	48
Figura 37 y Figura 38. <i>Impresora 3D modelo Arcam Q20 utilizada en la industria aeronáutica (izquierda) y su cámara de construcción (derecha)</i> ^{124, 126}	48
Figura 39. <i>Representación del funcionamiento de la tecnología SHS con la impresora 3D danesa Blueprinter® que comercializa en España la empresa Tr3sDland®</i> ¹²⁹	49
Figura 40. <i>Modelo de funcionamiento de la tecnología SLS</i> ¹³²	50
Figura 41, Figura 42 y Figura 43. <i>El aglutinante solidifica el polvo (imagen izquierda), el infiltrante va eliminando los huecos sin rellenar de la matriz (imagen central) y termina sellándola (imagen derecha)</i> ¹³³	52
Figura 44. <i>Modelo de funcionamiento de la tecnología DSPC o proyección aglutinante</i> ¹³⁴	52
Figura 45. <i>Modelo de funcionamiento de la tecnología LOM</i> ¹¹⁷ , donde: 1) Suministro de láminas; 2) Rodillo calentado; 3) Rayo láser; 4) Prisma de escaneado; 5) Unidad láser; 6) Capas; 7) Plataforma móvil; 8) Desechos.	53
Figura 46. <i>Modelo de funcionamiento de la tecnología SLA</i> ¹¹¹	55
Figura 47. <i>Alineador utilizado en ortodoncia fabricado con estereolitografía</i> ¹³⁹	56
Figura 48. <i>Modelo de funcionamiento de la tecnología SGC</i> ¹⁴⁴	58
Figura 49. <i>Programa de una máquina CNC</i> ¹⁴⁷	60
Figura 50. <i>Imagen de la máquina CNC Fresadora 8065 M de 5 ejes de la marca Fagor®</i> ¹⁵²	62
Figura 51 y Figura 52. <i>Máquinas híbridas industriales DMG-Mori Seiki Lasertech 65 3D (imagen izquierda) y Mazak Integrex i-400AM (imagen derecha)</i> ¹⁰⁵	64
Figura 53. <i>Imagen de estructuras metálicas de Cr-Co para coronas implantosoportadas atornilladas con tecnología híbrida Sintex® de la empresa Bioinnovación Dental®</i> ¹⁵⁹	65

Figura 54. Imagen de estructura metálica de Cr-Co para rehabilitación sobre implantes de hexágono externo con tecnología híbrida patentada Adhoc [®] de la casa comercial Phibo [®] ¹⁶⁰	65
Figura 55. Imágenes de la máquina de sinterización láser EOSINT M 280 [®] ¹⁶¹	66
Figura 56 y Figura 57. Imágenes de las máquinas de precisión de 5 ejes Mikron MILL S 400 U [®] (izquierda) ¹⁶² y DMG-MORI HSC 20 linear [®] (derecha) ¹⁶³	66
Figura 58. Diagrama del flujo de trabajo con escáner intraoral indirecto.	69
Figura 59. Diagrama del flujo de trabajo con escáner intraoral directo.....	70
Figura 60. Diagrama del flujo de trabajo con escáner extraoral (de laboratorio).	71
Figura 61. Diagrama donde se representan en color rojo las localizaciones seleccionadas y cuyos dientes serán tallados y utilizados como especímenes en el presente estudio.	87
Figura 62. Tipodontos de la marca Frasaco [®] donde podemos apreciar los dientes tallados en las localizaciones seleccionadas para la realización del presente estudio.	88
Figura 63. Imagen de varios patrones de cera antes de ser colados.	90
Figura 64. Imagen de horno de colado.....	91
Figura 65. Escáner óptico de laboratorio de luz estructurada Lava TM -Scan ST ⁷⁰	92
Figura 66. Modelo del estudio ya rociado con spray Scan-Spray [®] y bloqueado con los tornillos en la pletina de fijación en el interior del escáner Lava TM -Scan ST.	93
Figura 67. Imágenes de Lava TM -Scan ST de la preparación 2.16 (izquierda) y 3.11 (derecha) de este estudio.	94
Figura 68. Imagen del programa Lava TM Design versión 5.1 en la que se aprecian los parámetros establecidos para el espacio del cemento en el interior de la estructura metálica.	94
Figura 69. Receta protésica para fabricación de estructura de Cr-Co con el sistema Lava TM -Scan ST para cofia 2.16 de este estudio.	95
Figura 70. Tipodontos Frasaco [®] montados en cabeza de prácticas con careta de la misma marca comercial ²¹⁶	97
Figura 71. Pistola pulverizadora (Lava TM sprayer) y envase de polvo de dióxido de titanio (Lava TM powder) ⁶⁷	98
Figura 72. Imagen virtual del escaneado de la arcada superior.	98
Figura 73. Imagen virtual del escaneado de la arcada inferior.....	99
Figura 74. Imagen virtual del registro de oclusión. Las flechas rojas indican el recorrido que debe realizarse para relacionar los modelos en el registro de oclusión.	99

Figura 75. Imagen de escaneado correcto con sistema Lava™-C.O.S.	100
Figura 76. Imagen virtual de la selección de diente donde está la preparación.....	101
Figura 77. Imagen real de verificación de la preparación.....	101
Figura 78. Imagen de modelo de receta protésica de Lava™-C.O.S.	102
Figura 79. Imagen del software de diseño Lava™-Laboratory con uno de los escaneados de este estudio en el que se ve el trabajo de segueteado y delimitación de los márgenes sobre el modelo virtual (izquierda) e imágenes reales (derecha).	104
Figura 80. Desajuste marginal. (Modificado de Holmes y cols.). 1= Desajuste interno; 2= Desajuste marginal o externo; 3= Desajuste vertical; 4= Desajuste horizontal; 5= Margen sobrecontorneado; 6= Margen infracontorneado; 7= Discrepancia marginal absoluta.	107
Figura 81, Figura 82 y Figura 83. Certificaciones obtenidas por la empresa EuroOrtodoncia S.L.	109
Figura 84. Imagen del microscopio Edmund Optics®, vistas frontal (izquierda) y lateral (derecha).....	110
Figura 85. Imagen en detalle de la cámara Edmund Optics® EO-2013C (#63870) y el objetivo telecéntrico WD CompactTL™ (#63745).....	110
Figura 86. Imagen de la fuente de luz LED anular acoplada al microscopio digital. .	111
Figura 87. Diagrama de funcionamiento de distintos tipos de lentes. En ella se ve el rayo de luz principal paralelo a su eje óptico, y cómo la magnificación no varía en las lentes telecéntricas con la distancia de trabajo ²⁶⁴	115
Figura 88. Diferencia resultante de las imágenes obtenidas empleando lente convencional o lente telecéntrica debido a la perspectiva y al aumento constante ²⁶⁴	115
Figura 89. Imagen del procedimiento de acople y torque de los especímenes.....	117
Figura 90 y Figura 91. Imágenes del soporte empleado para situar los modelos bajo el objetivo telecéntrico.	118
Figura 92 y Figura 93. Representación de la división en cuadrantes de las preparaciones.	118
Figura 94. Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 1er cuadrante para el método de fabricación colado.	120
Figura 95. Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 2º cuadrante para el método de fabricación colado.	120
Figura 96. Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 3er cuadrante para el método de fabricación colado.	121

Figura 97. Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 4º cuadrante para el método de fabricación colado.	121
Figura 98. Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 1er cuadrante para el método de fabricación Lava TM -Scan ST sinterizado.	122
Figura 99. Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 2º cuadrante para el método de fabricación Lava TM -Scan ST sinterizado.	122
Figura 100. Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 3er cuadrante para el método de fabricación Lava TM -Scan ST sinterizado.	123
Figura 101. Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 4º cuadrante para el método de fabricación Lava TM -Scan ST sinterizado.	123
Figura 102. Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 1er cuadrante para el método de fabricación Lava TM -C.O.S. sinterizado.	124
Figura 103. Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 2º cuadrante para el método de fabricación Lava TM -C.O.S. sinterizado.	124
Figura 104. Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 3er cuadrante para el método de fabricación Lava TM -C.O.S. sinterizado.	125
Figura 105. Imagen y mediciones obtenidas del espécimen 13.37 en el 4º cuadrante para el método de fabricación Lava TM -C.O.S. sinterizado.	125
Figura 106. Diagrama de MEDIAS. Valores de las medidas tomadas en el sistema colado convencional.	137
Figura 107. Diagrama de MEDIAS. Valores de las medidas tomadas en el sistema Lava TM -Scan ST	141
Figura 108. Diagrama de MEDIAS. Valores de las medidas tomadas en el sistema Lava TM -C.O.S.	145
Figura 109. Diagrama de medias. Desajuste en la medida 1ª, según el método de fabricación.	150
Figura 110. Diagrama de medias. Desajuste en la medida 2ª, según el método de fabricación.	150
Figura 111. Diagrama de medias. Desajuste en la medida 3ª, según el método de fabricación.	150
Figura 112. Diagrama de medias. Desajuste en la medida 4ª, según el método de fabricación.	150
Figura 113. Diagrama de medias. Desajuste en la medida 5ª, según el método de fabricación.	150

Figura 114. <i>Diagrama de medias</i> . Desajuste en la medida 6 ^a , según el método de fabricación.	150
Figura 115. <i>Diagrama de medias</i> . Desajuste en la medida 7 ^a , según el método de fabricación.	151
Figura 116. <i>Diagrama de medias</i> . Desajuste en la medida 8 ^a , según el método de fabricación.	151
Figura 117. <i>Diagrama de medias</i> . Desajuste en la medida 9 ^a , según el método de fabricación.	151
Figura 118. <i>Diagrama de medias</i> . Desajuste en la medida 10 ^a , según el método de fabricación.	151
Figura 119. <i>Diagrama de medias</i> . Desajuste en la medida 11 ^a , según el método de fabricación.	151
Figura 120. <i>Diagrama de medias</i> . Desajuste en la medida 12 ^a , según el método de fabricación.	151
Figura 121. <i>Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) del espécimen 7.13 donde se aprecia la ausencia de inserción marcada por el técnico de laboratorio.</i>	156
Figura 122. <i>Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de las preparaciones del espécimen 8.14.</i>	170
Figura 123. <i>Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de las preparaciones del espécimen 9.14.</i>	170
Figura 124. <i>Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de las preparaciones del espécimen 11.11.</i>	171
Figura 125. <i>Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de las preparaciones del espécimen 16.11.</i>	171
Figura 126. <i>Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de las preparaciones del espécimen 5.11.</i>	171
Figura 127. <i>Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de las preparaciones del espécimen 9.13.</i>	172
Figura 128. <i>Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de las preparaciones del espécimen 11.37.</i>	172
Figura 129. <i>Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de la preparación del espécimen 9.11.</i>	172
Figura 130. <i>Imagen real (derecha) y virtual (izquierda) de la preparación del espécimen 11.35.</i>	173

Figura 131. <i>Correo electrónico recibido desde la casa comercial 3M-ESPE® por el que nos avisaban de problemas con uno de los escaneados, en concreto el modelo 11 en su arcada inferior.</i>	174
Figura 132. <i>Imagen de la cofia colada del espécimen 18.35 (2º cuadrante).</i>	183
Figura 133. <i>Imagen de la cofia sinterizada del sistema Lava™-C.O.S. del espécimen 18.35 (2º cuadrante).</i>	183
Figura 134. <i>Imagen de la cofia sinterizada del sistema Lava™-Scan ST del espécimen 18.35 (2º cuadrante).</i>	183
Figura 135. <i>Imagen de la cofia colada del espécimen 6.33 (1er cuadrante).</i>	184
Figura 136. <i>Imagen de la cofia sinterizada del sistema Lava™-C.O.S. del espécimen 6.33 (1er cuadrante).</i>	184
Figura 137. <i>Imagen de la cofia sinterizada del sistema Lava™-Scan ST del espécimen 6.33 (1er cuadrante).</i>	184
Figura 138. <i>Imagen de la cofia colada del espécimen 9.33 (2º cuadrante)</i>	185
Figura 139. <i>Imagen de la cofia colada del espécimen 18.13 (4º cuadrante)</i>	185

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Ficha técnica de la Pic Camera</i> ^{® 100}	38
Tabla 2. <i>Ficha técnica de los Pic Abutments</i> ^{® 100}	38
Tabla 3. <i>Ficha técnica del monitor del sistema Pic Dental</i> ^{® 100}	38
Tabla 4. <i>Códigos G y M para fresadora CNC</i> ¹⁴⁷	61
Tabla 5. <i>Especificaciones técnicas del sistema Lava</i> TM - <i>Scan ST</i> ⁷⁰	96
Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8. <i>Especificaciones técnicas, peso y dimensiones del captador para el sistema Lava</i> TM - <i>C.O.S.</i> ⁶⁷	105
Tabla 9. <i>Características técnicas del captador o cámara empleado.</i>	112
Tabla 10. <i>Características técnicas de la lente telecéntrica.</i>	113
Tabla 11. <i>Especímenes descartados por imposibilidad de fabricación.</i>	132
Tabla 12. <i>Análisis exploratorio del desajuste (12 medidas) en las cofias fabricadas con sistema colado convencional.</i>	135
Tabla 13. <i>Análisis descriptivo del desajuste (12 medidas) en las cofias fabricadas con sistema colado convencional.</i>	136
Tabla 14. <i>Análisis diferencial. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste (12 medidas) en las cofias con sistema colado convencional.</i>	138
Tabla 15. <i>Análisis diferencial. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste (10 medidas) en las cofias con sistema colado convencional.</i>	138
Tabla 16. <i>Análisis exploratorio del desajuste (12 medidas) en las cofias con sistema Lava</i> TM - <i>Scan ST.</i>	139
Tabla 17. <i>Análisis descriptivo del desajuste (12 medidas) en las cofias con sistema Lava</i> TM - <i>Scan ST.</i>	140
Tabla 18. <i>Análisis diferencial. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste (12 medidas) en las cofias con sistema Lava</i> TM - <i>Scan ST.</i>	142
Tabla 19. <i>Análisis diferencial. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste (10 medidas) en las cofias con sistema Lava</i> TM - <i>Scan ST.</i>	142
Tabla 20. <i>Análisis exploratorio del desajuste (12 medidas) en las cofias con sistema Lava</i> TM - <i>C.O.S.</i>	143
Tabla 21. <i>Análisis descriptivo del desajuste (12 medidas) en las cofias con sistema Lava</i> TM - <i>C.O.S.</i>	144
Tabla 22. <i>Análisis diferencial. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste (12 medidas) en las cofias con sistema Lava</i> TM - <i>C.O.S.</i>	145

Tabla 23. <i>Análisis diferencial. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste (10 medidas) en las cofias con sistema LavaTM-C.O.S.</i>	146
Tabla 24. <i>Análisis de diferencias. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste en cada uno de los 12 puntos de medida, entre los 3 sistema de fabricación.</i>	148
Tabla 25. <i>Análisis de diferencias. Significación de la diferencia entre las medias del desajuste en cada uno de los 12 puntos de medida: contrastes múltiples a posteriori por pares. Valores de p de significación.</i>	149
Tabla 26. <i>Máquinas de tecnología DMLS ofrecidas por fabricantes en el año 2014</i> ¹¹⁹	177

12. ANEXOS

1. Tabla de recogida de datos

COFIA	COLADA-1	COLADA-2	COLADA-3	COLADA-4	COLADA-5	COLADA-6	COLADA-7	COLADA-8	COLADA-9	COLADA-10	COLADA-11	COLADA-12
1.11	291	333	339	311	486	453	351	497	391	494	537	483
1.13	201	161	164	329	322	285	424	263	314	351	289	281
1.14	307	303	347	289	318	281	428	413	336	322	230	245
1.16	267	256	278	384	464	468	278	344	362	695	289	373
1.32	54	80	135	424	512	384	22	11	51	153	161	102
1.33	150	241	267	248	278	204	84	18	58	347	314	289
2.13	117	124	70	655	574	527	329	424	220	0	0	0
2.14	351	307	446	245	318	267	304	348	326	238	494	220
2.16	318	355	388	117	161	135	326	424	348	73	194	172
3.11	175	197	175	157	139	102	183	179	230	113	102	95
3.13	172	146	161	241	311	270	90	24	24	219	333	274
3.14	102	153	153	442	435	384	461	453	358	274	380	439
3.16	58	113	113	296	354	347	219	201	215	172	161	95
3.32	146	131	256	164	215	128	237	190	164	201	157	241
3.33	219	248	237	62	120	91	248	230	208	109	91	153
3.35	215	252	402	106	106	259	204	300	201	172	179	190
3.37	234	252	270	190	193	212	131	161	91	146	113	146
4.13	461	344	263	146	183	168	132	216	209	373	410	212
4.14	40	51	37	77	102	194	81	110	102	95	95	0
4.16	99	84	146	271	260	223	161	377	252	81	81	88
4.32	227	161	146	271	329	315	165	190	249	329	344	238
4.37	88	113	102	117	44	168	44	59	88	183	128	384
5.14	58	0	76	161	102	135	120	193	142	95	54	109
5.33	58	69	153	212	241	351	340	336	237	208	285	442
5.35	157	326	424	263	252	172	754	746	736	161	154	212
5.37	263	139	121	388	443	476	274	377	179	154	216	234

Datos en µm

	COFLA	COLADA-1	COLADA-2	COLADA-3	COLADA-4	COLADA-5	COLADA-6	COLADA-7	COLADA-8	COLADA-9	COLADA-10	COLADA-II	COLADA-12
6.11	73	110	51	33	40	139	33	37	33	73	62	40	
6.13	66	15	0	132	161	110	66	66	33	70	117	168	
6.14	33	51	139	91	88	168	73	88	88	128	143	139	
6.16	37	55	22	66	70	33	59	51	59	139	33	81	
6.32	62	84	99	154	113	168	0	143	70	201	238	227	
6.33	143	81	110	322	399	487	165	223	252	44	95	146	
6.35	7	44	51	62	22	55	66	91	157	113	99	91	
6.37	62	62	7	44	88	91	22	51	0	55	0	7	
7.14	143	168	260	161	143	198	40	29	33	0	95	48	
7.16	0	37	37	40	15	106	40	22	0	99	51	161	
8.11	139	157	179	205	190	176	176	252	183	128	146	95	
8.13	110	102	81	179	198	110	88	77	73	179	227	205	
8.14	77	95	84	106	132	117	55	44	62	176	227	113	
8.16	29	59	55	77	66	84	81	77	102	124	110	187	
8.32	33	33	59	282	428	132	0	0	29	29	40	26	
8.33	55	84	106	399	479	454	62	128	172	157	187	209	
8.35	95	88	0	212	234	263	128	176	102	55	73	48	
8.37	91	91	66	117	161	135	198	212	135	198	132	176	
9.11	81	77	66	117	22	0	37	44	44	62	110	121	
9.13	70	73	95	40	0	70	40	44	40	102	95	62	
9.14	106	48	55	48	124	150	91	117	179	113	157	190	
9.33	33	0	26	62	62	62	143	37	22	66	176	154	
9.37	7	37	29	22	0	48	33	37	4	40	55	29	

Datos en µm

COFLA	COLADA-1	COLADA-2	COLADA-3	COLADA-4	COLADA-5	COLADA-6	COLADA-7	COLADA-8	COLADA-9	COLADA-10	COLADA-II	COLADA-12
10.11	307	315	326	0	55	84	84	11	0	194	183	135
10.13	399	333	304	659	615	611	121	81	66	340	333	238
10.14	146	227	238	395	457	410	220	176	179	454	399	403
10.16	95	139	154	15	7	0	77	187	187	201	179	190
10.32	300	337	373	220	293	293	113	212	245	406	373	403
10.33	124	190	300	95	91	132	51	26	29	117	344	465
10.35	370	249	315	282	351	531	450	538	516	121	146	165
10.37	139	201	300	37	179	132	304	377	527	168	176	157
11.13	271	179	209	179	198	99	201	179	165	157	348	194
11.14	91	190	110	26	62	0	15	0	0	18	51	143
11.16	128	227	161	161	395	121	37	157	110	154	161	139
11.35	77	102	70	62	128	139	48	62	66	48	121	124
12.13	260	179	73	128	282	274	91	81	110	99	102	176
12.14	161	209	285	172	150	66	146	172	252	95	132	121
12.16	121	110	44	220	296	365	84	271	315	194	88	95
12.32	44	40	26	143	201	154	11	70	124	157	231	198
12.33	172	106	168	51	146	51	150	183	165	176	326	267
12.35	139	81	187	48	55	48	132	154	128	106	55	26
12.37	0	66	113	146	121	110	91	33	59	51	81	66
13.11	143	143	154	168	121	70	66	77	55	113	66	70
13.13	15	26	7	66	55	18	59	51	33	22	18	26
13.14	37	37	44	77	117	99	102	51	22	55	51	81
13.16	0	73	51	33	29	48	0	22	33	44	0	29
13.32	26	88	44	77	70	70	26	84	0	326	307	157
13.33	132	70	48	73	110	139	55	55	29	22	26	26
13.35	40	62	62	110	70	84	51	81	62	88	37	81
13.37	22	44	29	11	26	18	66	51	0	66	102	26

Datos en µm

COFIA	COLADA-1	COLADA-2	COLADA-3	COLADA-4	COLADA-5	COLADA-6	COLADA-7	COLADA-8	COLADA-9	COLADA-10	COLADA-11	COLADA-12
14.11	70	88	102	311	285	84	227	271	285	190	146	40
14.13	168	216	179	113	128	132	329	205	172	70	66	124
14.14	70	77	106	344	344	315	113	124	165	176	245	128
14.16	168	256	234	88	121	102	77	4	117	29	44	51
14.32	106	117	106	183	263	132	88	124	249	51	48	33
14.33	135	128	77	190	205	190	274	263	252	245	307	249
14.35	77	99	146	102	84	48	263	293	95	113	139	165
14.37	124	110	121	44	48	40	143	73	59	62	88	95
15.11	110	124	70	0	70	44	121	143	157	55	77	190
15.13	18	15	0	18	26	40	121	91	128	48	18	37
15.14	172	113	0	0	26	106	124	179	381	22	73	91
16.13	48	102	121	135	132	179	432	146	73	135	117	84
16.14	326	384	282	326	428	505	66	84	4	99	124	143
16.16	293	285	392	424	615	585	143	139	150	300	315	252
16.35	40	59	40	227	263	106	154	18	37	48	99	77
16.37	29	4	40	99	102	59	121	146	154	168	205	183
17.14	146	212	403	260	256	168	88	62	48	790	622	472
17.16	337	227	212	172	256	198	62	187	242	227	212	289
17.37	132	88	183	81	73	172	4	51	26	29	102	15
18.11	70	139	128	84	37	51	99	84	44	172	113	106
18.13	55	110	62	128	121	157	187	128	124	55	135	102
18.14	135	99	99	209	223	168	59	44	73	73	11	22
18.32	59	84	88	15	33	0	168	154	187	73	110	99
18.33	62	110	128	0	0	0	88	84	59	150	121	77
18.35	106	59	70	51	128	77	73	77	95	48	55	26

Datos en µm

COFIA	COLADA-1	COLADA-2	COLADA-3	COLADA-4	COLADA-5	COLADA-6	COLADA-7	COLADA-8	COLADA-9	COLADA-10	COLADA-11	COLADA-12
19.11	379	424	356	340	279	279	327	134	118	276	312	290
19.13	84	92	160	76	94	171	242	226	179	50	171	179
19.14	374	303	387	271	218	255	208	211	229	129	73	97
19.16	424	464	453	509	472	435	290	242	240	116	163	216
19.32	18	5	100	100	34	92	71	97	105	59	91	57
19.33	134	137	126	203	166	130	65	36	2	303	287	282
20.13	44	42	39	89	65	81	163	210	242	210	178	107
20.14	99	210	231	339	186	5	65	71	107	107	81	94
20.16	86	57	28	18	36	63	121	121	139	142	136	144
20.32	236	257	255	234	205	250	199	284	260	300	265	226
20.37	228	105	92	94	102	139	205	226	271	92	81	97
21.13	194	115	78	113	34	52	28	89	97	131	139	142
21.14	57	26	47	160	55	63	52	13	26	113	210	139
21.16	57	57	44	65	78	47	68	60	110	297	115	221
21.32	34	76	155	49	105	81	44	31	31	49	71	134
21.33	89	86	94	18	68	55	15	60	97	18	31	55
21.35	110	36	118	128	202	152	26	31	31	28	31	70
21.37	47	86	94	28	7	15	39	71	44	110	57	31
22.11	89	92	44	15	34	160	5	55	102	31	39	28
22.13	26	36	26	23	15	5	28	39	42	23	28	34
22.14	76	92	63	94	81	49	44	71	84	76	89	81
22.16	57	47	0	73	84	94	36	44	18	63	60	57
22.32	18	23	42	52	49	34	36	18	71	134	97	34
22.33	76	23	26	31	28	47	39	2	57	34	71	18
22.35	39	52	68	23	34	23	44	44	36	102	63	92
22.37	52	36	44	44	36	15	89	102	113	189	86	105

Datos en µm

COFIA	L.SCAN-1	L.SCAN-2	L.SCAN-3	L.SCAN-4	L.SCAN-5	L.SCAN-6	L.SCAN-7	L.SCAN-8	L.SCAN-9	L.SCAN-10	L.SCAN-11	L.SCAN-12
1.11	270	267	344	120	102	117	186	234	204	256	190	183
1.13	146	310	197	245	219	296	296	248	241	237	252	197
1.14	245	219	296	183	139	102	128	150	91	66	32	44
1.16	197	292	292	204	193	117	267	259	234	267	54	124
1.32	153	237	204	362	289	168	274	230	168	278	219	285
1.33	215	252	252	270	208	223	267	398	303	135	84	106
2.13	190	238	256	267	209	198	205	289	117	234	106	88
2.14	176	227	285	366	384	344	318	267	227	194	688	285
2.16	132	157	183	245	293	201	132	216	172	157	161	198
3.11	146	150	164	43	58	29	98	113	69	91	54	139
3.13	461	494	464	51	142	256	292	347	311	245	215	285
3.14	226	208	204	519	431	431	461	435	376	486	475	387
3.16	146	183	237	409	395	362	186	208	117	391	336	325
3.32	73	106	29	51	40	40	6	24	30	62	87	87
3.33	98	84	36	84	25	40	204	248	197	87	117	150
3.35	47	18	106	47	3	47	102	102	73	62	22	22
3.37	289	285	230	318	303	296	193	226	201	128	128	117
4.13	311	329	307	157	135	150	179	183	256	373	461	399
4.14	157	150	124	135	99	88	88	66	48	187	187	117
4.16	179	179	168	183	223	249	201	198	113	146	128	117
4.32	88	95	132	220	263	307	220	194	176	198	304	209
4.37	106	70	121	99	143	124	124	128	135	205	106	231
5.14	150	58	153	43	32	95	65	124	62	175	120	161
5.33	128	117	128	98	135	117	226	204	73	153	168	128
5.35	179	190	293	154	102	81	512	476	377	121	168	304
5.37	128	318	154	395	435	318	307	157	271	99	176	157

Datos en μm

COFIA	L.SCAN-1	L.SCAN-2	L.SCAN-3	L.SCAN-4	L.SCAN-5	L.SCAN-6	L.SCAN-7	L.SCAN-8	L.SCAN-9	L.SCAN-10	L.SCAN-11	L.SCAN-12
6.11	77	73	106	66	99	73	91	66	73	238	165	113
6.13	157	106	77	121	154	168	33	77	95	88	95	84
6.14	124	70	44	135	135	139	37	48	51	26	62	62
6.16	95	128	146	62	91	99	55	37	59	99	121	154
6.32	172	172	168	84	146	66	40	48	4	102	165	190
6.33	62	66	59	209	282	373	110	154	172	176	209	300
6.35	106	33	48	59	55	88	165	154	124	55	37	55
6.37	40	88	139	106	121	66	59	88	88	55	37	37
7.14	154	117	139	48	55	157	73	33	11	337	135	113
7.16	81	106	139	260	263	117	296	238	102	22	48	51
8.11	165	206	190	176	179	95	106	121	113	187	161	187
8.13	278	238	227	106	113	183	329	351	344	117	128	179
8.14	110	201	340	88	44	70	51	66	48	190	157	48
8.16	102	121	128	81	66	117	102	128	106	124	150	99
8.32	59	62	88	234	300	117	73	106	95	81	84	117
8.33	48	48	44	194	135	91	77	113	70	143	190	220
8.35	88	88	143	99	110	132	29	62	59	124	102	77
8.37	55	102	84	33	62	59	62	55	51	121	62	143
9.11	150	231	91	124	176	183	77	95	48	66	99	95
9.13	194	212	271	406	454	582	344	352	366	337	359	359
9.14	373	252	176	187	66	95	95	40	73	318	311	366
9.33	329	351	373	271	256	223	252	326	205	395	465	413
9.37	77	154	179	128	187	198	205	333	300	59	59	22

Datos en μm

COFIA	L.SCAN-1	L.SCAN-2	L.SCAN-3	L.SCAN-4	L.SCAN-5	L.SCAN-6	L.SCAN-7	L.SCAN-8	L.SCAN-9	L.SCAN-10	L.SCAN-11	L.SCAN-12
10.11	81	99	124	263	260	274	84	77	88	154	201	190
10.13	113	66	73	267	271	190	77	91	168	106	132	165
10.14	135	110	102	51	48	37	135	40	29	40	73	44
10.16	11	0	77	73	84	70	55	55	26	81	48	102
10.32	121	95	88	91	234	154	157	95	165	154	165	157
10.33	117	117	143	51	70	59	66	29	66	179	260	311
10.35	190	95	113	0	4	18	157	139	106	165	176	190
10.37	146	161	146	62	59	11	22	37	0	110	157	183
11.13	29	106	157	113	106	55	106	99	77	205	81	55
11.14	81	106	165	154	117	40	48	59	62	128	165	135
11.16	231	209	194	205	168	399	113	70	102	651	282	150
11.35	110	179	135	77	102	117	88	40	48	22	51	62
12.13	124	66	88	99	157	227	40	59	70	179	227	187
12.14	124	154	252	135	117	26	223	146	146	88	121	37
12.16	168	84	55	106	157	256	124	263	223	187	73	59
12.32	62	44	26	154	190	150	73	40	26	4	4	0
12.33	70	59	263	110	238	102	48	44	44	121	55	84
12.35	128	168	209	132	143	128	62	154	88	40	55	81
12.37	146	124	95	121	165	143	33	73	26	95	99	81
13.11	91	117	121	143	205	161	223	194	172	157	135	132
13.13	161	99	81	260	278	289	117	194	176	139	146	263
13.14	139	205	183	99	121	139	70	77	62	95	132	51
13.16	121	134	179	48	26	37	15	33	33	55	70	91
13.32	81	154	95	66	84	59	260	183	205	99	143	209
13.33	132	143	267	95	121	135	81	59	51	99	128	150
13.35	128	128	150	29	44	29	44	84	59	88	165	51
13.37	51	55	70	29	29	18	37	91	113	209	216	168

Datos en µm

COFIA	L.SCAN-1	L.SCAN-2	L.SCAN-3	L.SCAN-4	L.SCAN-5	L.SCAN-6	L.SCAN-7	L.SCAN-8	L.SCAN-9	L.SCAN-10	L.SCAN-11	L.SCAN-12
14.11	135	143	124	337	285	150	165	84	62	95	117	102
14.13	139	260	245	70	121	135	293	51	113	124	154	139
14.14	165	348	246	132	143	106	73	91	77	33	198	29
14.16	143	271	256	106	40	110	190	227	146	154	183	146
14.32	333	300	238	450	468	435	201	227	370	223	190	198
14.33	198	194	201	223	315	260	238	234	216	187	256	176
14.35	139	110	84	95	106	77	179	201	110	62	48	99
14.37	66	117	91	37	11	15	113	124	91	128	157	176
15.11	51	73	81	99	48	26	22	40	59	245	154	121
15.13	37	40	55	124	139	157	70	51	55	44	18	33
15.14	117	165	51	18	18	33	62	165	256	37	44	51
16.13	132	187	161	167	256	227	296	84	62	227	234	212
16.14	77	95	106	143	263	190	132	227	150	168	194	223
16.16	168	150	77	146	84	296	117	227	227	238	296	179
16.35	124	216	150	183	300	168	22	26	70	77	99	40
16.37	168	154	26	84	91	77	110	139	124	7	26	77
17.14	179	81	106	285	267	198	117	179	135	596	399	356
17.16	329	256	154	256	318	285	183	81	172	81	95	11
17.37	132	128	128	165	139	128	179	124	176	102	18	121
18.11	51	128	124	121	59	88	44	117	37	99	110	73
18.13	77	99	146	88	81	113	113	40	48	95	84	88
18.14	106	81	73	33	168	124	26	26	55	161	135	102
18.32	201	223	179	163	176	128	55	132	150	201	154	146
18.33	124	154	179	150	227	267	154	99	37	81	84	128
18.35	146	157	95	128	154	132	110	99	7	227	231	190

Datos en μm

COFIA	L..SCAN-1	L..SCAN-2	L..SCAN-3	L..SCAN-4	L..SCAN-5	L..SCAN-6	L..SCAN-7	L..SCAN-8	L..SCAN-9	L..SCAN-10	L..SCAN-11	L..SCAN-12
19.11	158	224	197	60	92	100	174	271	179	250	240	163
19.13	81	163	137	129	126	87	195	203	216	103	167	175
19.14	31	31	76	58	23	63	105	50	105	269	211	168
19.16	464	443	319	218	242	200	203	108	158	240	108	124
19.32	124	142	145	160	226	166	258	150	171	115	141	124
19.33	100	142	224	374	147	160	142	113	131	89	36	84
20.13	55	110	181	194	194	168	202	186	142	115	115	107
20.14	110	81	121	92	89	44	102	55	68	63	92	147
20.16	199	128	78	234	184	210	157	126	165	86	128	144
20.32	147	39	81	176	165	228	76	139	102	197	60	131
20.37	110	118	126	36	31	26	186	218	189	81	136	126
21.13	152	147	160	155	155	76	63	31	92	49	42	44
21.14	97	126	134	39	28	34	31	68	78	44	34	47
21.16	76	65	65	102	89	73	199	278	250	42	44	44
21.32	21	52	115	102	99	55	42	36	42	44	152	110
21.33	49	36	42	126	131	81	18	21	23	39	36	23
21.35	81	81	42	39	31	39	47	39	40	144	42	23
21.37	115	84	92	150	121	134	113	165	92	71	71	102
22.11	24	87	39	73	81	71	100	274	234	58	60	71
22.13	63	79	108	113	92	84	139	73	79	79	92	63
22.14	174	168	100	108	108	97	73	100	116	89	84	73
22.16	84	55	87	71	97	179	73	50	84	21	15	34
22.32	145	145	108	89	142	44	71	23	73	55	71	105
22.33	47	73	102	79	89	55	60	76	60	147	142	89
22.35	18	47	23	65	52	39	63	73	63	44	58	55
22.37	126	145	108	68	126	60	76	63	76	50	42	73

Datos en µm

COFIA	L.COS-1	L.COS-2	L.COS-3	L.COS-4	L.COS-5	L.COS-6	L.COS-7	L.COS-8	L.COS-9	L.COS-10	L.COS-11	L.COS-12
1.11	212	245	322	102	150	164	274	259	344	285	267	296
1.13	340	340	285	307	325	278	464	439	380	457	398	245
1.14	351	340	435	365	307	289	373	373	362	296	274	285
1.16	362	395	387	212	270	237	289	285	278	219	172	212
1.32	179	168	120	267	329	201	135	113	161	314	219	150
1.33	274	307	314	139	109	117	248	252	212	256	248	241
2.13	252	249	205	337	322	366	212	282	102	99	77	33
2.14	329	381	417	333	366	315	267	183	245	403	889	428
2.16	512	417	498	289	366	271	176	293	212	143	220	212
3.11	230	113	106	106	109	98	58	104	190	54	87	87
3.13	340	333	318	314	300	369	406	472	479	150	161	193
3.14	175	179	263	450	501	442	252	208	303	369	442	420
3.16	252	245	226	333	256	263	124	87	73	365	358	325
3.32	289	278	226	40	69	29	40	43	95	106	109	69
3.33	117	54	117	161	102	84	120	212	193	208	219	175
3.35	91	164	109	197	197	80	124	76	128	80	131	58
3.37	226	230	153	369	296	267	201	234	289	120	76	40
4.13	337	315	370	205	201	212	88	132	209	150	161	121
4.14	161	201	205	278	337	300	205	150	117	139	132	102
4.16	256	289	296	139	190	260	263	304	183	143	161	154
4.32	260	176	278	329	417	348	245	252	271	141	373	216
4.37	263	322	296	403	362	450	366	370	403	388	282	483
5.14	289	242	326	102	84	172	110	128	146	212	242	256
5.33	128	146	143	128	139	110	113	179	252	84	95	106
5.35	0	0	22	179	91	40	509	498	516	194	172	194
5.37	296	179	209	179	194	161	399	483	311	176	201	205

Datos en μm

COFIA	L.COS-1	L.COS-2	L.COS-3	L.COS-4	L.COS-5	L.COS-6	L.COS-7	L.COS-8	L.COS-9	L.COS-10	L.COS-11	L.COS-12
6.11	187	216	201	51	88	168	146	106	102	271	198	231
6.13	77	81	55	362	432	315	102	102	81	37	48	29
6.14	135	70	29	231	227	102	150	168	176	139	88	62
6.16	165	168	135	110	99	110	102	165	187	106	40	157
6.32	223	242	216	373	355	315	234	322	238	172	238	231
6.33	168	242	252	395	468	531	348	366	461	238	285	329
6.35	282	359	234	249	285	289	483	483	256	165	157	132
6.37	242	252	282	245	293	289	84	165	154	205	165	183
7.14	344	348	388	245	205	278	267	293	249	366	263	267
7.16	260	315	370	263	227	307	179	201	231	201	220	157
8.11	424	373	267	263	168	157	311	428	377	457	329	293
8.13	267	282	252	351	359	252	267	252	227	450	439	300
8.14	337	351	454	88	143	165	205	183	190	443	421	263
8.16	201	256	154	311	238	271	256	238	238	304	366	322
8.32	282	278	278	410	542	252	282	289	113	329	370	366
8.33	267	271	293	553	567	538	238	289	260	271	300	388
8.35	216	81	190	384	413	413	205	234	209	161	128	157
8.37	304	194	190	329	300	304	161	154	143	205	91	209
9.11	113	91	106	73	256	326	176	179	146	73	77	106
9.13	183	238	252	523	571	714	392	392	355	410	421	490
9.14	318	260	307	187	157	55	44	77	146	417	362	282
9.33	139	165	121	285	271	256	278	304	201	139	260	249
9.37	95	117	150	337	260	315	421	509	637	231	293	307

Datos en μm

COFIA	L.COS-1	L.COS-2	L.COS-3	L.COS-4	L.COS-5	L.COS-6	L.COS-7	L.COS-8	L.COS-9	L.COS-10	L.COS-11	L.COS-12
10.11	282	263	223	498	472	381	150	154	190	479	421	476
10.13	263	238	227	245	381	333	172	157	179	223	220	176
10.14	212	187	168	223	267	300	135	81	99	293	223	231
10.16	285	256	165	194	212	212	176	201	154	44	73	95
10.32	77	77	77	88	106	91	81	37	33	128	143	128
10.33	99	113	124	143	187	146	7	0	29	91	84	70
10.35	242	231	256	33	44	62	91	91	91	307	307	333
10.37	238	227	234	245	256	231	70	77	150	99	124	165
11.13	117	150	168	139	99	59	154	201	176	282	150	231
11.14	333	318	381	413	487	432	505	490	531	256	223	209
11.16	135	117	165	359	227	70	117	150	121	611	278	333
11.35	117	128	150	128	179	209	95	70	37	106	157	179
12.13	355	252	194	95	183	267	227	234	238	227	59	77
12.14	113	165	242	212	124	99	154	150	201	124	209	132
12.16	194	223	110	183	227	388	198	351	209	256	128	168
12.32	157	135	150	238	242	227	99	81	84	11	22	26
12.33	113	70	307	187	307	201	132	212	227	198	168	102
12.35	209	216	220	91	231	216	77	194	106	44	51	62
12.37	172	190	263	102	139	161	70	84	55	187	242	179
13.11	73	73	91	245	234	183	157	154	190	128	172	179
13.13	84	48	48	121	117	106	91	176	190	121	110	110
13.14	154	121	124	150	227	231	246	263	231	110	99	106
13.16	168	212	139	183	194	132	209	190	183	73	66	84
13.32	15	48	73	77	91	59	234	260	95	62	128	110
13.33	77	28	22	135	135	176	110	106	73	113	165	172
13.35	66	146	168	132	128	117	59	91	121	124	190	84
13.37	62	132	187	150	198	190	22	48	48	183	212	234

Datos en μm

COFIA	L.COS-1	L.COS-2	L.COS-3	L.COS-4	L.COS-5	L.COS-6	L.COS-7	L.COS-8	L.COS-9	L.COS-10	L.COS-11	L.COS-12
14.11	113	135	99	289	231	88	143	81	51	84	95	26
14.13	183	176	263	194	154	168	395	110	135	102	84	66
14.14	132	245	296	289	304	307	121	183	157	190	359	161
14.16	102	212	198	102	44	121	110	132	172	66	81	62
14.32	212	201	172	285	249	227	88	102	267	121	77	81
14.33	256	278	267	296	300	307	150	161	165	194	267	205
14.35	70	70	81	176	176	135	113	128	73	70	95	99
14.37	91	135	124	106	22	29	88	81	77	59	77	55
15.11	15	33	40	70	40	37	44	55	62	66	15	37
15.13	48	29	70	143	183	194	84	81	44	88	110	91
15.14	95	117	22	40	29	11	62	179	263	0	15	22
16.13	51	88	95	18	33	37	300	220	88	121	143	48
16.14	377	373	326	366	787	984	121	143	110	234	285	242
16.16	176	263	337	512	578	574	135	242	227	245	296	179
16.35	311	406	344	99	172	102	384	362	322	227	293	201
16.37	201	132	161	285	362	362	198	190	161	113	113	121
17.14	128	40	95	139	157	124	95	84	55	311	231	238
17.16	450	274	249	296	249	344	102	99	150	7	73	124
17.37	44	143	59	95	110	132	73	135	117	55	132	0
18.11	91	59	157	33	44	15	44	81	62	183	212	165
18.13	95	139	22	128	73	66	282	73	66	22	4	0
18.14	135	95	73	48	0	59	15	7	0	256	293	201
18.32	168	198	143	135	146	165	128	242	289	132	157	146
18.33	161	271	143	198	113	106	121	91	154	110	102	194
18.35	209	209	238	194	209	198	132	121	124	143	179	183

Datos en µm

COFIA	L.COS-1	L.COS-2	L.COS-3	L.COS-4	L.COS-5	L.COS-6	L.COS-7	L.COS-8	L.COS-9	L.COS-10	L.COS-11	L.COS-12
19.11	147	155	49	126	78	160	157	286	250	176	218	389
19.13	281	284	250	350	339	339	281	344	315	271	273	284
19.14	297	321	226	394	305	334	313	318	294	192	221	184
19.16	321	297	278	236	228	236	197	213	273	263	294	326
19.32	60	97	21	63	71	71	49	71	94	99	136	136
19.33	276	236	250	152	139	281	150	221	228	186	207	213
20.13	257	257	242	192	239	242	228	278	313	218	68	92
20.14	234	231	184	118	152	110	86	147	173	157	165	128
20.16	115	139	194	189	107	136	394	260	202	418	363	273
20.32	194	228	205	181	173	152	128	115	144	171	165	226
20.37	294	300	289	289	268	215	652	626	571	644	636	565
21.13	263	328	439	392	281	260	613	715	728	715	723	668
21.14	60	49	113	273	284	150	176	231	110	55	57	78
21.16	36	105	105	49	55	63	378	434	371	328	363	397
21.32	31	42	121	110	39	23	60	26	44	89	89	76
21.33	136	197	197	136	99	136	168	134	121	226	234	178
21.35	186	128	228	226	150	73	84	184	99	68	71	92
21.37	171	197	223	263	239	271	144	102	55	42	39	36
22.11	253	187	147	50	65	81	155	174	160	100	87	124
22.13	58	68	71	58	60	71	55	42	50	139	118	79
22.14	232	255	182	126	131	105	150	184	182	131	142	145
22.16	145	131	121	197	126	232	76	102	158	131	163	139
22.32	58	58	108	26	55	52	18	23	15	137	134	118
22.33	147	145	142	68	58	81	108	108	124	60	68	94
22.35	145	189	147	131	163	147	124	166	176	42	34	50
22.37	166	137	155	89	71	89	187	179	213	145	139	137

Datos en µm

2. Documentación estadística



3 datos

tratamiento estadístico

Trabajo de investigación: Juan Carlos Lillo Rodríguez

Tema: Estudio experimental in vitro sobre el ajuste de cofias obtenidas mediante procedimientos convencionales y CAD/CAM.

Área: Odontología

Organización: Pruebas realizadas para el sistema colado convencional

Fecha de análisis: Noviembre 2016

Analista principal: **José Manuel García de Cecilia**
<http://www.linkedin.com/in/3datosjmgarciadececilia>

www.3datos.es
Telf. de contacto: +34 669 700 696
Usuario Skype: 3datos

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	N	Parámetros normales		Máximas diferencias extremas			Estadístico de prueba	Sig. asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Probabilidad en el punto
		Media	Desviación estándar	Absoluta	Positivo	Negativo				
Desajuste en COLADA-1	127	128,52	103,242	,149	,149	-,107	,149	,000	,006	0,000
Desajuste en COLADA-2	127	133,05	99,261	,171	,171	-,090	,171	,000	,001	0,000
Desajuste en COLADA-3	127	142,52	114,400	,142	,142	-,106	,142	,000	,011	0,000
Desajuste en COLADA-4	127	157,35	131,774	,132	,132	-,116	,132	,000	,022	0,000
Desajuste en COLADA-5	127	174,89	146,068	,151	,151	-,116	,151	,000	,005	0,000
Desajuste en COLADA-6	127	165,13	140,021	,173	,173	-,119	,173	,000	,001	0,000
Desajuste en COLADA-7	127	134,72	120,954	,169	,169	-,133	,169	,000	,001	0,000
Desajuste en COLADA-8	127	144,36	128,457	,157	,157	-,131	,157	,000	,003	0,000
Desajuste en COLADA-9	127	139,11	121,570	,126	,122	-,126	,126	,000	,032	0,000
Desajuste en COLADA-10	127	147,33	124,527	,144	,144	-,134	,144	,000	,009	0,000
Desajuste en COLADA-11	127	153,64	116,305	,140	,140	-,093	,140	,000	,012	0,000
Desajuste en COLADA-12	127	148,20	108,253	,099	,099	-,086	,099	,004	,158	0,000

Explorar

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desajuste en COLADA-1	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en COLADA-2	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en COLADA-3	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en COLADA-4	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en COLADA-5	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en COLADA-6	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en COLADA-7	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en COLADA-8	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en COLADA-9	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en COLADA-10	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en COLADA-11	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en COLADA-12	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%

Descriptivos

	Estadístico													Error estándar		
	Media	95% de intervalo de confianza para la media		Media recortada al 5%	Mediana	Varianza	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Rango	Rango intercuartil	Asimetría	Curtosis	Media	Asimetría	Curtosis
		Límite inferior	Límite superior													
Desajuste en COLADA-1	128,52	110,39	146,65	120,36	99,00	10658,934	103,242	0	461	461	113	1,211	,847	9,161	,215	,427
Desajuste en COLADA-2	133,05	115,62	150,48	126,21	102,00	9852,649	99,261	0	464	464	131	1,117	,683	8,808	,215	,427
Desajuste en COLADA-3	142,52	122,43	162,61	135,04	106,00	13087,442	114,400	0	453	453	158	1,005	,111	10,151	,215	,427
Desajuste en COLADA-4	157,35	134,21	180,49	146,11	117,00	17364,278	131,774	0	659	659	165	1,345	2,128	11,693	,215	,427
Desajuste en COLADA-5	174,89	149,24	200,54	163,87	128,00	21335,940	146,068	0	615	615	198	1,090	,544	12,961	,215	,427
Desajuste en COLADA-6	165,13	140,54	189,71	153,56	132,00	19605,746	140,021	0	611	611	149	1,298	1,116	12,425	,215	,427
Desajuste en COLADA-7	134,72	113,48	155,96	122,60	90,00	14629,916	120,954	0	754	754	136	1,868	5,075	10,733	,215	,427
Desajuste en COLADA-8	144,36	121,80	166,92	131,89	97,00	16501,233	128,457	0	746	746	154	1,656	3,676	11,399	,215	,427
Desajuste en COLADA-9	139,11	117,76	160,46	127,98	107,00	14779,385	121,570	0	736	736	164	1,676	4,484	10,788	,215	,427
Desajuste en COLADA-10	147,33	125,46	169,20	133,76	113,00	15506,890	124,527	0	790	790	127	2,256	7,567	11,050	,215	,427
Desajuste en COLADA-11	153,64	133,21	174,06	144,21	117,00	13526,741	116,305	0	622	622	137	1,377	2,128	10,320	,215	,427
Desajuste en COLADA-12	148,20	129,19	167,21	139,15	128,00	11718,604	108,253	0	483	483	135	1,163	1,270	9,606	,215	,427

Valores extremos

		Número del caso		Valor	
		Mayor	Menor	Mayor	Menor
Desajuste en COLADA-1	1	18	72	461	0
	2	105	68	424	0
	3	51	36	399	0
	4	102	49	379	7
	5	104	33	374	7

		Número del caso		Valor	
		Mayor	Menor	Mayor	Menor
Desajuste en COLADA-7	1	25	72	754	0
	2	12	41	461	0
	3	56	31	450	0
	4	88	95	432	4
	5	3	120	428	5

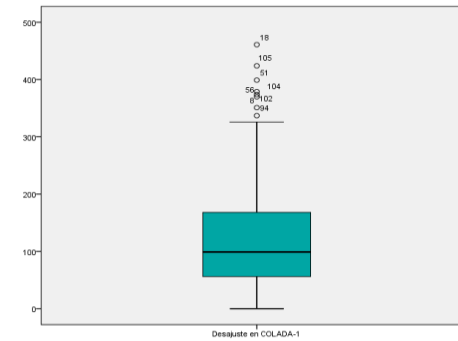
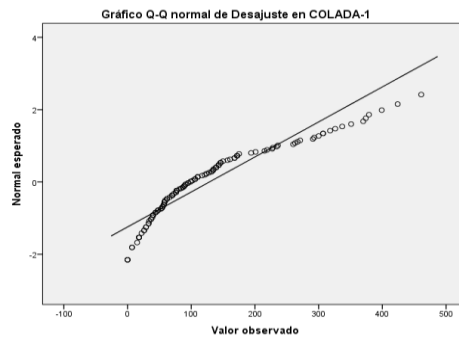
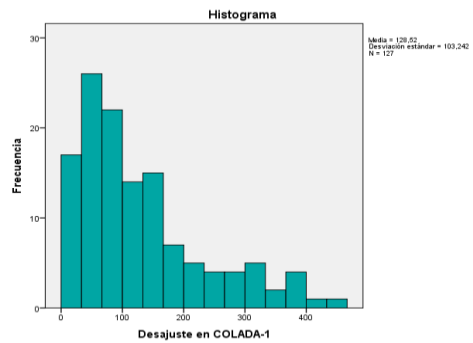
Desajuste en COLADA-2	1	105	48	464	0
	2	102	23	424	0
	3	89	92	384	4
	4	9	106	355	5
	5	18	86	344	15
Desajuste en COLADA-3	1	105	123	453	0
	2	8	87	446	0
	3	25	86	424	0
	4	93	43	403	0
	5	16	28	402	0
Desajuste en COLADA-4	1	51	100	659	0
	2	7	87	655	0
	3	105	85	509	0
	4	12	50	442	0
	5	5	76	424	11
Desajuste en COLADA-5	1	51	100	615	0
	2	90	49	615	0
	3	7	46	574	0
	4	5	119	512	7
	5	1	53	486	7
Desajuste en COLADA-6	1	51	100	611	0
	2	90	99	585	0
	3	56	59	531	0
	4	7	53	527	0
	5	89	45	505	0

Desajuste en COLADA-8	1	25	59	746	0
	2	56	41	538	0
	3	1	125	497	2
	4	12	80	453	4
	5	7	50	424	11
Desajuste en COLADA-9	1	25	76	736	0
	2	57	73	527	0
	3	56	59	516	0
	4	1	50	391	0
	5	87	36	381	0
Desajuste en COLADA-10	1	93	35	790	0
	2	4	7	695	0
	3	1	117	494	18
	4	52	59	454	18
	5	54	87	406	22
Desajuste en COLADA-11	1	93	72	622	0
	2	1	34	537	0
	3	8	7	494	0
	4	18	98	410	11
	5	52	86	399	18
Desajuste en COLADA-12	1	1	19	483	0
	2	93	7	472	0
	3	55	34	465	7
	4	24	95	442	15
	5	12	125	439	18

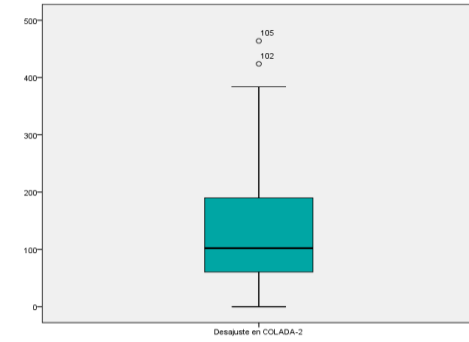
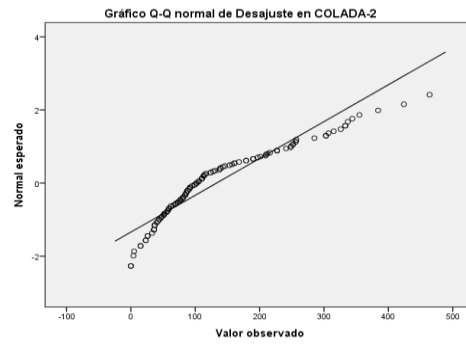
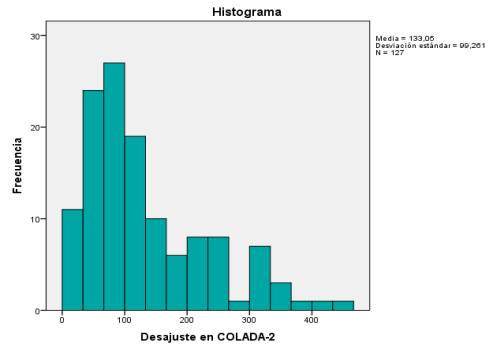
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desajuste en COLADA-1	,149	127	,000	,880	127	,000
Desajuste en COLADA-2	,171	127	,000	,896	127	,000
Desajuste en COLADA-3	,142	127	,000	,892	127	,000
Desajuste en COLADA-4	,132	127	,000	,886	127	,000
Desajuste en COLADA-5	,151	127	,000	,892	127	,000
Desajuste en COLADA-6	,173	127	,000	,868	127	,000
Desajuste en COLADA-7	,169	127	,000	,831	127	,000
Desajuste en COLADA-8	,157	127	,000	,852	127	,000
Desajuste en COLADA-9	,126	127	,000	,866	127	,000
Desajuste en COLADA-10	,144	127	,000	,808	127	,000
Desajuste en COLADA-11	,140	127	,000	,885	127	,000
Desajuste en COLADA-12	,099	127	,004	,905	127	,000

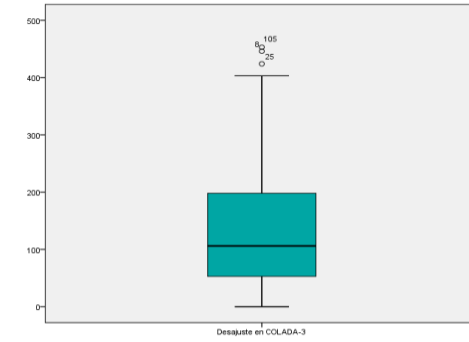
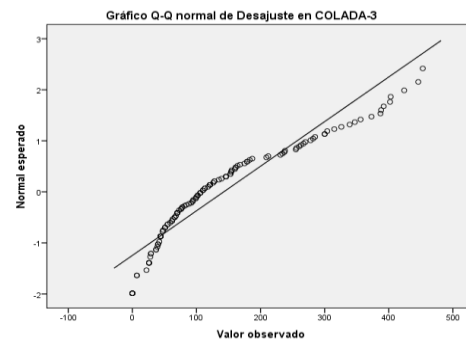
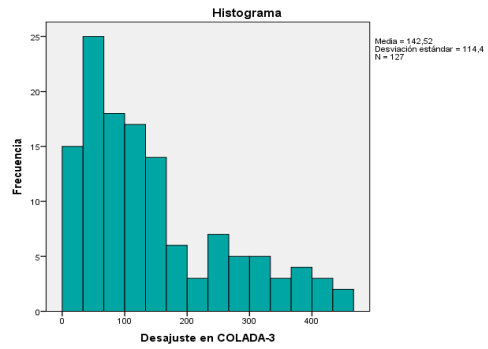
Desajuste en COLADA-1



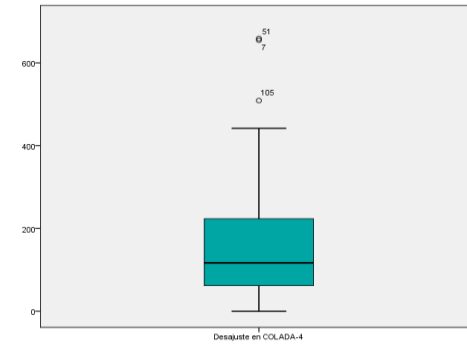
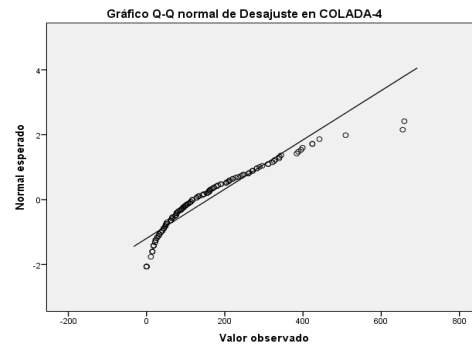
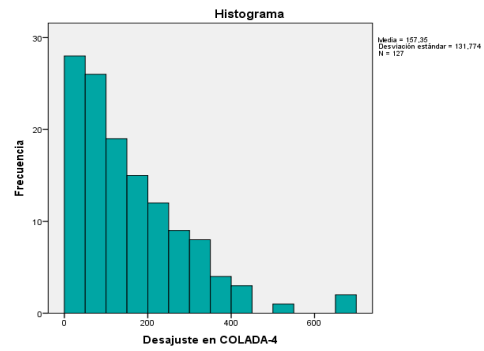
Desajuste en COLADA-2



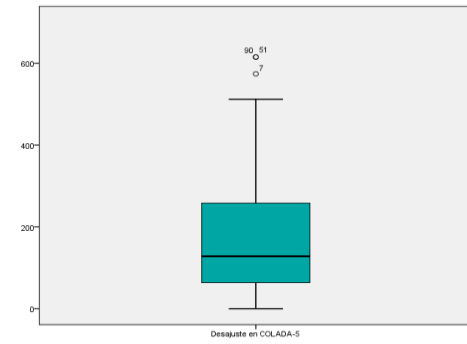
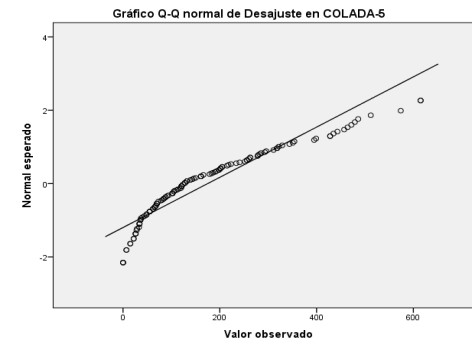
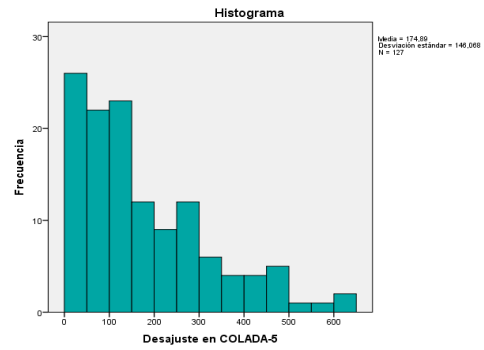
Desajuste en COLADA-3



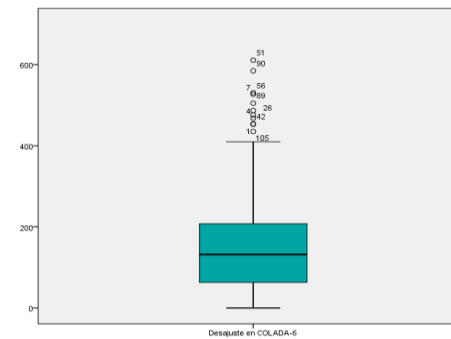
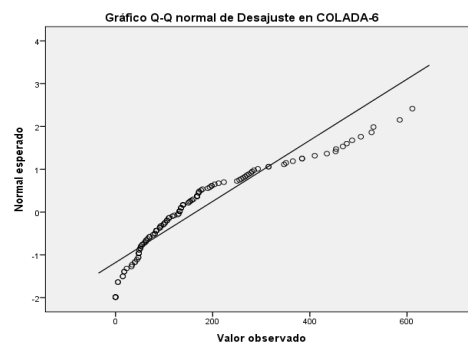
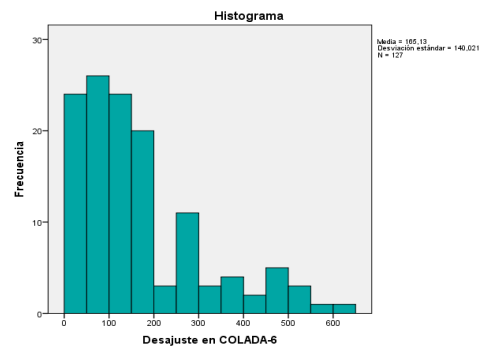
Desajuste en COLADA-4



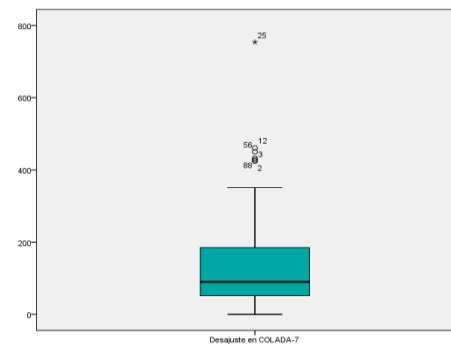
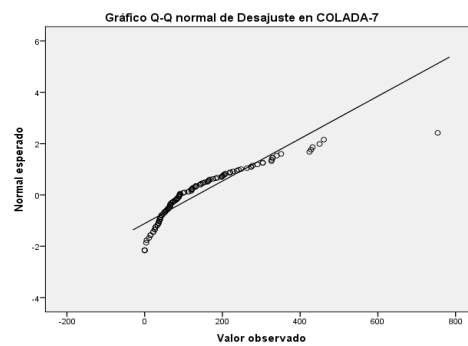
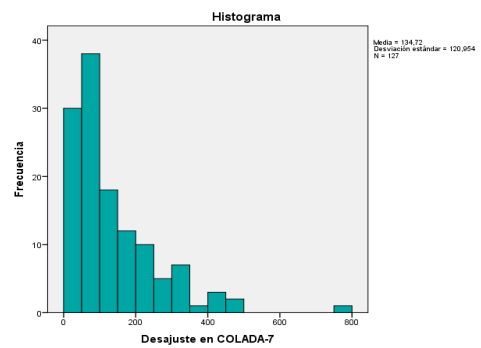
Desajuste en COLADA-5



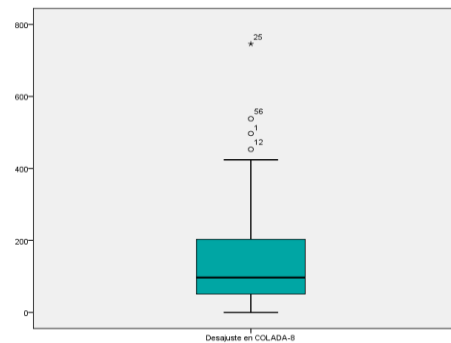
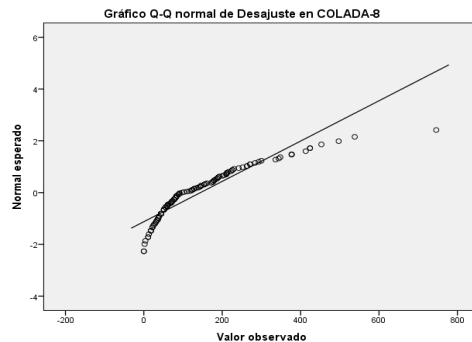
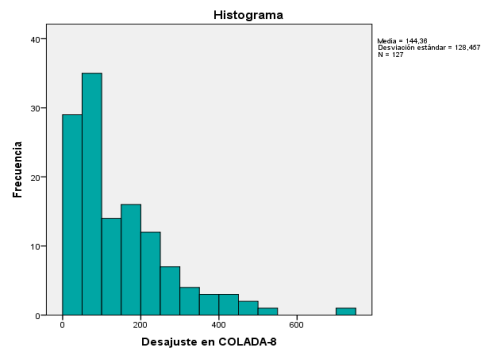
Desajuste en COLADA-6



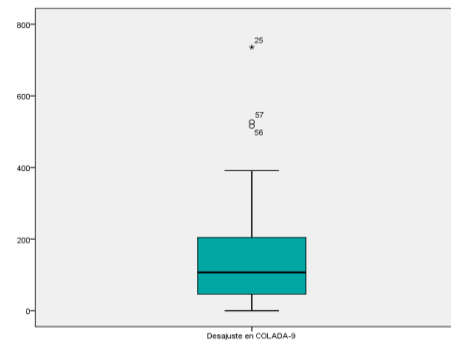
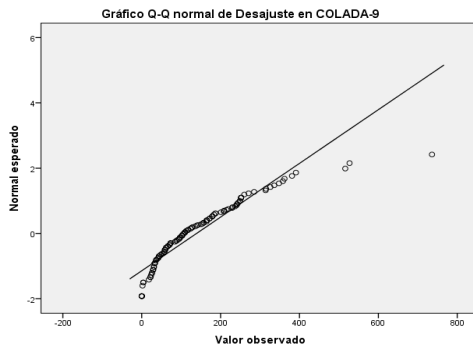
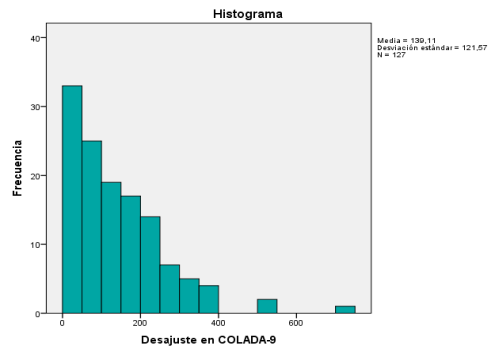
Desajuste en COLADA-7



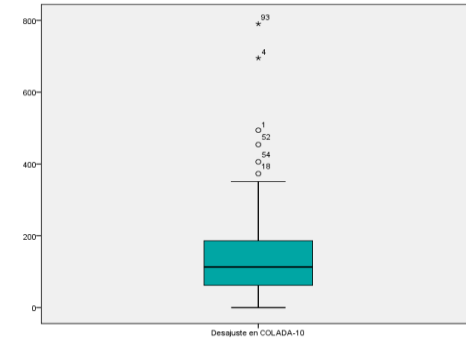
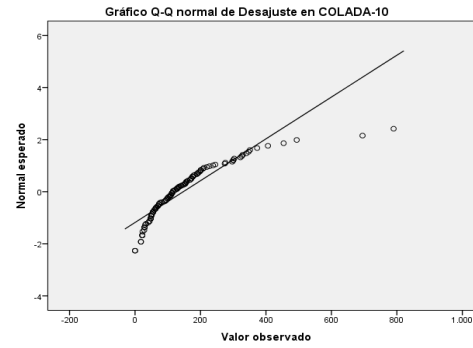
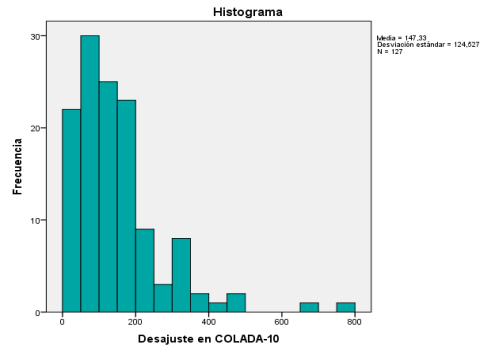
Desajuste en COLADA-8



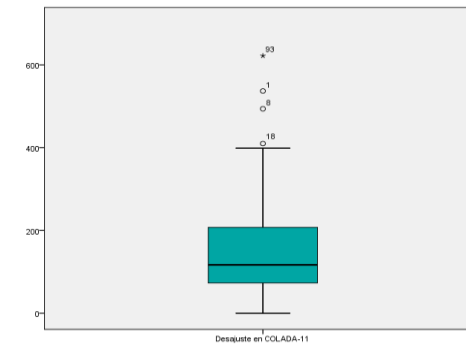
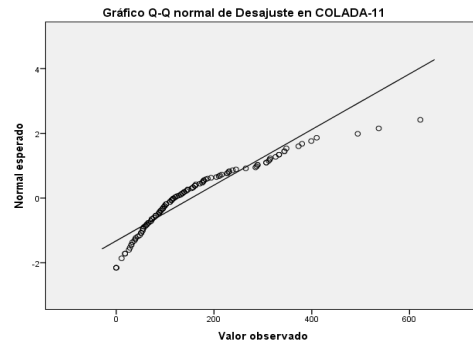
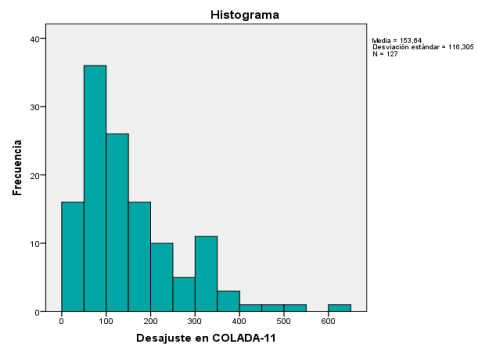
Desajuste en COLADA-9



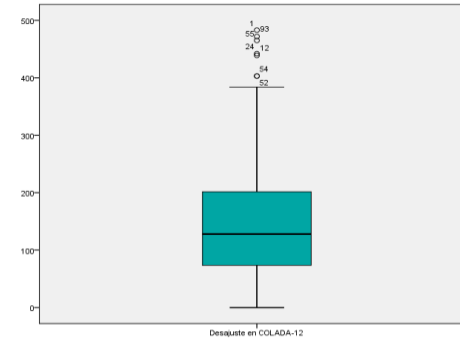
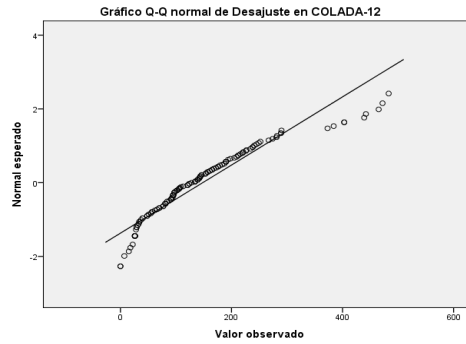
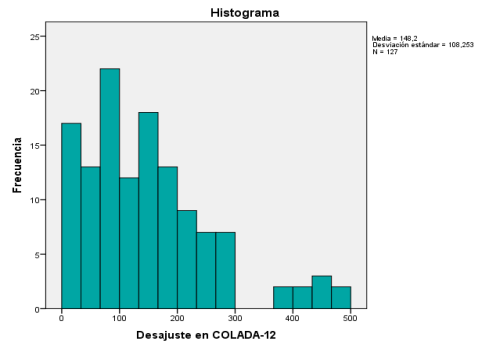
Desajuste en COLADA-10



Desajuste en COLADA-11



Desajuste en COLADA-12



Explorar

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desajuste en COLADA-7	126	99,2%	1	,8%	127	100,0%
Desajuste en COLADA-8	126	99,2%	1	,8%	127	100,0%
Desajuste en COLADA-9	126	99,2%	1	,8%	127	100,0%

Descriptivos

	Estadístico													Error estándar		
	Media	95% de intervalo de confianza para la media		Media recortada al 5%	Mediana	Varianza	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Rango	Rango intercuartil	Asimetría	Curtosis	Media	Asimetría	Curtosis
		Límite inferior	Límite superior													
Desajuste en COLADA-7	129,81	110,78	148,84	120,67	89,50	11654,587	107,956	0	461	461	133	1,252	1,007	9,618	,216	,428
Desajuste en COLADA-8	139,59	118,94	160,24	129,58	94,00	13714,516	117,109	0	538	538	151	1,225	1,128	10,433	,216	,428
Desajuste en COLADA-9	134,37	115,04	153,71	126,02	106,00	12024,780	109,658	0	527	527	159	1,123	1,259	9,769	,216	,428

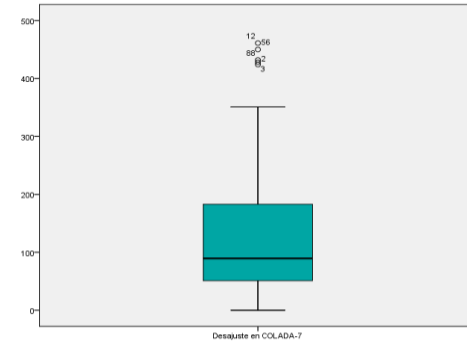
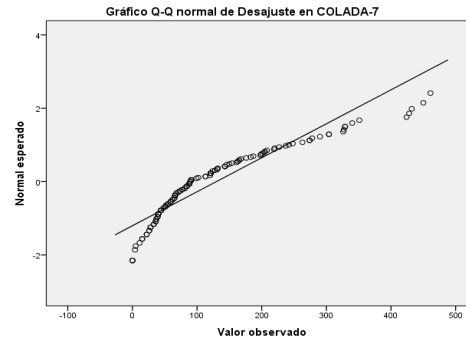
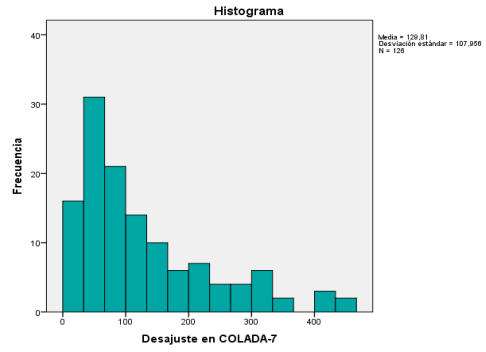
Valores extremos

			Número del caso	Valor
Desajuste en COLADA-7	Mayor	1	12	461
		2	56	450
		3	88	432
		4	3	428
		5	2	424
	Menor	1	72	0
		2	41	0
		3	31	0
		4	95	4
		5	120	5
Desajuste en COLADA-8	Mayor	1	56	538
		2	1	497
		3	12	453
		4	7	424
		5	9	424
	Menor	1	59	0
		2	41	0
		3	125	2
		4	80	4
		5	50	11
Desajuste en COLADA-9	Mayor	1	57	527
		2	56	516
		3	1	391
		4	87	381
		5	4	362
	Menor	1	76	0
		2	73	0
		3	59	0
		4	50	0
		5	36	0

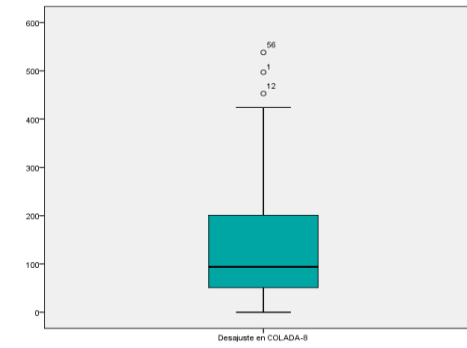
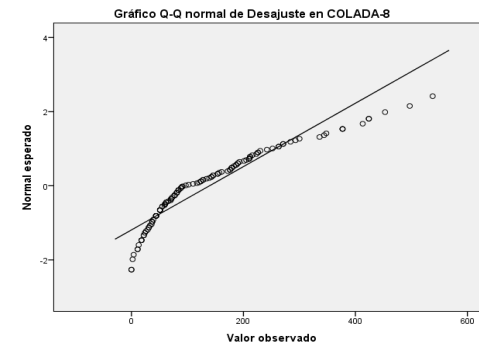
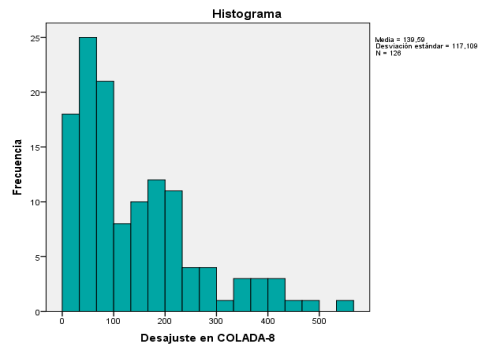
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desajuste en COLADA-7	,172	126	,000	,872	126	,000
Desajuste en COLADA-8	,161	126	,000	,883	126	,000
Desajuste en COLADA-9	,120	126	,000	,907	126	,000

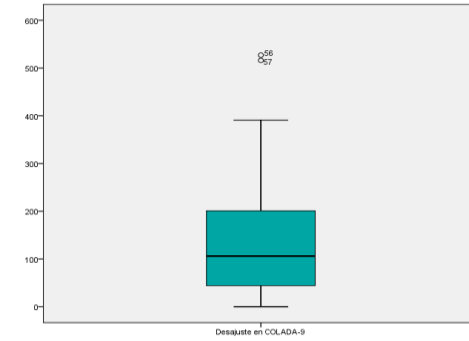
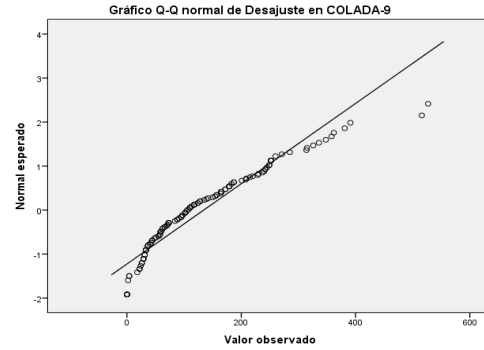
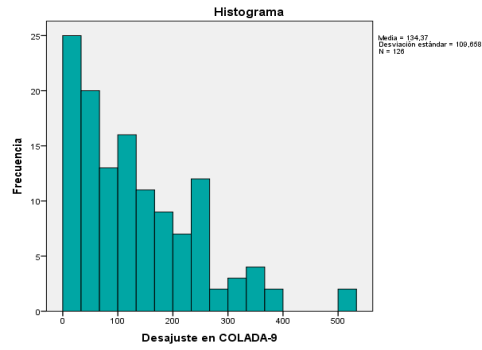
Desajuste en COLADA-7



Desajuste en COLADA-8



Desajuste en COLADA-9



Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desajuste en COLADA-10	125	98,4%	2	1,6%	127	100,0%

Descriptivos

	Estadístico	Error estándar	
Desajuste en COLADA-10	Media	137,81	8,907
	95% de intervalo de confianza para la media	120,18	
	Límite inferior		
	Límite superior	155,44	
	Media recortada al 5%	130,05	
	Mediana	113,00	
	Varianza	9915,866	
	Desviación estándar	99,578	
	Mínimo	0	
	Máximo	494	
	Rango	494	
	Rango intercuartil	121	
	Asimetría	1,210	,217
	Curtosis	1,377	,430

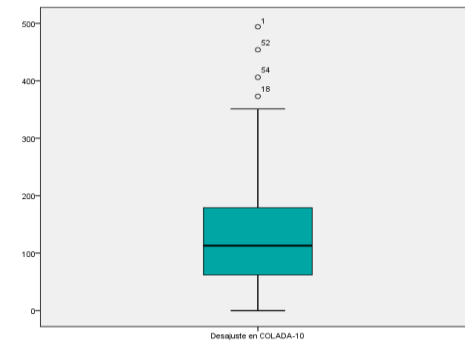
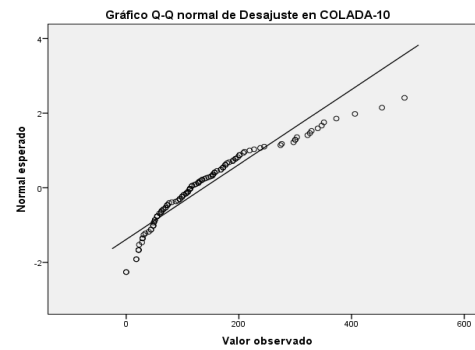
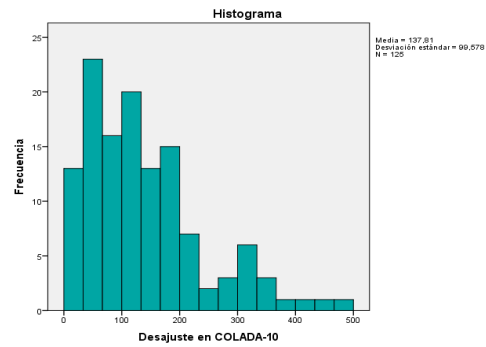
Valores extremos

			Número del caso	Valor
Desajuste en COLADA-10	Mayor	1	1	494
		2	52	454
		3	54	406
		4	18	373
		5	2	351
	Menor	1	35	0
		2	7	0
		3	117	18
		4	59	18
		5	87	22

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desajuste en COLADA-10	,111	125	,001	,903	125	,000

Desajuste en COLADA-10



Explorar

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desajuste en COLADA-11	126	99,2%	1	,8%	127	100,0%

Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
Desajuste en COLADA-11	Media	149,92	9,704	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	130,71	
		Límite superior	169,13	
	Media recortada al 5%	142,31		
	Mediana	117,00		
	Varianza	11866,122		
	Desviación estándar	108,932		
	Mínimo	0		
	Máximo	537		
	Rango	537		
	Rango intercuartil	134		
	Asimetría	1,148	,216	
	Curtosis	1,027	,428	

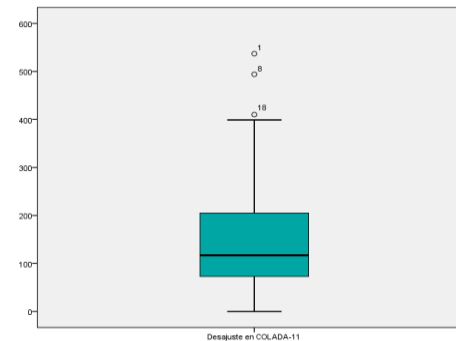
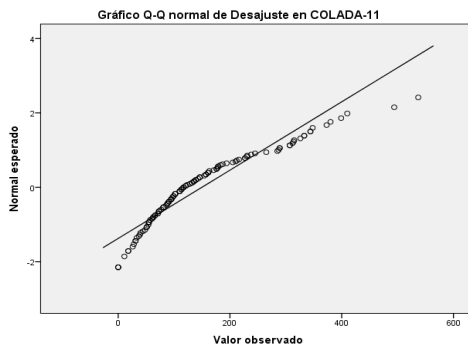
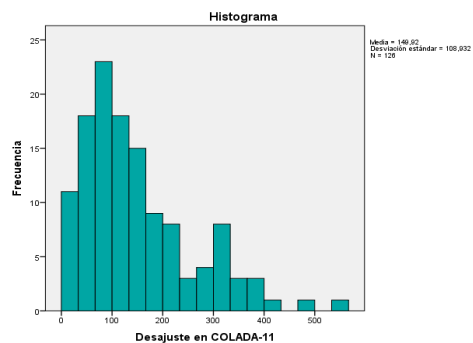
Valores extremos

			Número del caso	Valor
Desajuste en COLADA-11	Mayor	1	1	537
		2	8	494
		3	18	410
		4	52	399
		5	12	380
	Menor	1	72	0
		2	34	0
		3	7	0
		4	98	11
		5	86	18

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desajuste en COLADA-11	,133	126	,000	,904	126	,000

Desajuste en COLADA-11



GLM COLADA.01 COLADA.02 COLADA.03 COLADA.04 COLADA.05 COLADA.06 COLADA.07 COLADA.08 COLADA.09 COLADA.10 COLADA.11 COLADA.12
 /WSFACTOR=MEDICIONES 12 Polynomial
 /MEASURE=DESAJUSTE_COLADA

Modelo lineal general

Factores dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_CO
 LADA

MEDICIONES	Variable dependiente
1	COLADA.01
2	COLADA.02
3	COLADA.03
4	COLADA.04
5	COLADA.05
6	COLADA.06
7	COLADA.07
8	COLADA.08
9	COLADA.09
10	COLADA.10
11	COLADA.11
12	COLADA.12

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación estándar	N
Desajuste en COLADA-1	127,03	103,690	124
Desajuste en COLADA-2	129,86	98,013	124
Desajuste en COLADA-3	137,06	109,688	124
Desajuste en COLADA-4	153,85	131,078	124
Desajuste en COLADA-5	171,28	145,127	124
Desajuste en COLADA-6	162,60	139,037	124
Desajuste en COLADA-7	128,95	107,938	124
Desajuste en COLADA-8	138,56	116,395	124
Desajuste en COLADA-9	133,23	108,338	124
Desajuste en COLADA-10	137,62	99,960	124
Desajuste en COLADA-11	148,77	109,089	124
Desajuste en COLADA-12	143,26	103,361	124

Pruebas multivariante

Efecto		Valor	F	GI de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado
MEDICIONES	Traza de Pillai	,183	2,295	11,000	113,000	,014	,183
	Lambda de Wilks	,817	2,295	11,000	113,000	,014	,183
	Traza de Hotelline	,223	2,295	11,000	113,000	,014	,183
	Raíz mayor de Roy	,223	2,295	11,000	113,000	,014	,183

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
MEDICIONES	,001	860,719	65	,000	,413	,431	,091

Pruebas de contrastes dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
MEDICIONES	Lineal	3002,832	1	3002,832	,215	,644	,002
	Cuadrático	39820,214	1	39820,214	2,778	,098	,022
	Cúbico	81497,568	1	81497,568	8,430	,004	,064
	Orden 4	3596,462	1	3596,462	,703	,403	,006
	Orden 5	83038,360	1	83038,360	7,411	,007	,057
	Orden 6	91,606	1	91,606	,040	,842	,000
	Orden 7	13986,369	1	13986,369	2,897	,091	,023
	Orden 8	12042,599	1	12042,599	3,237	,074	,026
	Orden 9	8675,378	1	8675,378	2,540	,114	,020
	Orden 10	8152,651	1	8152,651	5,325	,023	,041
	Orden 11	11225,679	1	11225,679	3,492	,064	,028
Error (MEDICIONES)	Lineal	1719561,301	123	13980,173			
	Cuadrático	1763239,135	123	14335,278			
	Cúbico	1189138,625	123	9667,794			
	Orden 4	629047,180	123	5114,205			
	Orden 5	1378220,806	123	11205,047			
	Orden 6	283918,609	123	2308,281			
	Orden 7	593845,916	123	4828,016			
	Orden 8	457566,593	123	3720,054			
	Orden 9	420030,360	123	3414,881			
	Orden 10	188318,951	123	1531,048			
	Orden 11	395369,807	123	3214,389			

Pruebas de efectos dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_C
OLADA

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
MEDICIONES	Esfericidad asumida	265129,718	11	24102,702	3,616	,000	,029
	Greenhouse-Geisser	265129,718	4,547	58307,772	3,616	,004	,029
	Huynh-Feldt	265129,718	4,743	55897,681	3,616	,004	,029
	Límite inferior	265129,718	1,000	265129,718	3,616	,060	,029
Error (MEDICIONES)	Esfericidad asumida	9018257,282	1353	6665,379			
	Greenhouse-Geisser	9018257,282	559,290	16124,474			
	Huynh-Feldt	9018257,282	583,404	15457,985			
	Límite inferior	9018257,282	123,000	73319,165			

Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA
Variable transformada: Media

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Interceptación	30289274,734	1	30289274,734	351,562	,000	,741
Error	10597232,266	123	86156,360			

Medias marginales estimadas

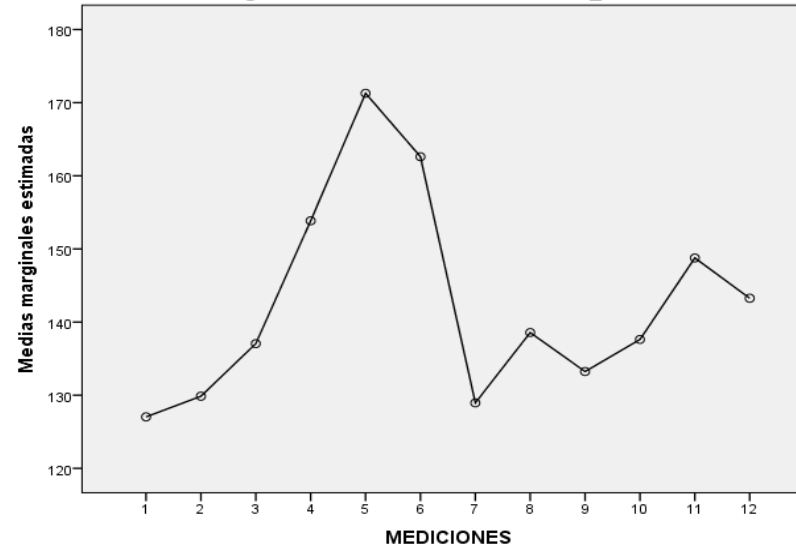
MEDICIONES

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA

MEDICIONES	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
1	127,032	9,312	108,600	145,464
2	129,863	8,802	112,440	147,286
3	137,056	9,850	117,558	156,555
4	153,847	11,771	130,547	177,147
5	171,282	13,033	145,485	197,080
6	162,605	12,486	137,890	187,320
7	128,952	9,693	109,765	148,139
8	138,565	10,453	117,874	159,255
9	133,234	9,729	113,976	152,492
10	137,621	8,977	119,852	155,390
11	148,766	9,796	129,375	168,158
12	143,258	9,282	124,885	161,631

Gráficos de perfil

Medias marginales estimadas de DESAJUSTE_COLADA



Pruebas NPar

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
Desajuste en COLADA-1	5,61
Desajuste en COLADA-2	6,19
Desajuste en COLADA-3	6,31
Desajuste en COLADA-4	6,67
Desajuste en COLADA-5	7,23
Desajuste en COLADA-6	6,88
Desajuste en COLADA-7	5,89
Desajuste en COLADA-8	6,47
Desajuste en COLADA-9	6,18
Desajuste en COLADA-10	6,76
Desajuste en COLADA-11	7,05
Desajuste en COLADA-12	6,76

Estadísticos de prueba

N	127
Chi-cuadrado	24,855
gl	11
Sig. asintótica	,010

Modelo lineal general

Factores dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_ COLADA

MEDICIONES	Variable dependiente
1	COLADA.01
2	COLADA.02
3	COLADA.03
4	COLADA.04
5	COLADA.05
6	COLADA.06
7	COLADA.07
8	COLADA.08
9	COLADA.09
10	COLADA.10
11	COLADA.11
12	COLADA.12

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación estándar	N
Desajuste en COLADA-1	128,52	103,242	127
Desajuste en COLADA-2	133,05	99,261	127
Desajuste en COLADA-3	142,52	114,400	127
Desajuste en COLADA-4	157,35	131,774	127
Desajuste en COLADA-5	174,89	146,068	127
Desajuste en COLADA-6	165,13	140,021	127
Desajuste en COLADA-7	134,72	120,954	127
Desajuste en COLADA-8	144,36	128,457	127
Desajuste en COLADA-9	139,11	121,570	127
Desajuste en COLADA-10	147,33	124,527	127
Desajuste en COLADA-11	153,64	116,305	127
Desajuste en COLADA-12	148,20	108,253	127

Pruebas multivariante

Efecto		Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Traza de Pillai	,191	2,486	11,000	116,000	,008	,191	27,343	,950
	Lambda de Wilks	,809	2,486	11,000	116,000	,008	,191	27,343	,950
	Traza de Hotelling	,236	2,486	11,000	116,000	,008	,191	27,343	,950
	Raíz mayor de Roy	,236	2,486	11,000	116,000	,008	,191	27,343	,950

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
MEDICIONES	,000	935,515	65	,000	,405	,421	,091

Pruebas de efectos dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Esfericidad asumida	258246,945	11	23476,995	3,114	,000	,024	34,250	,991
	Greenhouse-Geisser	258246,945	4,452	58001,534	3,114	,012	,024	13,863	,846
	Huynh-Feldt	258246,945	4,636	55708,427	3,114	,011	,024	14,434	,857
	Límite inferior	258246,945	1,000	258246,945	3,114	,080	,024	3,114	,417
Error(MEDICIONES)	Esfericidad asumida	10450574,888	1386	7540,097					
	Greenhouse-Geisser	10450574,888	561,004	18628,330					
	Huynh-Feldt	10450574,888	584,097	17891,854					
	Límite inferior	10450574,888	126,000	82941,071					

Pruebas de contrastes dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada	
MEDICIONES	Lineal	10965,726	1	10965,726	,743	,390	,006	,743	,137
	Cuadrático	47365,145	1	47365,145	2,941	,089	,023	2,941	,398
	Cúbico	74302,695	1	74302,695	7,320	,008	,055	7,320	,766
	Orden 4	627,293	1	627,293	,100	,752	,001	,100	,061
	Orden 5	76982,031	1	76982,031	5,550	,020	,042	5,550	,647
	Orden 6	37,936	1	37,936	,016	,901	,000	,016	,052
	Orden 7	15091,978	1	15091,978	2,571	,111	,020	2,571	,356
	Orden 8	6716,418	1	6716,418	1,475	,227	,012	1,475	,226
	Orden 9	5718,425	1	5718,425	1,610	,207	,013	1,610	,242
	Orden 10	11517,925	1	11517,925	6,607	,011	,050	6,607	,723
	Orden 11	8921,373	1	8921,373	2,438	,121	,019	2,438	,341
Error(MEDICIONES)	Lineal	1859913,928	126	14761,222					
	Cuadrático	2029112,513	126	16104,068					
	Cúbico	1278911,543	126	10150,092					
	Orden 4	786571,735	126	6242,633					
	Orden 5	1747589,723	126	13869,760					
	Orden 6	306713,451	126	2434,234					
	Orden 7	739753,518	126	5871,060					
	Orden 8	573607,960	126	4552,444					
	Orden 9	447615,189	126	3552,501					
	Orden 10	219663,457	126	1743,361					
	Orden 11	461121,871	126	3659,697					

Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA
Variable transformada: Media

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Interceptación	33112289,764	1	33112289,764	346,266	,000	,733	346,266	1,000
Error	12048962,403	126	95626,686					

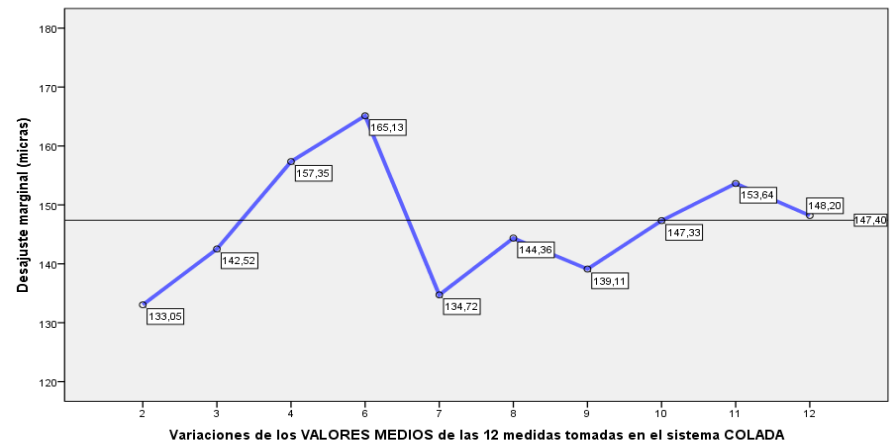
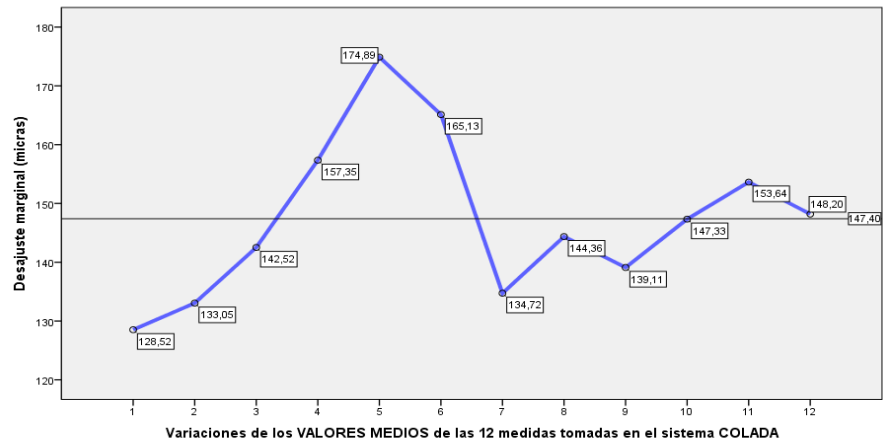
Medias marginales estimadas

MEDICIONES

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA

MEDICIONES	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
1	128,520	9,161	110,390	146,650
2	133,047	8,808	115,617	150,478
3	142,520	10,151	122,430	162,609
4	157,354	11,693	134,214	180,494
5	174,890	12,961	149,239	200,540
6	165,126	12,425	140,538	189,714
7	134,724	10,733	113,484	155,965
8	144,362	11,399	121,804	166,920
9	139,110	10,788	117,762	160,459
10	147,331	11,050	125,463	169,198
11	153,638	10,320	133,214	174,061
12	148,197	9,606	129,187	167,207

Gráficos de perfil



Modelo lineal general

Factores dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA

MEDICIONES	Variable dependiente
1	COLADA.02
2	COLADA.03
3	COLADA.04
4	COLADA.06
5	COLADA.07
6	COLADA.08
7	COLADA.09
8	COLADA.10
9	COLADA.11
10	COLADA.12

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación estándar	N
Desajuste en COLADA-2	133,05	99,261	127
Desajuste en COLADA-3	142,52	114,400	127
Desajuste en COLADA-4	157,35	131,774	127
Desajuste en COLADA-6	165,13	140,021	127
Desajuste en COLADA-7	134,72	120,954	127
Desajuste en COLADA-8	144,36	128,457	127
Desajuste en COLADA-9	139,11	121,570	127
Desajuste en COLADA-10	147,33	124,527	127
Desajuste en COLADA-11	153,64	116,305	127
Desajuste en COLADA-12	148,20	108,253	127

Pruebas multivariante

Efecto		Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Traza de Pillai	,112	1,655	9,000	118,000	,108	,112	14,899	,740
	Lambda de Wilks	,888	1,655	9,000	118,000	,108	,112	14,899	,740
	Traza de Hotelling	,126	1,655	9,000	118,000	,108	,112	14,899	,740
	Raíz mayor de Roy	,126	1,655	9,000	118,000	,108	,112	14,899	,740

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
MEDICIONES	,006	623,431	44	,000	,465	,483	,111

Pruebas de efectos dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Esfericidad asumida	116066,237	9	12896,249	1,698	,085	,013	15,280	,785
	Greenhouse-Geisser	116066,237	4,188	27712,908	1,698	,146	,013	7,110	,535
	Huynh-Feldt	116066,237	4,350	26681,113	1,698	,143	,013	7,385	,546
	Límite inferior	116066,237	1,000	116066,237	1,698	,195	,013	1,698	,253
Error(MEDICIONES)	Esfericidad asumida	8614049,663	1134	7596,164					
	Greenhouse-Geisser	8614049,663	527,709	16323,490					
	Huynh-Feldt	8614049,663	548,116	15715,741					
	Límite inferior	8614049,663	126,000	68365,474					

Pruebas de contrastes dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada	
MEDICIONES	Lineal	3520,630	1	3520,630	,271	,603	,002	,271	,081
	Cuadrático	2801,456	1	2801,456	,197	,658	,002	,197	,073
	Cúbico	34301,411	1	34301,411	4,613	,034	,035	4,613	,568
	Orden 4	21538,532	1	21538,532	2,376	,126	,019	2,376	,334
	Orden 5	14960,822	1	14960,822	2,425	,122	,019	2,425	,339
	Orden 6	9791,314	1	9791,314	1,352	,247	,011	1,352	,211
	Orden 7	2104,608	1	2104,608	,504	,479	,004	,504	,108
	Orden 8	4255,246	1	4255,246	1,165	,282	,009	1,165	,188
	Orden 9	22792,218	1	22792,218	6,620	,011	,050	6,620	,724
Error(MEDICIONES)	Lineal	1636159,779	126	12985,395					
	Cuadrático	1788155,597	126	14191,711					
	Cúbico	936959,194	126	7436,184					
	Orden 4	1142384,363	126	9066,543					
	Orden 5	777380,408	126	6169,686					
	Orden 6	912436,429	126	7241,559					
	Orden 7	526586,907	126	4179,261					
	Orden 8	460208,463	126	3652,448					
	Orden 9	433778,523	126	3442,687					

Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA
Variable transformada: Media

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Interceptación	27272295,629	1	27272295,629	348,718	,000	,735	348,718	1,000
Error	9854133,471	126	78207,408					

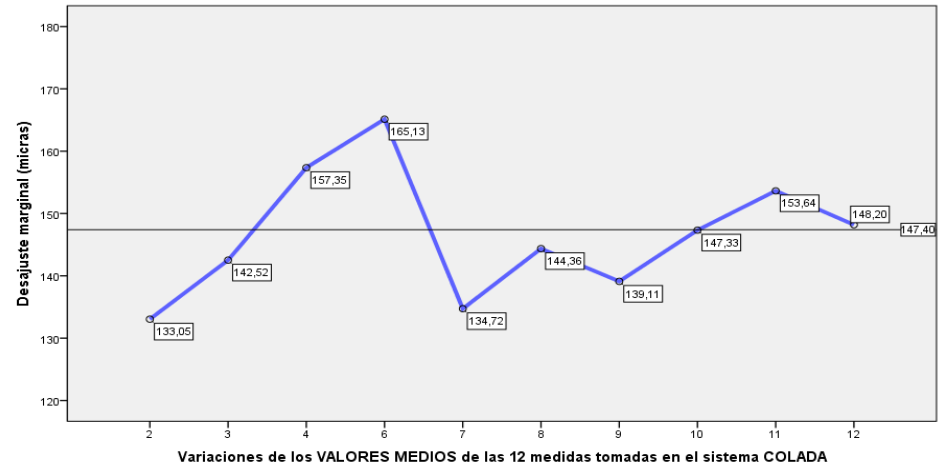
Medias marginales estimadas

MEDICIONES

Medida: DESAJUSTE_CO
LADA

MEDICIONES	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
1	133,047	8,808	115,617	150,478
2	142,520	10,151	122,430	162,609
3	157,354	11,693	134,214	180,494
4	165,126	12,425	140,538	189,714
5	134,724	10,733	113,484	155,965
6	144,362	11,399	121,804	166,920
7	139,110	10,788	117,762	160,459
8	147,331	11,050	125,463	169,198
9	153,638	10,320	133,214	174,061
10	148,197	9,606	129,187	167,207

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Notas

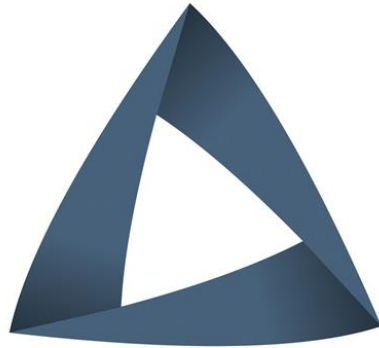
Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
Desajuste en COLADA-2	5,20
Desajuste en COLADA-3	5,28
Desajuste en COLADA-4	5,65
Desajuste en COLADA-6	5,85
Desajuste en COLADA-7	4,98
Desajuste en COLADA-8	5,42
Desajuste en COLADA-9	5,22
Desajuste en COLADA-10	5,74
Desajuste en COLADA-11	5,96
Desajuste en COLADA-12	5,70

Estadísticos de prueba

N	127
Chi-cuadrado	13,126
gl	9
Sig. asintótica	,157



3 datos

tratamiento estadístico

Trabajo de investigación: Juan Carlos Lillo Rodríguez

Tema: Estudio experimental in vitro sobre el ajuste de cofias obtenidas mediante procedimientos convencionales y CAD/CAM.

Área: Odontología

Organización: Pruebas realizadas para el sistema Lava-SCAN

Fecha de análisis: Noviembre 2016

Analista principal: **José Manuel García de Cecilia**
<http://www.linkedin.com/in/3datosjmgarciadececilia>

www.3datos.es
Telf. de contacto: +34 669 700 696
Usuario Skype: 3datos

Pruebas NPar

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	N	Parámetros normales		Máximas diferencias extremas			Estadístico de prueba	Sig. asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Probabilidad en el punto
		Media	Desviación estándar	Absoluta	Positivo	Negativo				
Desajuste en LavaSCAN-1	127	135,52	80,323	,130	,130	-,072	,130	,000	,024	0,000
Desajuste en LavaSCAN-2	127	147,06	86,001	,115	,115	-,073	,115	,000	,063	0,000
Desajuste en LavaSCAN-3	127	147,99	81,639	,101	,101	-,063	,101	,003	,143	0,000
Desajuste en LavaSCAN-4	127	145,60	99,188	,141	,141	-,104	,141	,000	,012	0,000
Desajuste en LavaSCAN-5	127	152,63	100,822	,121	,121	-,069	,121	,000	,045	0,000
Desajuste en LavaSCAN-6	127	142,58	101,923	,120	,120	-,098	,120	,000	,046	0,000
Desajuste en LavaSCAN-7	127	134,55	93,623	,141	,141	-,093	,141	,000	,011	0,000
Desajuste en LavaSCAN-8	127	137,20	96,097	,123	,123	-,113	,123	,000	,039	0,000
Desajuste en LavaSCAN-9	127	124,12	86,001	,139	,139	-,088	,139	,000	,013	0,000
Desajuste en LavaSCAN-10	127	145,03	107,443	,130	,130	-,108	,130	,000	,025	0,000
Desajuste en LavaSCAN-11	127	142,49	104,742	,144	,144	-,104	,144	,000	,009	0,000
Desajuste en LavaSCAN-12	127	136,87	88,351	,094	,094	-,081	,094	,007	,194	0,000

Explorar

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desajuste en LavaSCAN-1	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaSCAN-2	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaSCAN-3	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaSCAN-4	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaSCAN-5	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%

Desajuste en LavaSCAN-6	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaSCAN-7	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaSCAN-8	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaSCAN-9	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaSCAN-10	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaSCAN-11	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaSCAN-12	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%

Descriptivos

	Estadístico													Error estándar		
	Media	95% de intervalo de confianza para la media		Media recortada al 5%	Mediana	Varianza	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Rango	Rango intercuartil	Asimetría	Curtosis	Media	Asimetría	Curtosis
		Límite inferior	Límite superior													
Desajuste en LavaSCAN-1	135,52	121,41	149,62	128,31	126,00	6451,744	80,323	11	464	453	84	1,617	3,935	7,127	,215	,427
Desajuste en LavaSCAN-2	147,06	131,95	162,16	140,98	128,00	7396,195	86,001	0	494	494	110	1,212	2,076	7,631	,215	,427
Desajuste en LavaSCAN-3	147,99	133,66	162,33	143,05	134,00	6664,929	81,639	23	464	441	102	1,002	1,193	7,244	,215	,427
Desajuste en LavaSCAN-4	145,60	128,18	163,02	136,97	121,00	9838,322	99,188	0	519	519	114	1,349	1,811	8,802	,215	,427
Desajuste en LavaSCAN-5	152,63	134,93	170,33	145,34	135,00	10165,092	100,822	3	468	465	125	,994	,818	8,947	,215	,427
Desajuste en LavaSCAN-6	142,58	124,68	160,48	133,71	117,00	10388,324	101,923	11	582	571	120	1,393	2,514	9,044	,215	,427
Desajuste en LavaSCAN-7	134,55	118,11	150,99	127,73	110,00	8765,218	93,623	6	512	506	130	1,227	1,877	8,308	,215	,427
Desajuste en LavaSCAN-8	137,20	120,32	154,07	129,38	113,00	9234,636	96,097	21	476	455	142	1,105	,969	8,527	,215	,427
Desajuste en LavaSCAN-9	124,12	109,02	139,22	117,52	102,00	7396,121	86,001	0	377	377	110	1,102	,813	7,631	,215	,427
Desajuste en LavaSCAN-10	145,03	126,16	163,90	133,82	121,00	11544,031	107,443	4	651	647	113	1,962	5,676	9,534	,215	,427
Desajuste en LavaSCAN-11	142,49	124,09	160,88	131,38	128,00	10970,982	104,742	4	688	684	106	2,015	6,407	9,294	,215	,427
Desajuste en LavaSCAN-12	136,87	121,35	152,38	130,16	121,00	7805,831	88,351	0	413	413	106	1,117	1,123	7,840	,215	,427

Valores extremos

			Número del caso	Valor
Desajuste en LavaSCAN-1	Mayor	1	105	464
		2	11	461
		3	47	373
		4	81	333
		5	48	329
	Menor	1	53	11
		2	126	18
		3	116	21
		4	120	24
		5	58	29
Desajuste en LavaSCAN-2	Mayor	1	11	494
		2	105	443
		3	48	351
		4	79	348
		5	18	329
	Menor	1	53	0
		2	16	18
		3	104	31
		4	33	33
		5	117	36
Desajuste en LavaSCAN-3	Mayor	1	11	464
		2	48	373
		3	1	344
		4	39	340
		5	105	319
	Menor	1	126	23
		2	92	26
		3	65	26
		4	14	29
		5	15	36

Valores extremos

			Número del caso	Valor
Desajuste en LavaSCAN-7	Mayor	1	25	512
		2	12	461
		3	46	344
		4	38	329
		5	8	318
	Menor	1	14	6
		2	72	15
		3	117	18
		4	91	22
		5	85	22
Desajuste en LavaSCAN-8	Mayor	1	25	476
		2	12	435
		3	6	398
		4	46	352
		5	38	351
	Menor	1	117	21
		2	124	23
		3	14	24
		4	98	26
		5	91	26
Desajuste en LavaSCAN-9	Mayor	1	25	377
		2	12	376
		3	81	370
		4	46	366
		5	38	344
	Menor	1	57	0
		2	31	4
		3	101	7
		4	35	11
		5	117	23

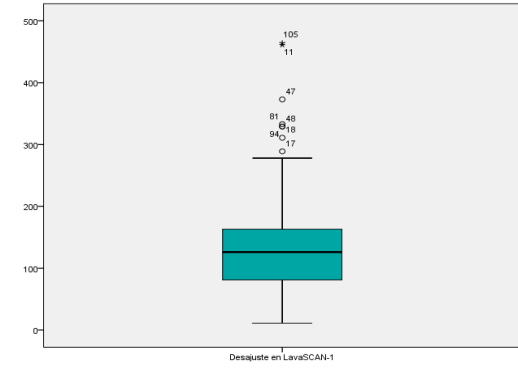
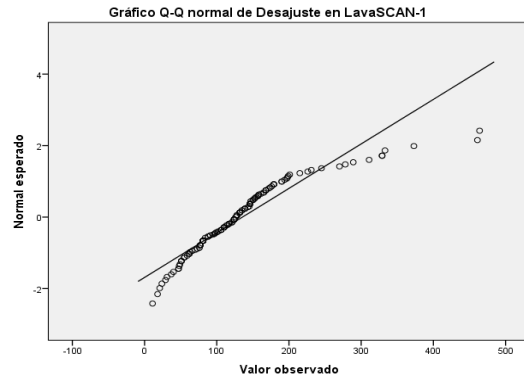
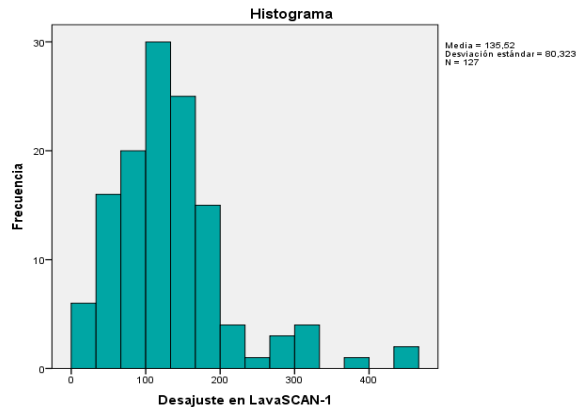
Desajuste en LavaSCAN-4	Mayor	1	12	519
		2	81	450
		3	13	409
		4	46	406
		5	26	395
Menor	1	56	0	
	2	87	18	
	3	76	29	
	4	75	29	
	5	98	33	
Desajuste en LavaSCAN-5	Mayor	1	81	468
		2	46	454
		3	26	435
		4	12	431
		5	13	395
Menor	1	16	3	
	2	56	4	
	3	84	11	
	4	87	18	
	5	104	23	
Desajuste en LavaSCAN-6	Mayor	1	46	582
		2	81	435
		3	12	431
		4	60	399
		5	32	373
Menor	1	57	11	
	2	84	15	
	3	76	18	
	4	56	18	
	5	112	26	

Desajuste en LavaSCAN-10	Mayor	1	60	651
		2	93	596
		3	12	486
		4	48	395
		5	13	391
Menor	1	65	4	
	2	92	7	
	3	123	21	
	4	61	22	
	5	36	22	
Desajuste en LavaSCAN-11	Mayor	1	8	688
		2	12	475
		3	48	465
		4	18	461
		5	93	399
Menor	1	65	4	
	2	123	15	
	3	95	18	
	4	86	18	
	5	16	22	
Desajuste en LavaSCAN-12	Mayor	1	48	413
		2	18	399
		3	12	387
		4	47	366
		5	46	359
Menor	1	65	0	
	2	94	11	
	3	49	22	
	4	16	22	
	5	118	23	

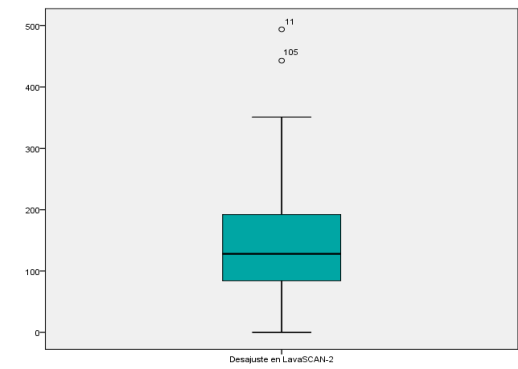
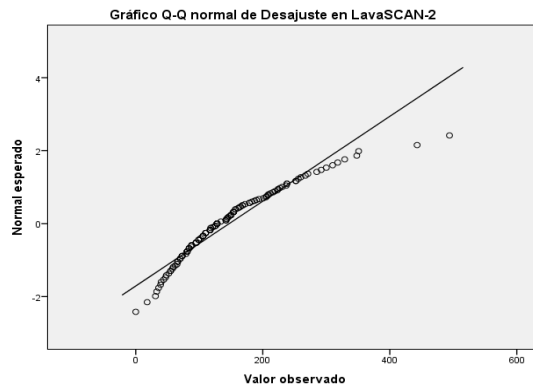
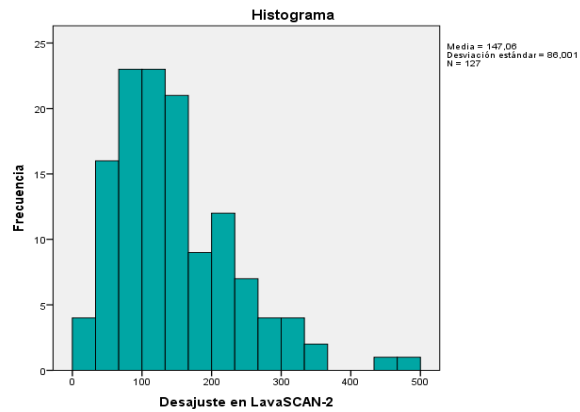
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desajuste en LavaSCAN-1	,130	127	,000	,878	127	,000
Desajuste en LavaSCAN-2	,115	127	,000	,924	127	,000
Desajuste en LavaSCAN-3	,101	127	,003	,939	127	,000
Desajuste en LavaSCAN-4	,141	127	,000	,888	127	,000
Desajuste en LavaSCAN-5	,121	127	,000	,929	127	,000
Desajuste en LavaSCAN-6	,120	127	,000	,893	127	,000
Desajuste en LavaSCAN-7	,141	127	,000	,903	127	,000
Desajuste en LavaSCAN-8	,123	127	,000	,901	127	,000
Desajuste en LavaSCAN-9	,139	127	,000	,904	127	,000
Desajuste en LavaSCAN-10	,130	127	,000	,842	127	,000
Desajuste en LavaSCAN-11	,144	127	,000	,842	127	,000
Desajuste en LavaSCAN-12	,094	127	,007	,915	127	,000

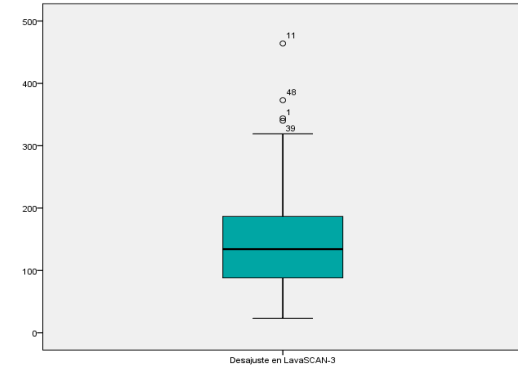
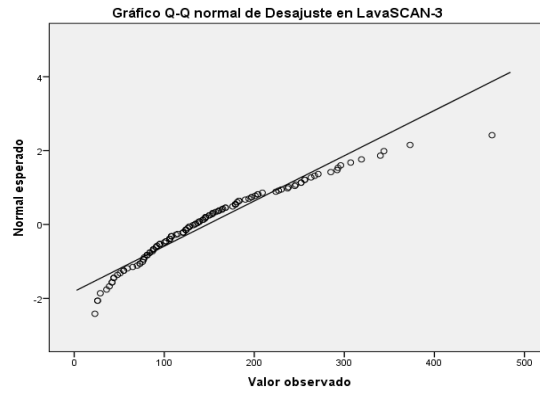
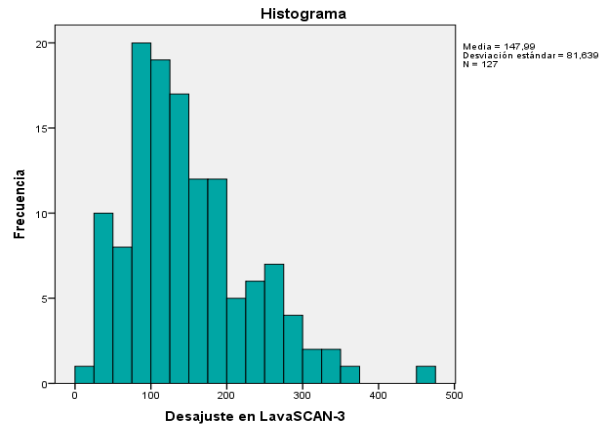
Desajuste en LavaSCAN-1



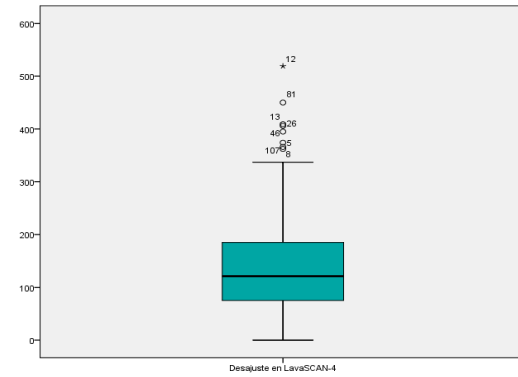
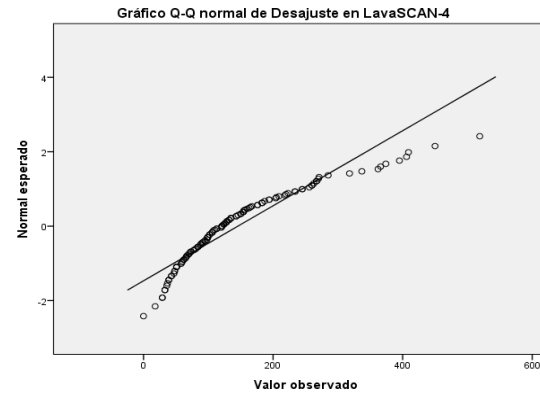
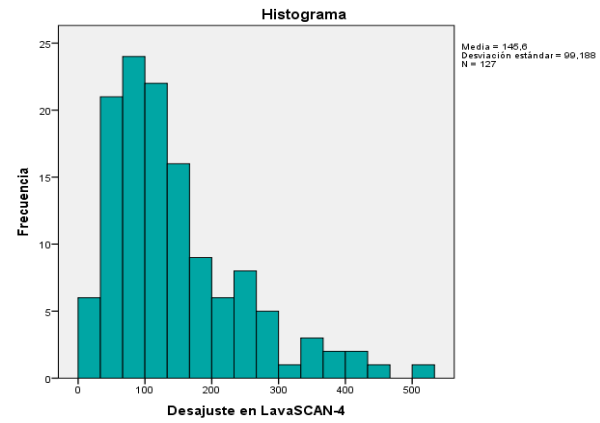
Desajuste en LavaSCAN-2



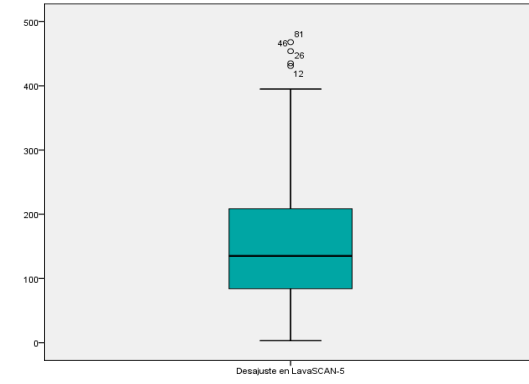
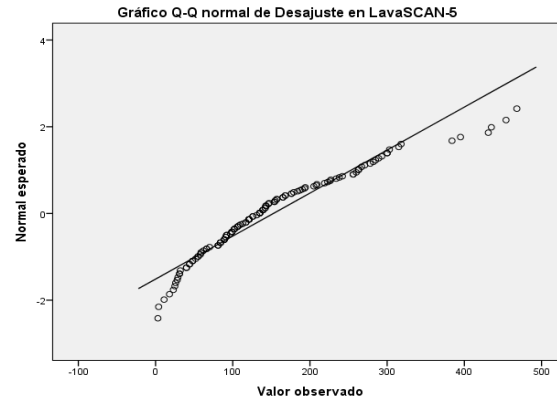
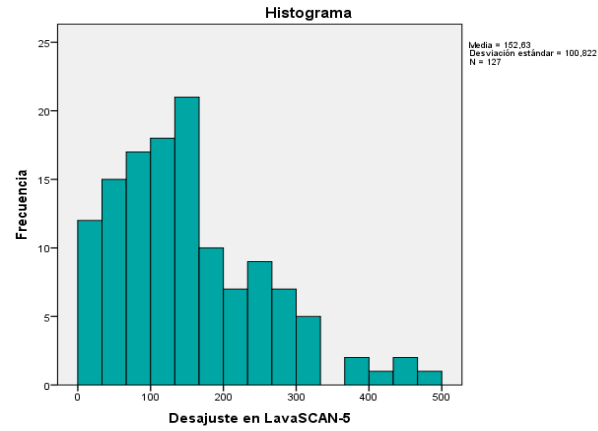
Desajuste en LavaSCAN-3



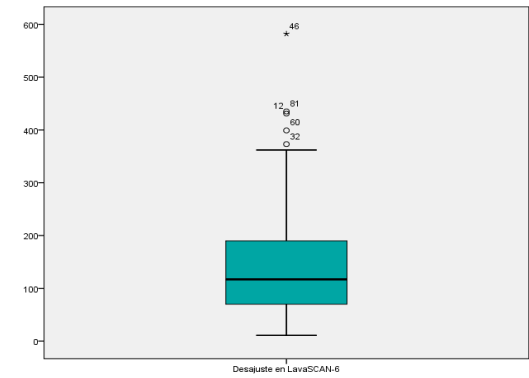
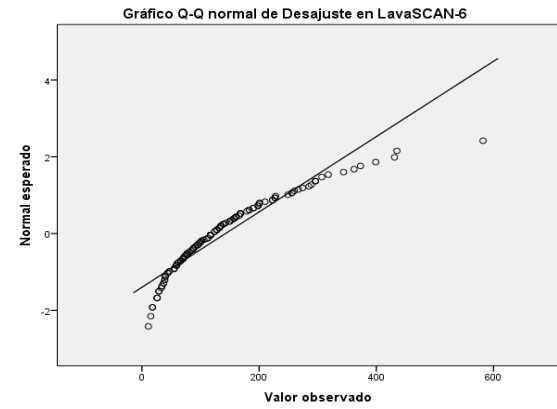
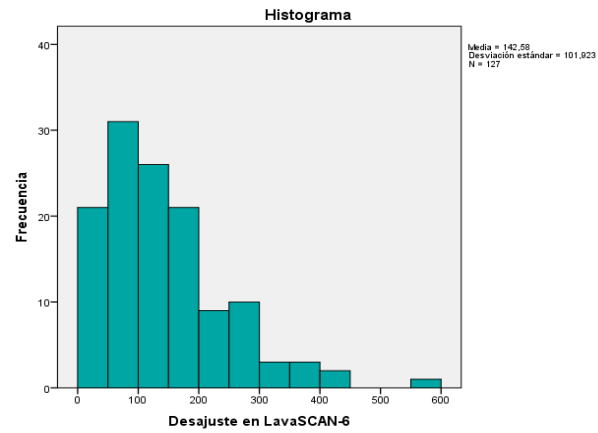
Desajuste en LavaSCAN-4



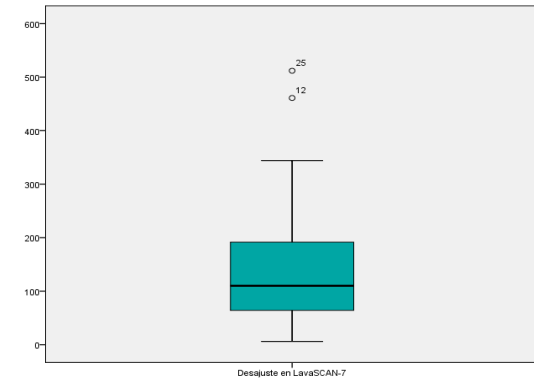
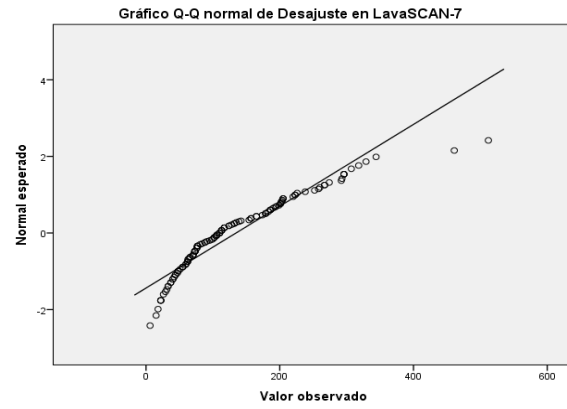
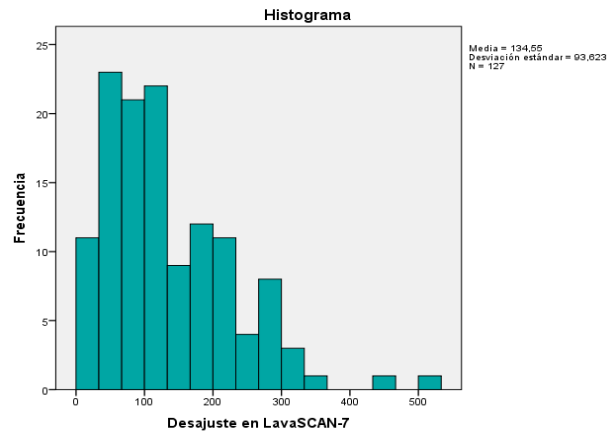
Desajuste en LavaSCAN-5



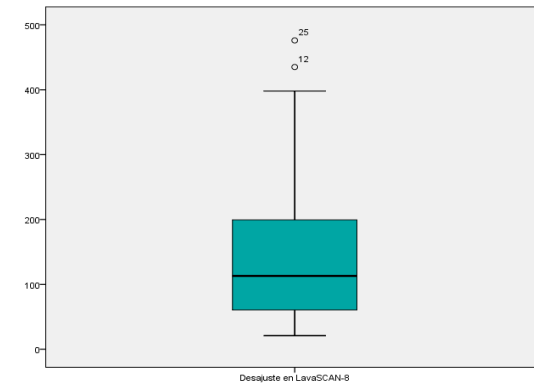
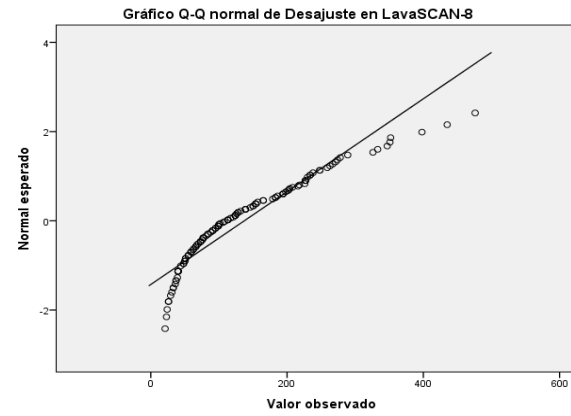
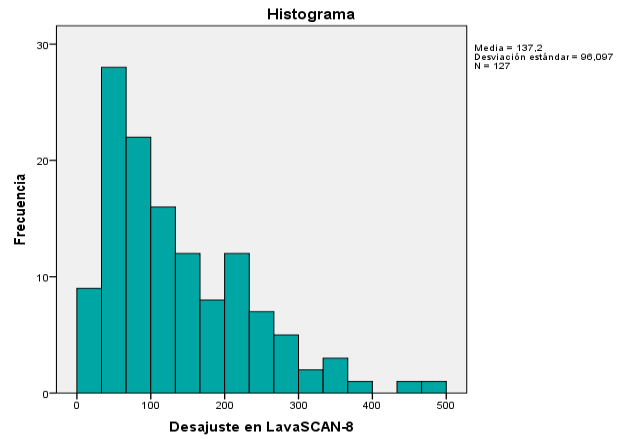
Desajuste en LavaSCAN-6



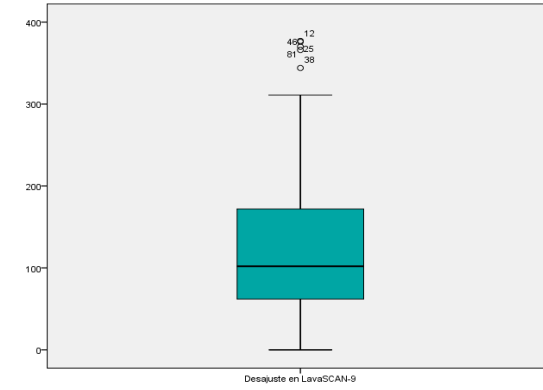
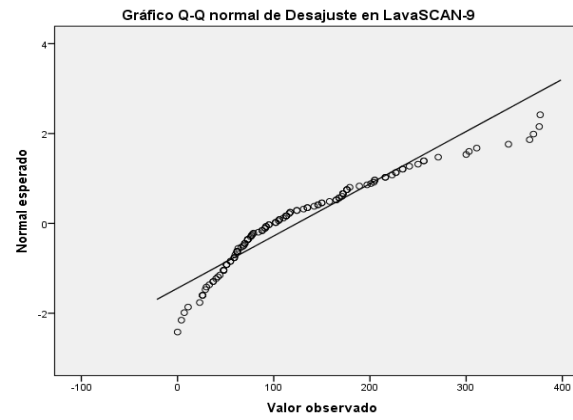
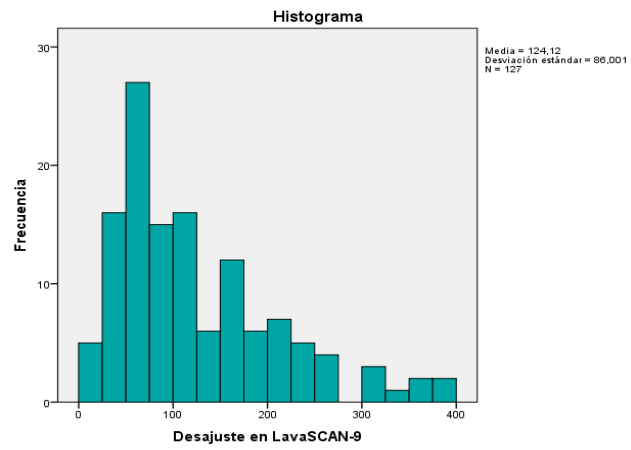
Desajuste en LavaSCAN-7



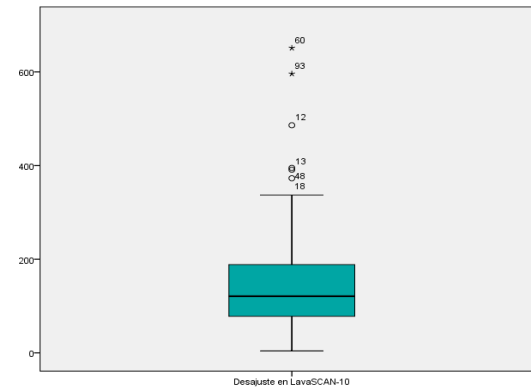
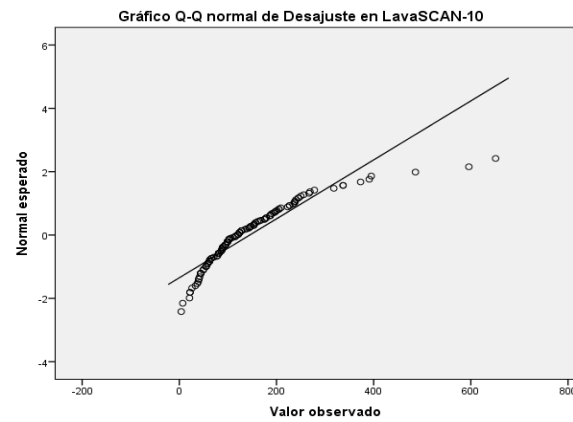
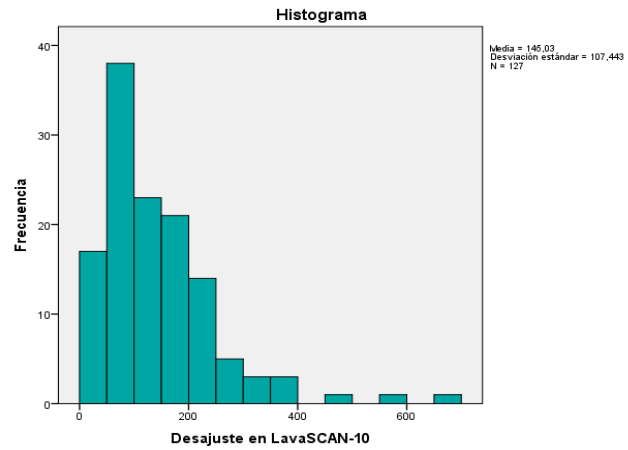
Desajuste en LavaSCAN-8



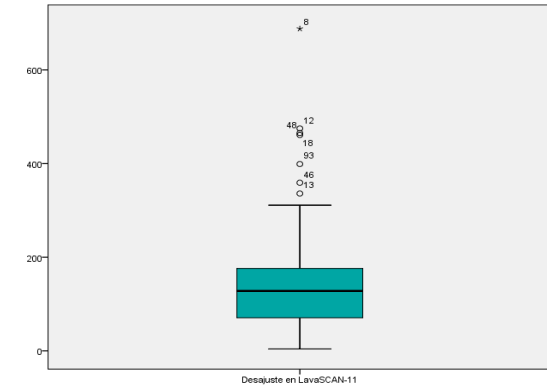
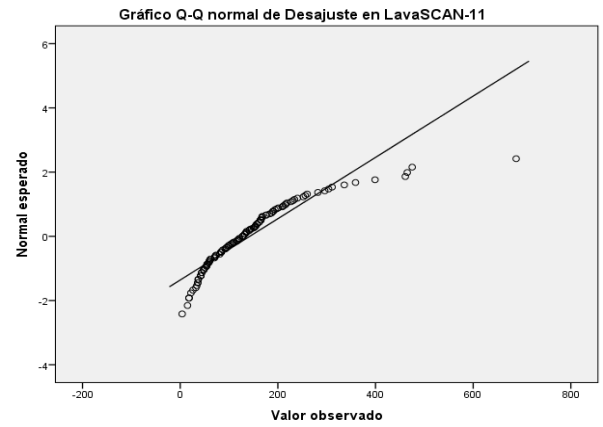
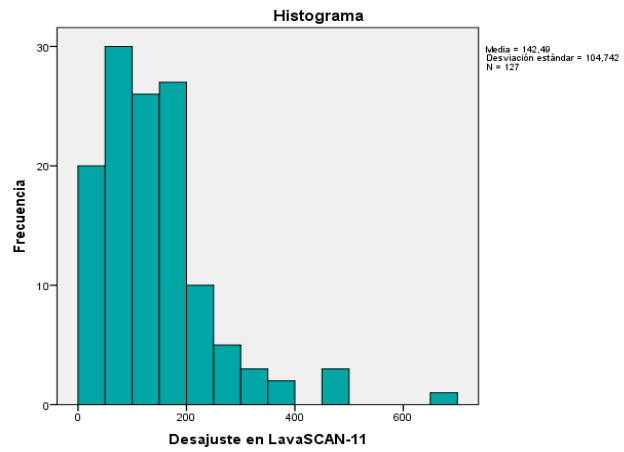
Desajuste en LavaSCAN-9



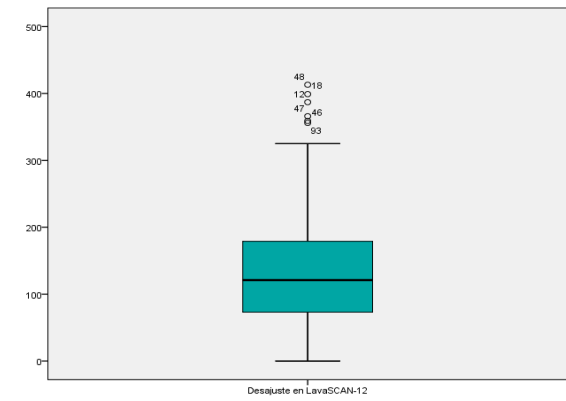
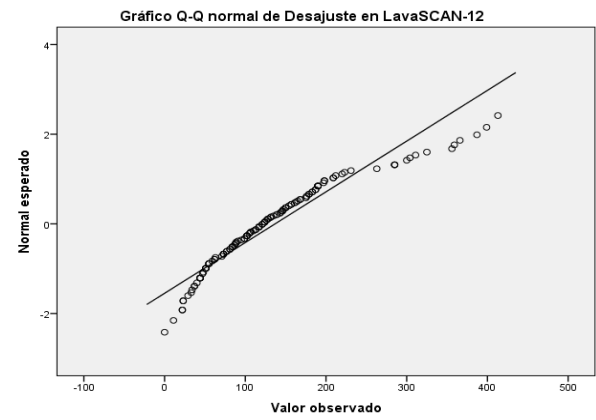
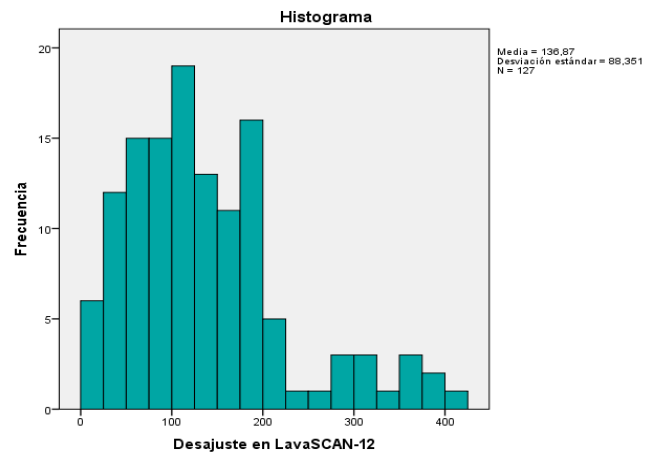
Desajuste en LavaSCAN-10



Desajuste en LavaSCAN-11



Desajuste en LavaSCAN-12



Explorar

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desajuste en LavaSCAN-1	125	98,4%	2	1,6%	127	100,0%

Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
Desajuste en LavaSCAN-1	Media	130,29	6,199	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	118,02	
		Límite superior	142,56	
	Media recortada al 5%	125,42		
	Mediana	124,00		
	Varianza	4803,723		
	Desviación estándar	69,309		
	Mínimo	11		
	Máximo	373		
	Rango	362		
	Rango intercuartil	79		
	Asimetría	1,067	,217	
Curtosis	1,691	,430		

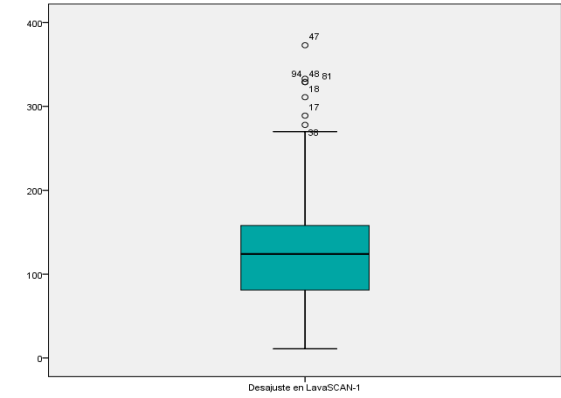
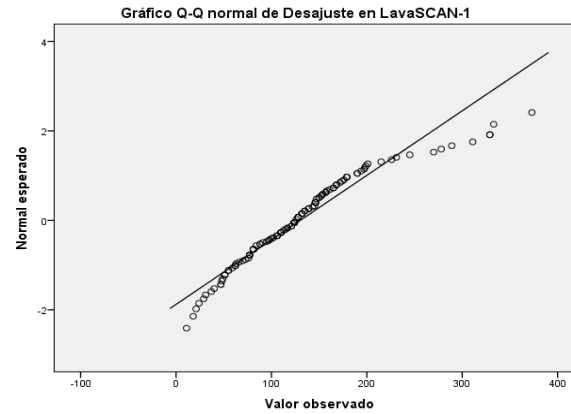
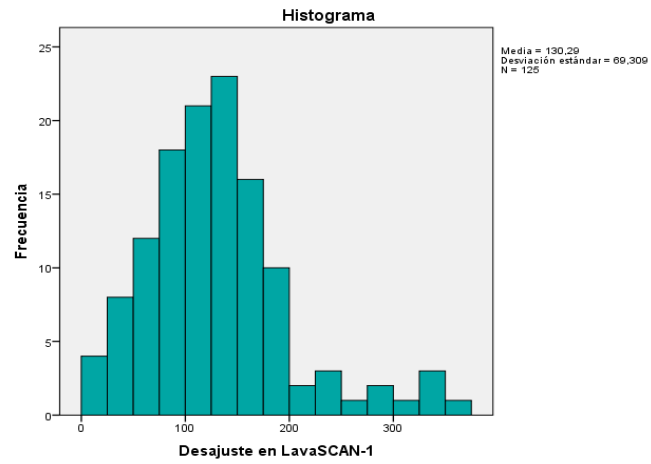
Valores extremos

		Número de caso	Valor
Desajuste en LavaSCAN-1	Mayor	1	47
		2	81
		3	48
		4	94
		5	18
Menor		1	53
		2	126
		3	116
		4	120
		5	58

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desajuste en LavaSCAN-1	,097	125	,006	,931	125	,000

Desajuste en LavaSCAN-1



Explorar

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desajuste en LavaSCAN-1	126	99,2%	1	,8%	127	100,0%

Descriptivos

	Estadístico	estándar
Desajuste en LavaSCAN-1	Media	142,63
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior: 126,10 Límite superior: 159,17
	Media recortada al 5%	135,01
	Mediana	121,00
	Varianza	8792,746
	Desviación estándar	93,770
	Mínimo	0
	Máximo	450
	Rango	450
	Rango intercuartil	111
	Asimetría	1,192
	Curtosis	,428

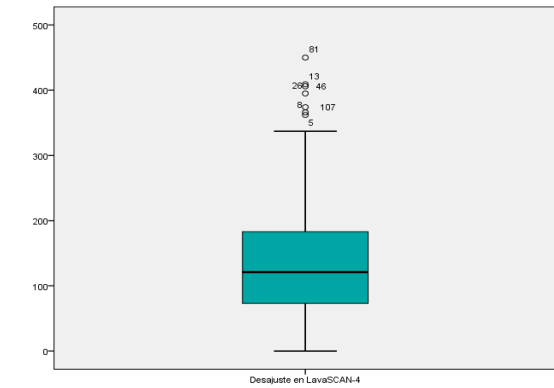
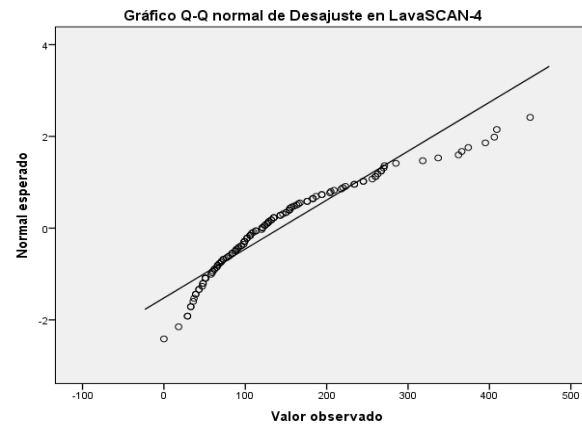
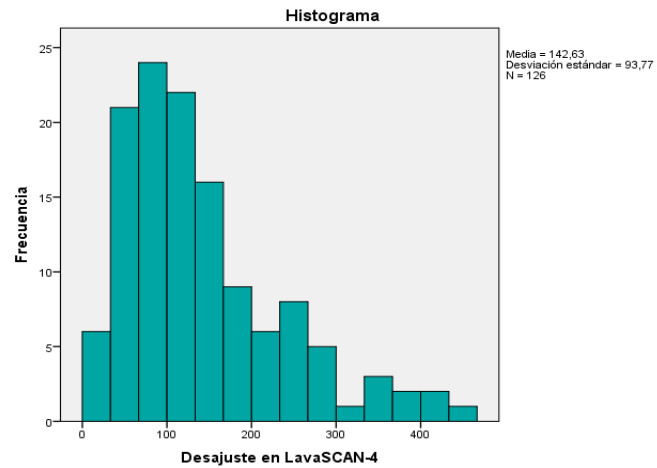
Valores extremos

			Número del caso	Valor
Desajuste en LavaSCAN-4	Mayor	1	81	450
		2	13	409
		3	46	406
		4	26	395
		5	107	374
	Menor	1	56	0
		2	87	18
		3	76	29
		4	75	29
		5	98	33

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desajuste en LavaSCAN-4	,136	126	,000	,901	126	,000

Desajuste en LavaSCAN-4



Explorar

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desajuste en LavaSCAN-6	126	99,2%	1	,8%	127	100,0%

Valores extremos

			Número del caso	Valor
Desajuste en LavaSCAN-6	Mayor	1	81	435
		2	12	431
		3	60	399
		4	32	373
		5	13	362
	Menor	1	57	11
		2	84	15
		3	76	18
		4	56	18
		5	112	26

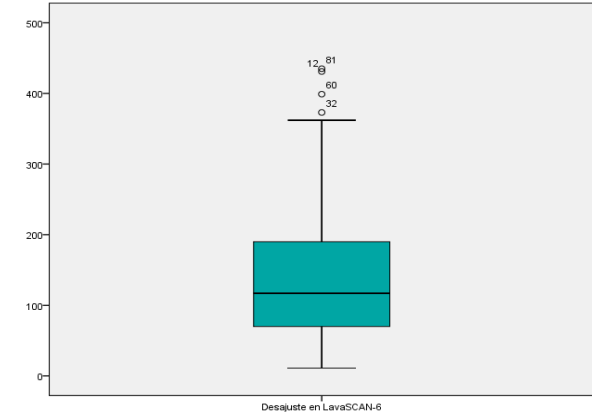
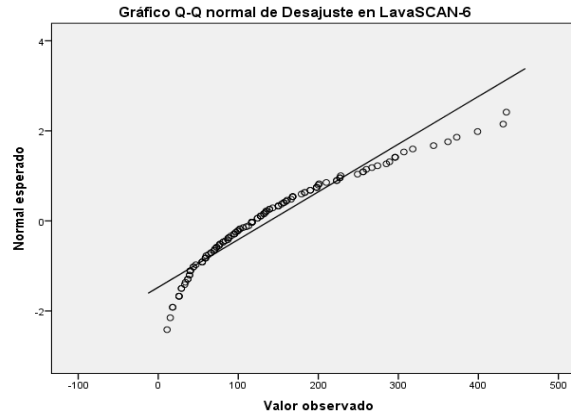
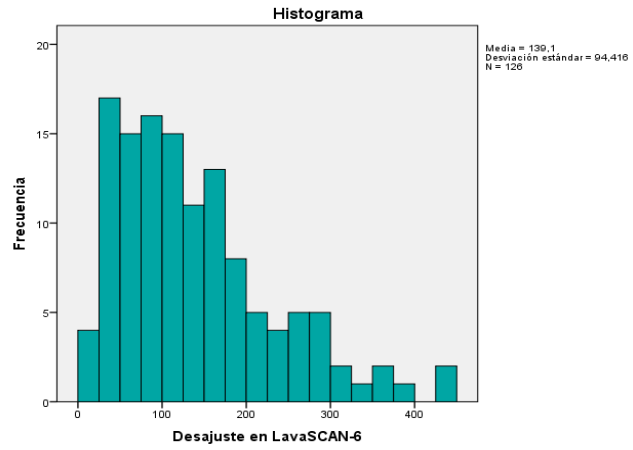
Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
Desajuste en LavaSCAN-6	Media	139,10	8,411	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	122,45	
		Límite superior	155,74	
	Media recortada al 5%	131,96		
	Mediana	117,00		
	Varianza		8914,471	
		Desviación estándar	94,416	
	Mínimo	11		
	Máximo	435		
	Rango	424		
	Rango intercuartil	121		
	Asimetría	1,060	,216	
	Curtosis	,792	,428	

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desajuste en LavaSCAN-6	,113	126	,000	,916	126	,000

Desajuste en LavaSCAN-6



Explorar

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desajuste en LavaSCAN-10	125	98,4%	2	1,6%	127	100,0%

Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
Desajuste en LavaSCAN-10	Media	137,38	7,983	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	121,57	
		Límite superior	153,18	
		Media recortada al 5%	130,34	
	Mediana	117,00		
	Varianza	7966,495		
	Desviación estándar	89,255		
	Mínimo	4		
	Máximo	486		
	Rango	482		
	Rango intercuartil	113		
	Asimetría	1,191	,217	
	Curtosis	1,727	,430	

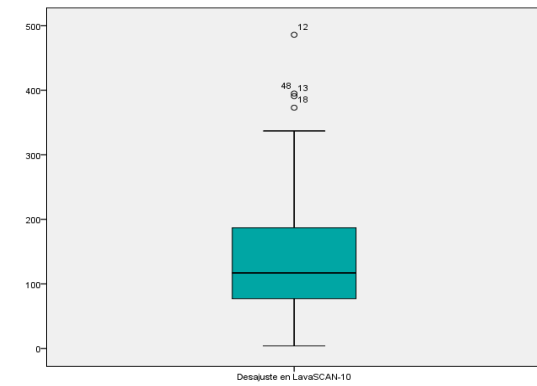
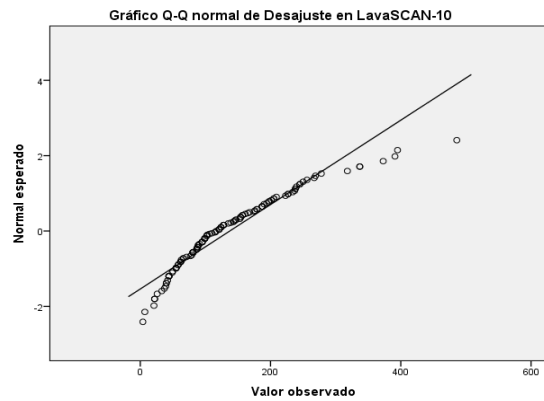
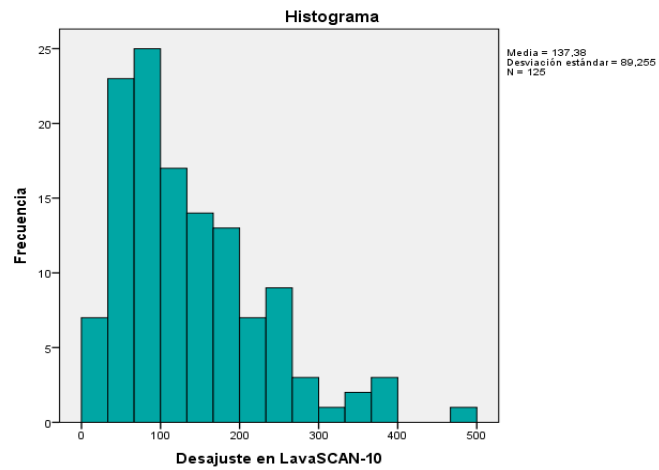
Valores extremos

			Número del caso	Valor
Desajuste en LavaSCAN-10	Mayor	1	12	486
		2	48	395
		3	13	391
		4	18	373
		5	35	337
	Menor	1	65	4
		2	92	7
		3	123	21
		4	61	22
		5	36	22

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desajuste en LavaSCAN-10	,118	125	,000	,917	125	,000

Desajuste en LavaSCAN-10



Explorar

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desajuste en LavaSCAN-11	126	99,2%	1	,8%	127	100,0%

Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
Desajuste en LavaSCAN-11	Media	138,16	8,290	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	121,75	
		Límite superior	154,57	
	Media recortada al 5%	129,69		
	Mediana	128,00		
	Varianza	8659,191		
	Desviación estándar	93,055		
	Mínimo	4		
	Máximo	475		
	Rango	471		
	Rango intercuartil	108		
	Asimetría	1,401	,216	
	Curtosis	2,613	,428	

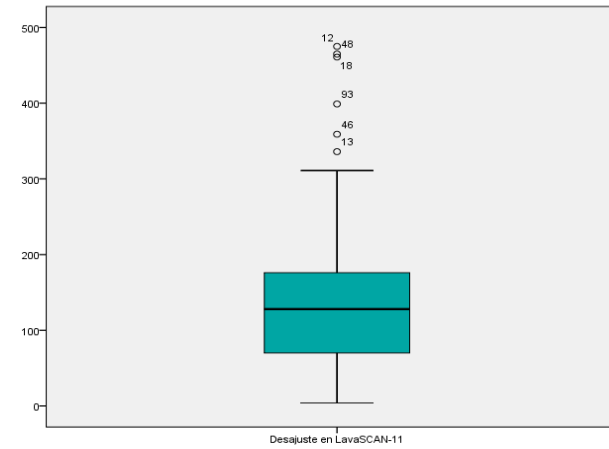
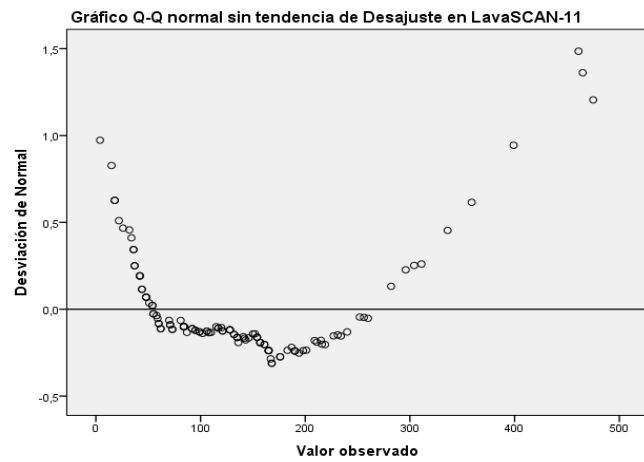
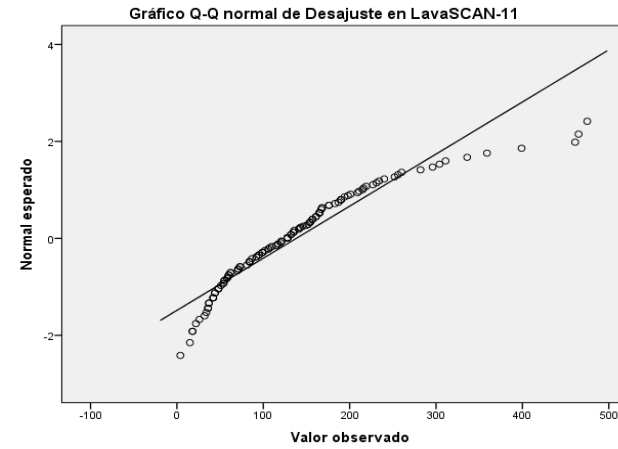
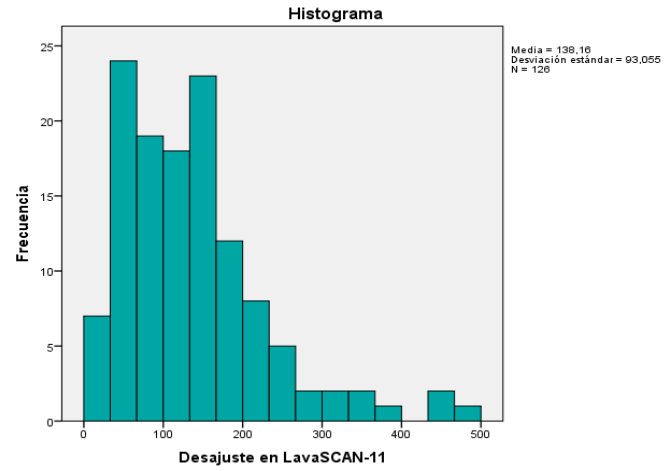
Valores extremos

			Número del caso	Valor
Desajuste en LavaSCAN-11	Mayor	1	12	475
		2	48	465
		3	18	461
		4	93	399
		5	46	359
	Menor	1	65	4
		2	123	15
		3	95	18
		4	86	18
		5	16	22

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desajuste en LavaSCAN-11	,120	126	,000	,894	126	,000

Desajuste en LavaSCAN-11



Modelo lineal general

Factores dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_LA
VASCAN

MEDICIONES	Variable dependiente
1	L.SCAN.01
2	L.SCAN.02
3	L.SCAN.03
4	L.SCAN.04
5	L.SCAN.05
6	L.SCAN.06
7	L.SCAN.07
8	L.SCAN.08
9	L.SCAN.09
10	L.SCAN.10
11	L.SCAN.11
12	L.SCAN.12

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación estándar	N
Desajuste en LavaSCAN-1	135,52	80,323	127
Desajuste en LavaSCAN-2	147,06	86,001	127
Desajuste en LavaSCAN-3	147,99	81,639	127
Desajuste en LavaSCAN-4	145,60	99,188	127
Desajuste en LavaSCAN-5	152,63	100,822	127
Desajuste en LavaSCAN-6	142,58	101,923	127
Desajuste en LavaSCAN-7	134,55	93,623	127
Desajuste en LavaSCAN-8	137,20	96,097	127
Desajuste en LavaSCAN-9	124,12	86,001	127
Desajuste en LavaSCAN-10	145,03	107,443	127
Desajuste en LavaSCAN-11	142,49	104,742	127
Desajuste en LavaSCAN-12	136,87	88,351	127

Pruebas multivariante

Efecto	Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES Traza de Pillai	,189	2,450	11,000	116,000	,009	,189	26,950	,947
Lambda de Wilks	,811	2,450	11,000	116,000	,009	,189	26,950	,947
Traza de Hotelling	,232	2,450	11,000	116,000	,009	,189	26,950	,947
Raíz mayor de Roy	,232	2,450	11,000	116,000	,009	,189	26,950	,947

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: DESAJUSTE_LA
VASCAN

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
MEDICIONES	,004	678,679	65	,000	,491	,515	,091

Pruebas de efectos dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_LA
VASCAN

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Esfericidad asumida	82688,180	11	7517,107	1,564	,103	,012	17,207	,808
	Greenhouse-Geisser	82688,180	5,396	15323,371	1,564	,163	,012	8,441	,573
	Huynh-Feldt	82688,180	5,666	14594,218	1,564	,159	,012	8,863	,588
	Límite inferior	82688,180	1,000	82688,180	1,564	,213	,012	1,564	,237
Error (MEDICIONES)	Esfericidad asumida	6660371,736	1386	4805,463					
	Greenhouse-Geisser	6660371,736	679,923	9795,775					
	Huynh-Feldt	6660371,736	713,893	9329,649					
	Límite inferior	6660371,736	126,000	52860,093					

Pruebas de contrastes dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_LA
VASCAN

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada	
MEDICIONES	Lineal	9675,033	1	9675,033	,949	,332	,007	,949	,162
	Cuadrático	331,293	1	331,293	,035	,852	,000	,035	,054
	Cúbico	25004,625	1	25004,625	4,874	,029	,037	4,874	,591
	Orden 4	9338,572	1	9338,572	2,471	,118	,019	2,471	,345
	Orden 5	9582,011	1	9582,011	1,164	,283	,009	1,164	,188
	Orden 6	4455,371	1	4455,371	1,898	,171	,015	1,898	,277
	Orden 7	2788,514	1	2788,514	,730	,394	,006	,730	,136
	Orden 8	759,637	1	759,637	,192	,662	,002	,192	,072
	Orden 9	2708,516	1	2708,516	1,210	,273	,010	1,210	,194
	Orden 10	17287,556	1	17287,556	12,714	,001	,092	12,714	,943
	Orden 11	757,053	1	757,053	,318	,574	,003	,318	,087
Error (MEDICIONES)	Lineal	1284445,598	126	10194,013					
	Cuadrático	1186984,459	126	9420,512					
	Cúbico	646359,278	126	5129,836					
	Orden 4	476119,634	126	3778,727					
	Orden 5	1036928,404	126	8229,591					
	Orden 6	295747,727	126	2347,204					
	Orden 7	481045,554	126	3817,822					
	Orden 8	499668,073	126	3965,620					
	Orden 9	282065,072	126	2238,612					
	Orden 10	171324,096	126	1359,715					
	Orden 11	299683,843	126	2378,443					

Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: DESAJUSTE_LA
VASCAN
Variable transformada: Media

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Interceptación	30285391,449	1	30285391,449	563,330	,000	,817	563,330	1,000
Error	6773927,634	126	53761,330					

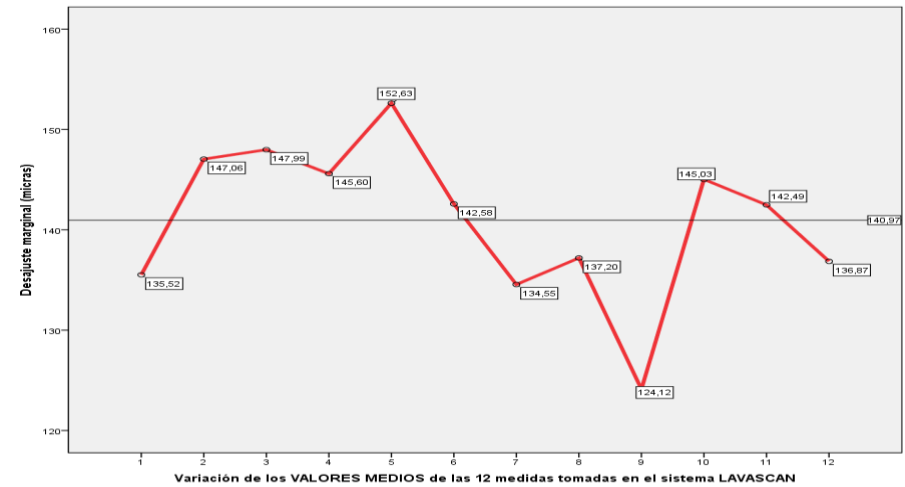
Medias marginales estimadas

MEDICIONES

Medida: DESAJUSTE_LA
VASCAN

MEDICIONES	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
1	135,520	7,127	121,415	149,625
2	147,055	7,631	131,953	162,157
3	147,992	7,244	133,656	162,328
4	145,598	8,802	128,180	163,016
5	152,630	8,947	134,925	170,335
6	142,583	9,044	124,684	160,481
7	134,551	8,308	118,111	150,992
8	137,197	8,527	120,322	154,072
9	124,118	7,631	109,016	139,220
10	145,031	9,534	126,164	163,899
11	142,488	9,294	124,095	160,882
12	136,866	7,840	121,351	152,381

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
Desajuste en LavaSCAN-1	6,28
Desajuste en LavaSCAN-2	7,07
Desajuste en LavaSCAN-3	7,15
Desajuste en LavaSCAN-4	6,89
Desajuste en LavaSCAN-5	7,20
Desajuste en LavaSCAN-6	6,55
Desajuste en LavaSCAN-7	6,20
Desajuste en LavaSCAN-8	6,06
Desajuste en LavaSCAN-9	5,53
Desajuste en LavaSCAN-10	6,31
Desajuste en LavaSCAN-11	6,53
Desajuste en LavaSCAN-12	6,24

Estadísticos de prueba

N	127
Chi-cuadrado	27,294
gl	11
Sig. asintótica	,004

Modelo lineal general

Factores dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_LAVASCAN

MEDICIONES	Variable dependiente
1	L.SCAN.01
2	L.SCAN.02
3	L.SCAN.03
4	L.SCAN.04
5	L.SCAN.06
6	L.SCAN.07
7	L.SCAN.08
8	L.SCAN.10
9	L.SCAN.11
10	L.SCAN.12

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación estándar	N
Desajuste en LavaSCAN-1	135,52	80,323	127
Desajuste en LavaSCAN-2	147,06	86,001	127
Desajuste en LavaSCAN-3	147,99	81,639	127
Desajuste en LavaSCAN-4	145,60	99,188	127
Desajuste en LavaSCAN-6	142,58	101,923	127
Desajuste en LavaSCAN-7	134,55	93,623	127
Desajuste en LavaSCAN-8	137,20	96,097	127
Desajuste en LavaSCAN-10	145,03	107,443	127
Desajuste en LavaSCAN-11	142,49	104,742	127
Desajuste en LavaSCAN-12	136,87	88,351	127

Pruebas multivariante

Efecto		Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Traza de Pillai	,080	1,135	9,000	118,000	,344	,080	10,216	,539
	Lambda de Wilks	,920	1,135	9,000	118,000	,344	,080	10,216	,539
	Traza de Hotelling	,087	1,135	9,000	118,000	,344	,080	10,216	,539
	Raíz mayor de Roy	,087	1,135	9,000	118,000	,344	,080	10,216	,539

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: DESAJUSTE_LA
VASCAN

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
MEDICIONES	,036	406,713	44	,000	,581	,609	,111

Pruebas de efectos dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_LA
VASCAN

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Esfericidad asumida	29014,787	9	3223,865	,662	,744	,005	5,958	,334
	Greenhouse-Geisser	29014,787	5,231	5547,209	,662	,659	,005	3,463	,247
	Huynh-Feldt	29014,787	5,484	5290,997	,662	,667	,005	3,630	,253
	Límite inferior	29014,787	1,000	29014,787	,662	,417	,005	,662	,127
Error(MEDICIONES)	Esfericidad asumida	5522297,213	1134	4869,751					
	Greenhouse-Geisser	5522297,213	659,046	8379,234					
	Huynh-Feldt	5522297,213	690,959	7992,219					
	Límite inferior	5522297,213	126,000	43827,756					

Pruebas de contrastes dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_LA
VASCAN

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada	
MEDICIONES	Lineal	1773,774	1	1773,774	,172	,679	,001	,172	,070
	Cuadrático	1284,829	1	1284,829	,189	,665	,001	,189	,072
	Cúbico	4995,449	1	4995,449	1,736	,190	,014	1,736	,258
	Orden 4	16610,885	1	16610,885	3,639	,059	,028	3,639	,473
	Orden 5	833,571	1	833,571	,151	,698	,001	,151	,067
	Orden 6	341,348	1	341,348	,139	,710	,001	,139	,066
	Orden 7	2613,327	1	2613,327	,465	,497	,004	,465	,104
	Orden 8	203,292	1	203,292	,060	,807	,000	,060	,057
	Orden 9	358,311	1	358,311	,158	,691	,001	,158	,068
Error (MEDICIONES)	Lineal	1301913,704	126	10332,648					
	Cuadrático	858219,784	126	6811,268					
	Cúbico	362549,458	126	2877,377					
	Orden 4	575107,236	126	4564,343					
	Orden 5	693553,845	126	5504,396					
	Orden 6	310301,693	126	2462,712					
	Orden 7	708709,619	126	5624,680					
	Orden 8	426907,933	126	3388,158					
	Orden 9	285033,941	126	2262,174					

Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: DESAJUSTE_LA
Variable transformada: VASCAN
Media

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Interceptación	25424012,677	1	25424012,677	562,075	,000	,817	562,075	1,000
Error	5699289,323	126	45232,455					

Medias marginales estimadas

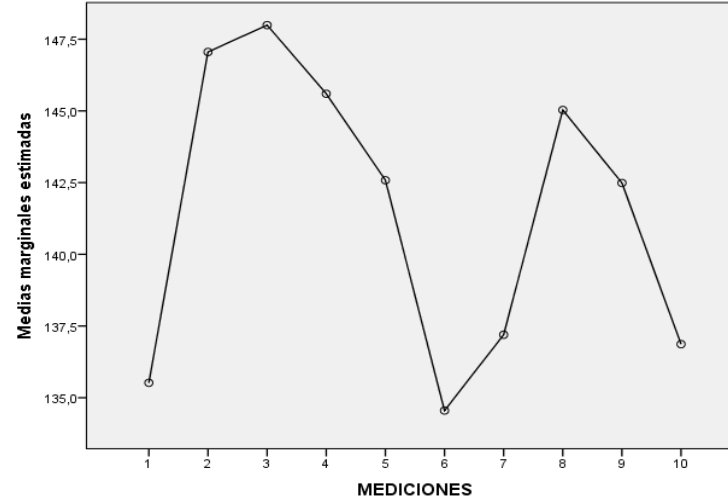
MEDICIONES

Medida: DESAJUSTE_LA
VASCAN

MEDICIONES	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
1	135,520	7,127	121,415	149,625
2	147,055	7,631	131,953	162,157
3	147,992	7,244	133,656	162,328
4	145,598	8,802	128,180	163,016
5	142,583	9,044	124,684	160,481
6	134,551	8,308	118,111	150,992
7	137,197	8,527	120,322	154,072
8	145,031	9,534	126,164	163,899
9	142,488	9,294	124,095	160,882
10	136,866	7,840	121,351	152,381

Gráficos de perfil

Medias marginales estimadas de DESAJUSTE_LAVASCAN



Pruebas NPar

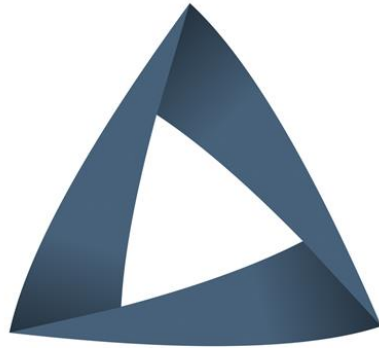
Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
Desajuste en LavaSCAN-1	5,28
Desajuste en LavaSCAN-2	5,94
Desajuste en LavaSCAN-3	6,01
Desajuste en LavaSCAN-4	5,82
Desajuste en LavaSCAN-6	5,52
Desajuste en LavaSCAN-7	5,25
Desajuste en LavaSCAN-8	5,10
Desajuste en LavaSCAN-10	5,29
Desajuste en LavaSCAN-11	5,49
Desajuste en LavaSCAN-12	5,30

Estadísticos de prueba

N	127
Chi-cuadrado	12,756
gl	9
Sig. asintótica	,174



3 datos

tratamiento estadístico

Trabajo de investigación: Juan Carlos Lillo Rodríguez

Tema: Estudio experimental in vitro sobre el ajuste de cofias obtenidas mediante procedimientos convencionales y CAD/CAM.

Área: Odontología

Organización: Pruebas realizadas para el sistema Lava-COS

Fecha de análisis: Noviembre 2016

Analista principal: **José Manuel García de Cecilia**
<http://www.linkedin.com/in/3datosjmgarciadececilia>

www.3datos.es
Telf. de contacto: +34 669 700 696
Usuario Skype: 3datos

Pruebas NPar

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	N	Parámetros normales		Máximas diferencias extremas			Estadístico de prueba	Sig. asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Probabilidad en el punto
		Media	Desviación estándar	Absoluta	Positivo	Negativo				
Desajuste en LavaCOS-1	127	194,01	101,197	,060	,060	-,055	,060	,200	,725	0,000
Desajuste en LavaCOS-2	127	196,88	96,678	,063	,063	-,047	,063	,200	,673	0,000
Desajuste en LavaCOS-3	127	198,89	103,026	,067	,067	-,042	,067	,200	,601	0,000
Desajuste en LavaCOS-4	127	211,89	120,221	,103	,103	-,053	,103	,002	,129	0,000
Desajuste en LavaCOS-5	127	218,48	137,460	,071	,071	-,069	,071	,197	,524	0,000
Desajuste en LavaCOS-6	127	212,02	144,788	,084	,084	-,083	,084	,028	,314	0,000
Desajuste en LavaCOS-7	127	188,10	125,634	,141	,141	-,088	,141	,000	,011	0,000
Desajuste en LavaCOS-8	127	202,20	130,282	,115	,115	-,084	,115	,000	,066	0,000
Desajuste en LavaCOS-9	127	194,69	126,409	,112	,112	-,079	,112	,001	,078	0,000
Desajuste en LavaCOS-10	127	193,88	132,139	,118	,118	-,086	,118	,000	,053	0,000
Desajuste en LavaCOS-11	127	197,98	136,903	,119	,119	-,084	,119	,000	,052	0,000
Desajuste en LavaCOS-12	127	184,57	120,451	,092	,092	-,073	,092	,010	,214	0,000

Explorar

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desajuste en LavaCOS-1	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaCOS-2	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaCOS-3	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaCOS-4	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaCOS-5	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaCOS-6	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaCOS-7	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaCOS-8	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaCOS-9	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaCOS-10	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaCOS-11	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%
Desajuste en LavaCOS-12	127	100,0%	0	0,0%	127	100,0%

Descriptivos

	Estadístico												Error estándar			
	Media	95% de intervalo de confianza para la media		Media recortada al 5%	Mediana	Varianza	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Rango	Rango intercuartil	Asimetría	Curtosis	Media	Asimetría	Curtosis
		Límite inferior	Límite sup													
Desajuste en LavaCOS-1	194,01	176,24	211,78	191,41	183,00	10240,817	101,197	0	512	512	154	,359	-,222	8,980	,215	,427
Desajuste en LavaCOS-2	196,88	179,90	213,86	195,49	197,00	9346,613	96,678	0	417	417	135	,115	-,724	8,579	,215	,427
Desajuste en LavaCOS-3	198,89	180,80	216,98	195,46	194,00	10614,416	103,026	21	498	477	142	,448	-,094	9,142	,215	,427
Desajuste en LavaCOS-4	211,89	190,78	233,00	206,57	194,00	14453,035	120,221	18	553	535	171	,574	-,253	10,668	,215	,427
Desajuste en LavaCOS-5	218,48	194,34	242,62	208,68	198,00	18895,188	137,460	0	787	787	186	1,109	1,863	12,198	,215	,427
Desajuste en LavaCOS-6	212,02	186,59	237,44	199,68	194,00	20963,492	144,788	11	984	973	184	1,771	6,259	12,848	,215	,427
Desajuste en LavaCOS-7	188,10	166,04	210,16	178,08	150,00	15783,807	125,634	7	652	645	153	1,279	1,682	11,148	,215	,427
Desajuste en LavaCOS-8	202,20	179,32	225,08	192,82	179,00	16973,493	130,282	0	715	715	158	1,239	1,866	11,561	,215	,427
Desajuste en LavaCOS-9	194,69	172,49	216,89	183,11	176,00	15979,199	126,409	0	728	728	143	1,501	3,260	11,217	,215	,427
Desajuste en LavaCOS-10	193,88	170,68	217,09	183,45	161,00	17460,661	132,139	0	715	715	154	1,357	2,313	11,725	,215	,427
Desajuste en LavaCOS-11	197,98	173,94	222,03	186,38	165,00	18742,460	136,903	4	889	885	172	1,837	5,874	12,148	,215	,427
Desajuste en LavaCOS-12	184,57	163,42	205,73	175,59	168,00	14508,357	120,451	0	668	668	147	1,190	1,963	10,688	,215	,427

Valores extremos

		Número del caso	Valor	
Desajuste en LavaCOS-1	Mayor	1	9	512
		2	94	450
		3	37	424
		4	89	377
		5	4	362
	Menor	1	25	0
		2	85	15
		3	73	15
		4	116	31
		5	115	36
Desajuste en LavaCOS-2	Mayor	1	9	417
		2	91	406
		3	4	395
		4	8	381
		5	37	373
	Menor	1	25	0
		2	74	28
		3	86	29

			Número del caso	Valor
Desajuste en LavaCOS-7	Mayor	1	112	652
		2	113	613
		3	25	509
		4	59	505
		5	33	483
	Menor	1	55	7
		2	98	15
		3	124	18
		4	76	22
		5	14	40
Desajuste en LavaCOS-8	Mayor	1	113	715
		2	112	626
		3	49	509
		4	25	498
		5	59	490
	Menor	1	55	0
2		98	7	
3		124	23	

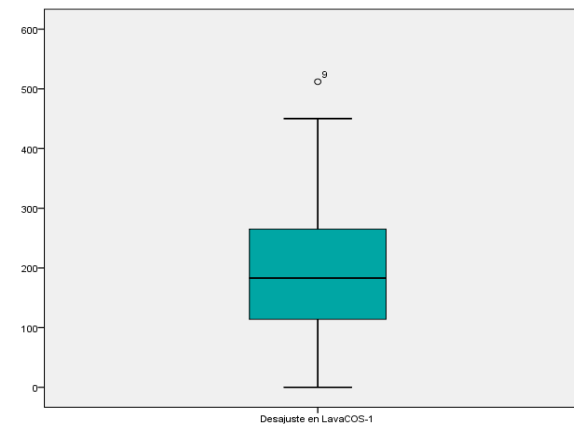
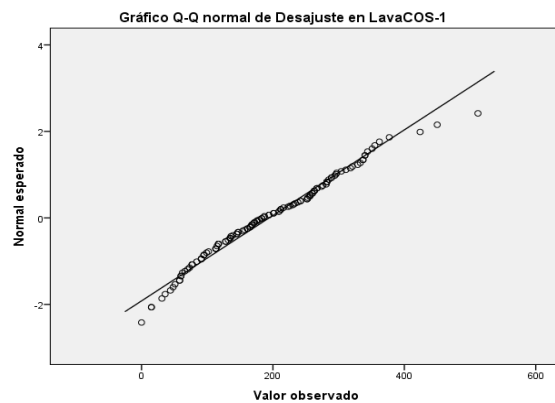
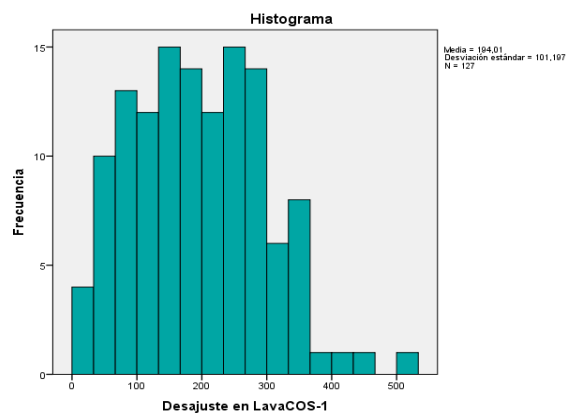
		4	85	33
		5	93	40
Desajuste en LavaCOS- 3	Mayor	1	9	498
		2	39	454
		3	113	439
		4	3	435
		5	8	417
	Menor	1	106	21
		2	97	22
		3	87	22
		4	74	22
		5	25	22
Desajuste en LavaCOS- 4	Mayor	1	42	553
		2	46	523
		3	90	512
		4	50	498
		5	12	450
	Menor	1	88	18
		2	124	26
		3	96	33
		4	56	33
		5	87	40
Desajuste en LavaCOS- 5	Mayor	1	89	787
		2	90	578
		3	46	571
		4	42	567
		5	41	542
	Menor	1	98	0
		2	84	22
		3	87	29
		4	88	33
		5	116	39
Desajuste en LavaCOS- 6	Mayor	1	89	984
		2	46	714
		3	90	574
		4	42	538
		5	32	531
	Menor	1	87	11
		2	96	15
		3	116	23
		4	84	29
		5	14	29

		4	116	26
		5	54	37
Desajuste en LavaCOS-9	Mayor	1	113	728
		2	49	637
		3	112	571
		4	59	531
		5	25	516
	Menor	1	98	0
		2	124	15
		3	55	29
		4	54	33
		5	61	37
Desajuste en LavaCOS-10	Mayor	1	113	715
		2	112	644
		3	60	611
		4	50	479
		5	2	457
	Menor	1	87	0
		2	94	7
		3	65	11
		4	97	22
		5	28	37
Desajuste en LavaCOS-11	Mayor	1	8	889
		2	113	723
		3	112	636
		4	12	442
		5	38	439
	Menor	1	97	4
		2	87	15
		3	85	15
		4	65	22
		5	126	34
Desajuste en LavaCOS-12	Mayor	1	113	668
		2	112	565
		3	46	490
		4	22	483
		5	50	476
	Menor	1	97	0
		2	95	0
		3	87	22
		4	77	26
		5	65	26

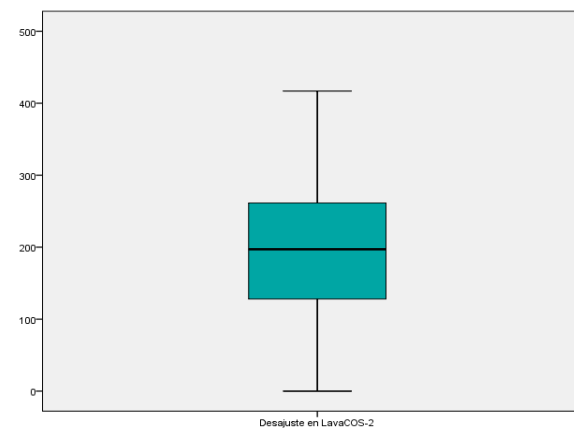
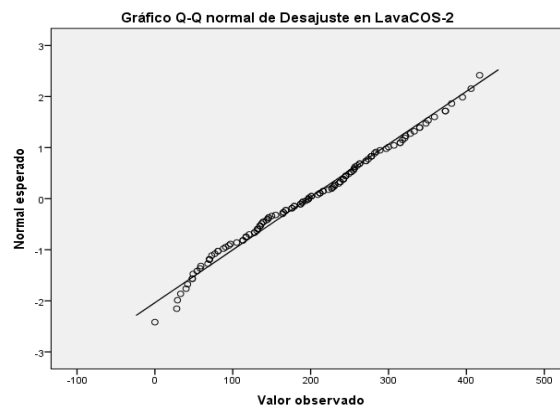
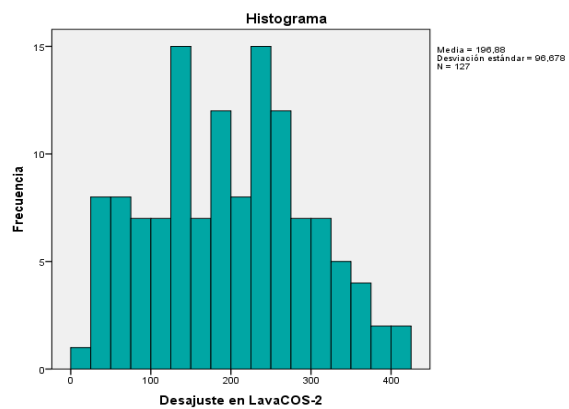
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desajuste en LavaCOS-1	,060	127	,200	,981	127	,066
Desajuste en LavaCOS-2	,063	127	,200	,983	127	,126
Desajuste en LavaCOS-3	,067	127	,200	,979	127	,045
Desajuste en LavaCOS-4	,103	127	,002	,961	127	,001
Desajuste en LavaCOS-5	,071	127	,197	,933	127	,000
Desajuste en LavaCOS-6	,084	127	,028	,880	127	,000
Desajuste en LavaCOS-7	,141	127	,000	,899	127	,000
Desajuste en LavaCOS-8	,115	127	,000	,913	127	,000
Desajuste en LavaCOS-9	,112	127	,001	,894	127	,000
Desajuste en LavaCOS-10	,118	127	,000	,900	127	,000
Desajuste en LavaCOS-11	,119	127	,000	,867	127	,000
Desajuste en LavaCOS-12	,092	127	,010	,925	127	,000

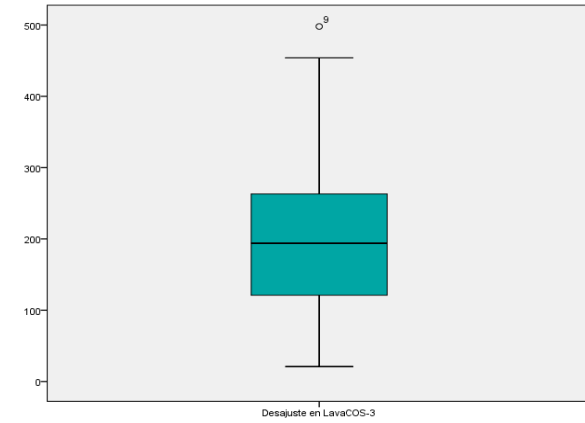
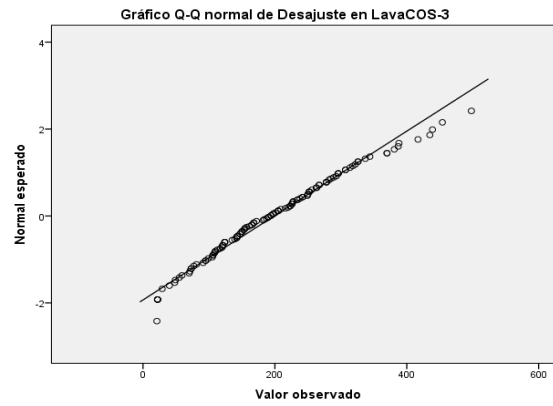
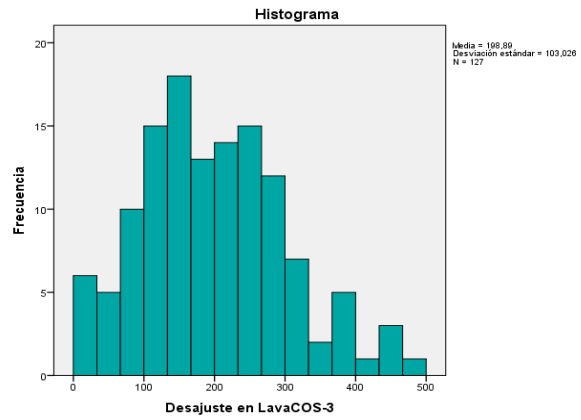
Desajuste en
LavaCOS-1



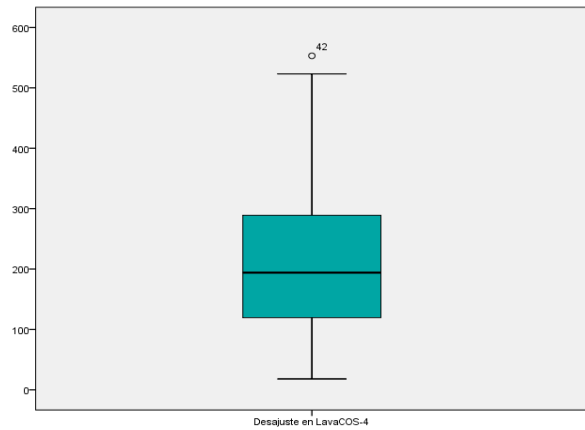
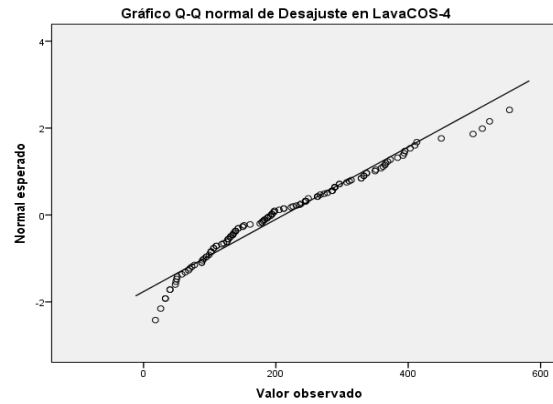
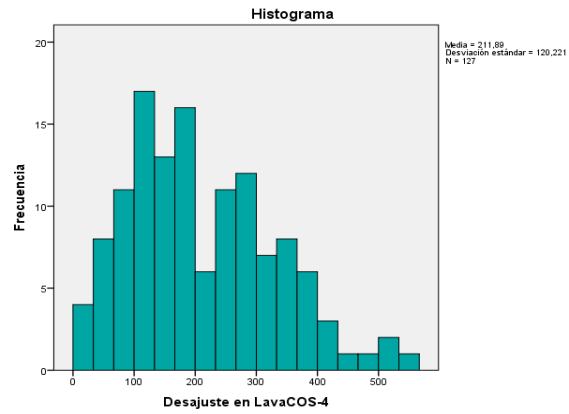
Desajuste en
LavaCOS-2



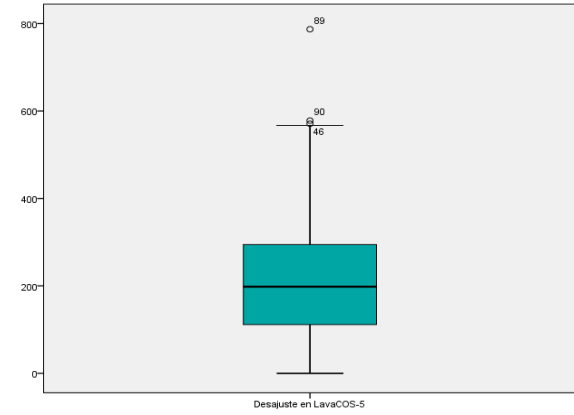
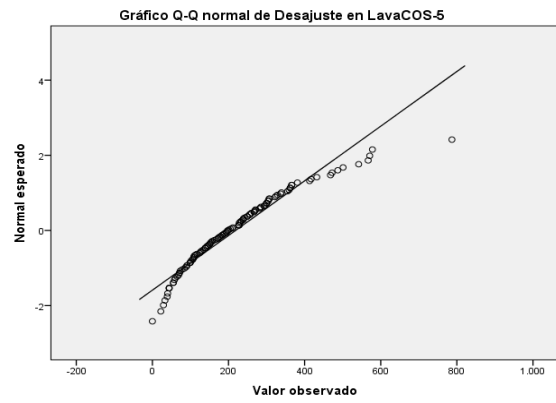
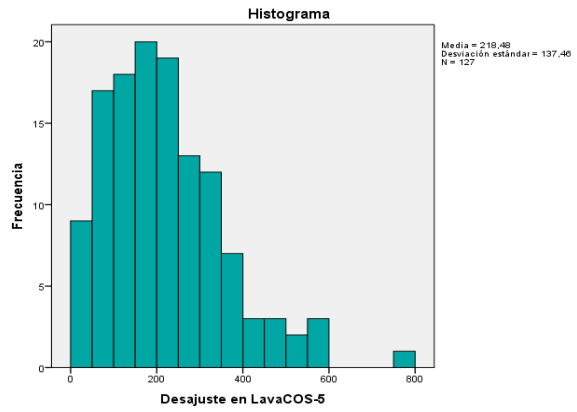
**Desajuste en
LavaCOS-3**



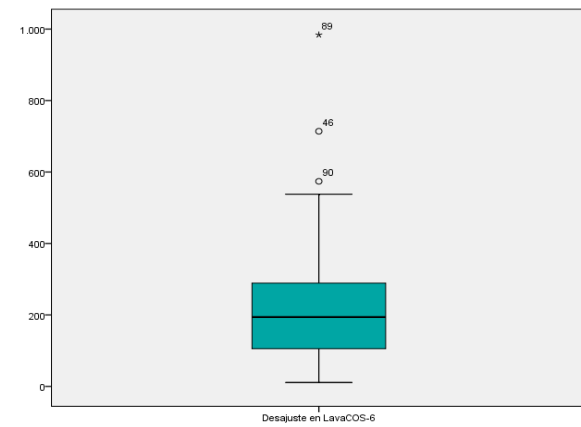
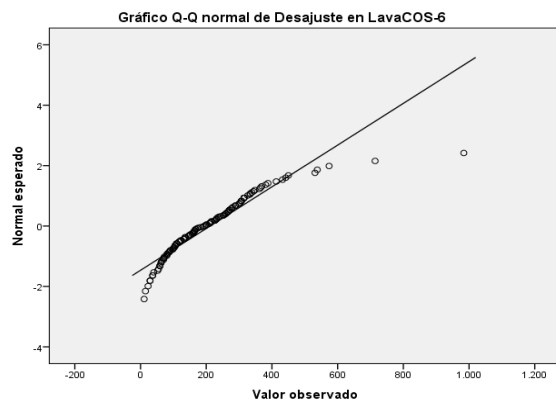
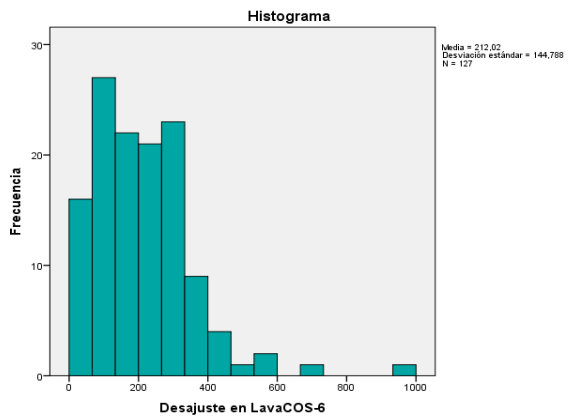
**Desajuste en
LavaCOS-4**



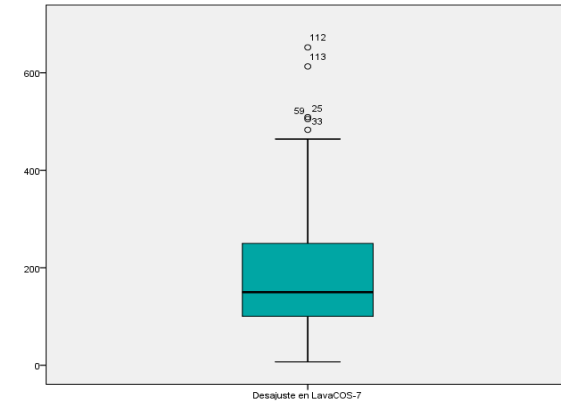
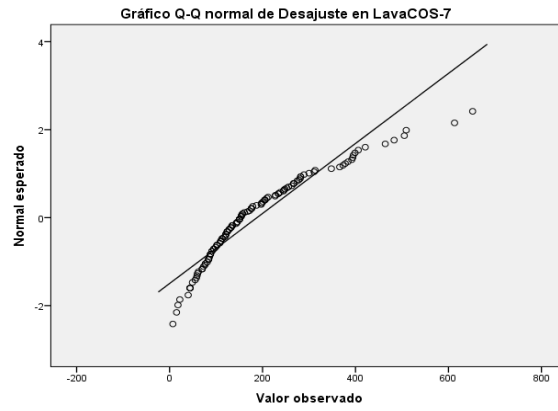
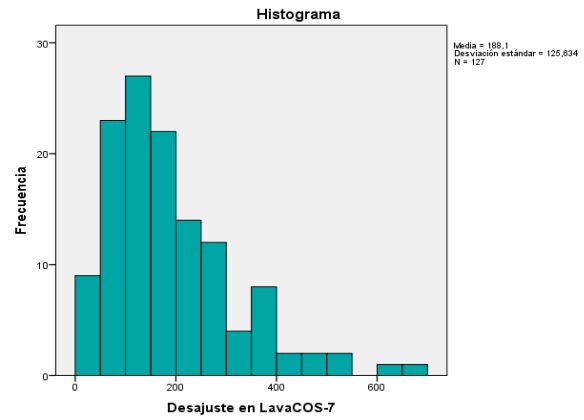
Desajuste en LavaCOS-5



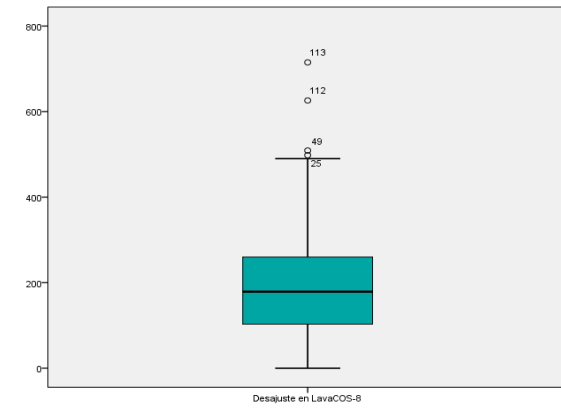
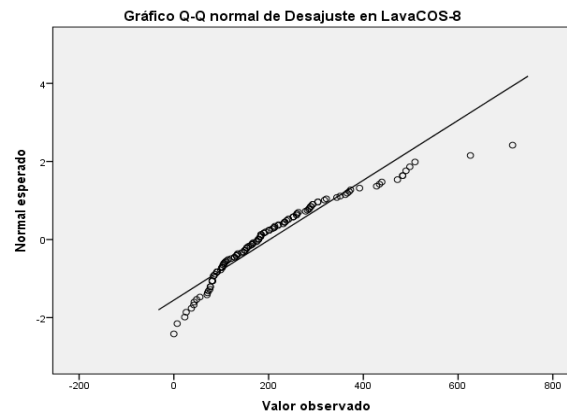
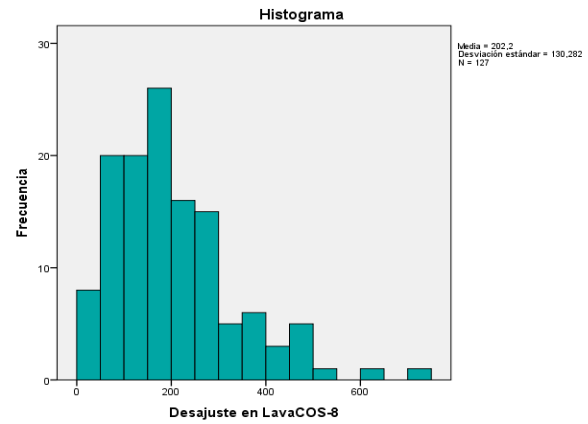
Desajuste en LavaCOS-6



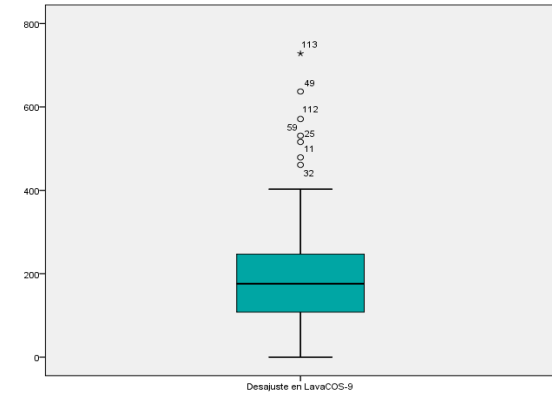
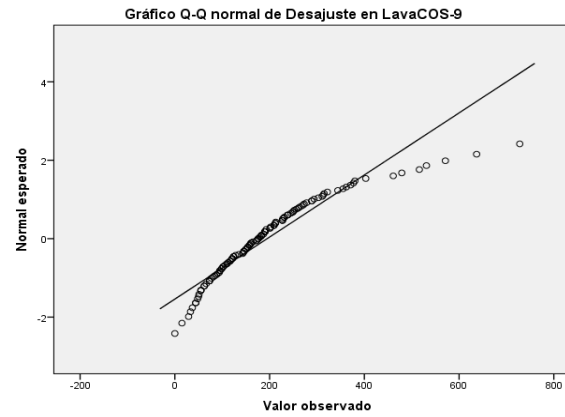
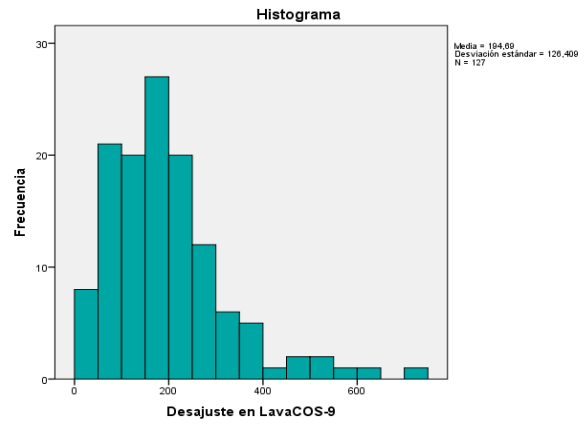
Desajuste en LavaCOS-7



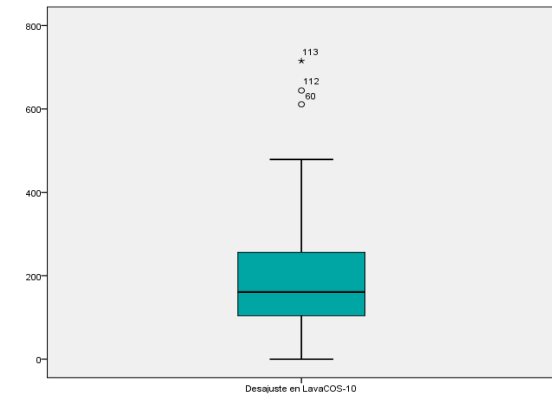
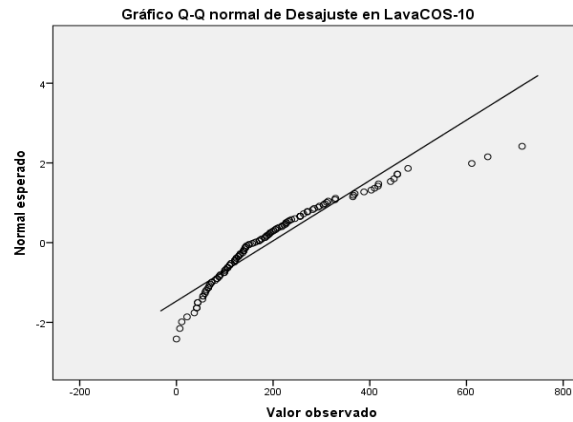
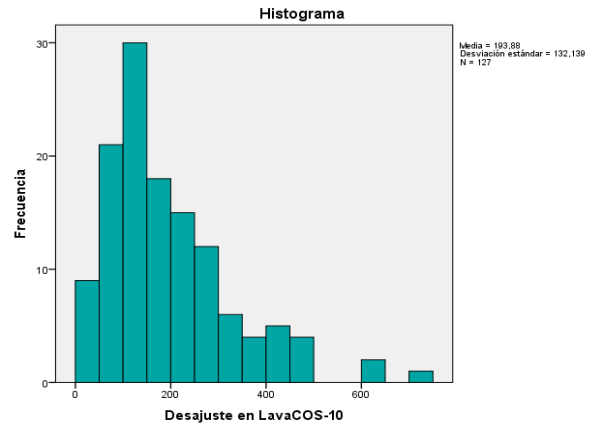
Desajuste en LavaCOS-8



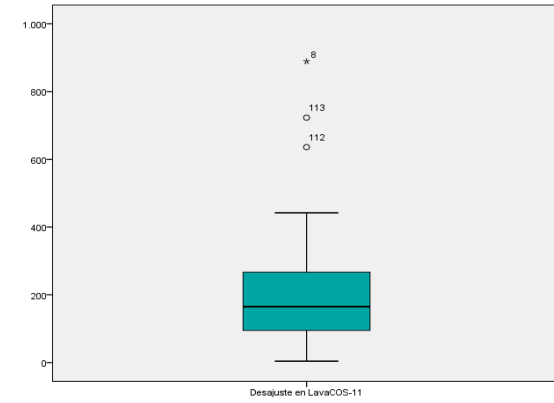
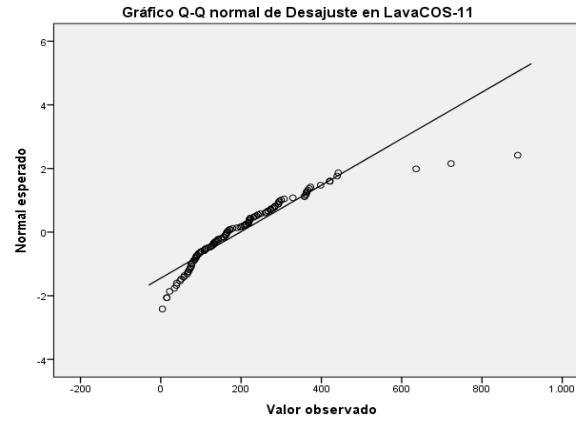
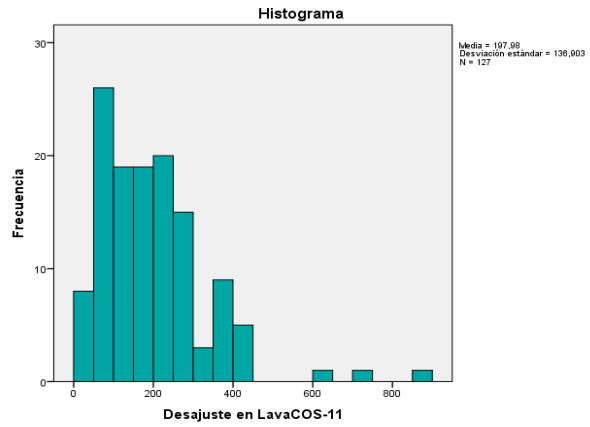
Desajuste en LavaCOS-9



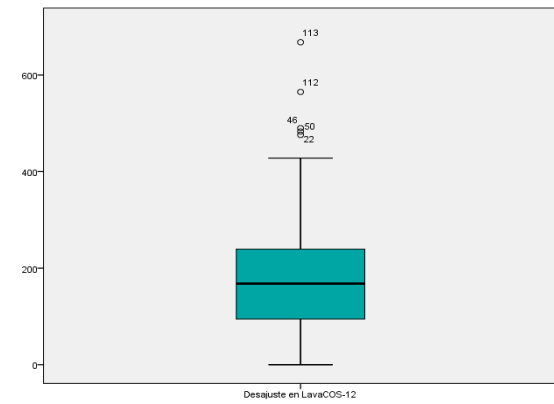
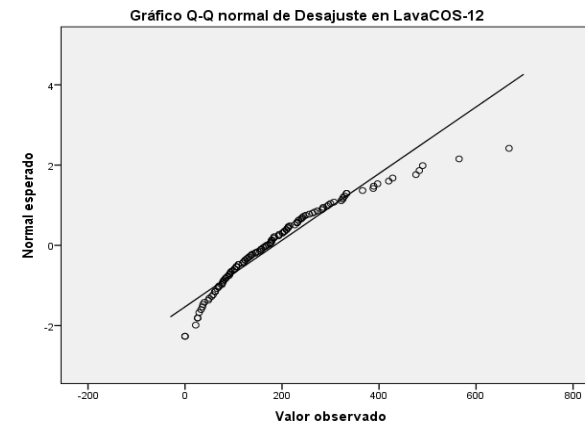
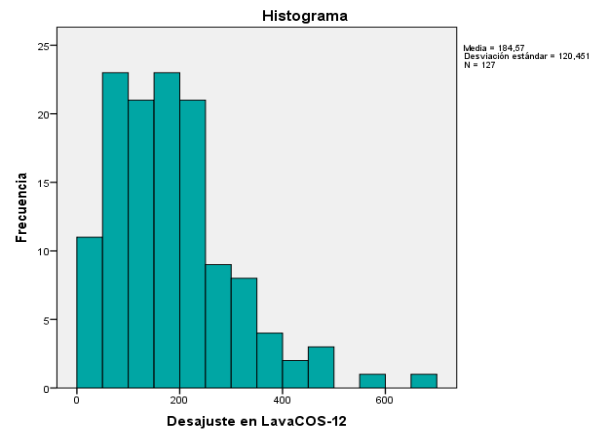
Desajuste en LavaCOS-10



Desajuste en LavaCOS-11



Desajuste en LavaCOS-12



Explorar

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desajuste en LavaCOS-6	126	99,2%	1	,8%	127	100,0%

Descriptivos

		Estadístico	Error estándar
Desajuste en LavaCOS-6	Media	205,89	11,383
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 183,36	
		Límite superior 228,42	
	Media recortada al 5%	197,60	
	Mediana	192,00	
	Varianza	16325,684	
	Desviación estándar	127,772	
	Mínimo	11	
	Máximo	714	
	Rango	703	
	Rango intercuartil	185	
	Asimetría	,952	,216
	Curtosis	1,431	,428

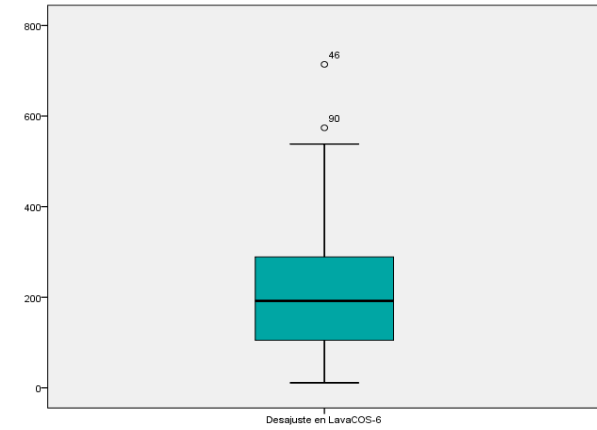
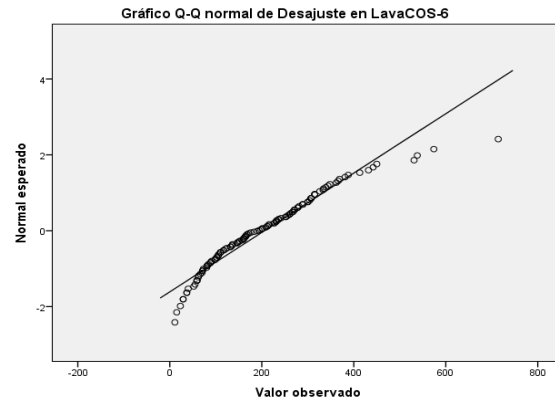
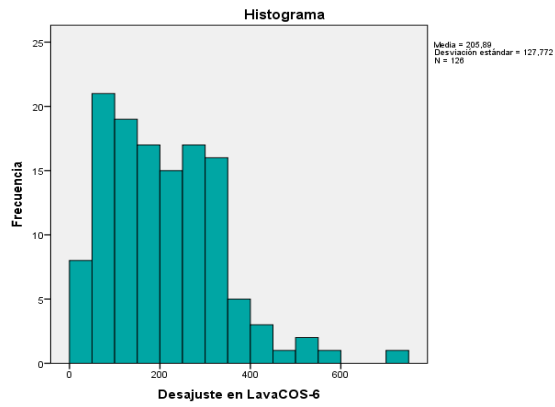
Valores extremos

			Número del caso	Valor
Desajuste en LavaCOS-6	Mayor	1	46	714
		2	90	574
		3	42	538
		4	32	531
		5	22	450
	Menor	1	87	11
		2	96	15
		3	116	23
		4	84	29
		5	14	29

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desajuste en LavaCOS-6	,085	126	,027	,942	126	,000

Desajuste en LavaCOS-6



Explorar

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desajuste en LavaCOS-9	126	99,2%	1	,8%	127	100,0%
Desajuste en LavaCOS-10	126	99,2%	1	,8%	127	100,0%

Descriptivos

	Estadístico	Error estándar
Desajuste en LavaCOS-9 - Media	190,46	10,471
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	169,74
	Límite superior	211,18
Media recortada al 5%	180,87	
Mediana	176,00	
Varianza	13813,642	
Desviación estándar	117,531	
Mínimo	0	
Máximo	637	
Rango	637	
Rango intercuartil	141	
Asimetría	1,233	,216
Curtosis	2,089	,428
Desajuste en LavaCOS-10 - Media	189,75	11,059
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	167,86
	Límite superior	211,63
Media recortada al 5%	181,18	
Mediana	159,00	
Varianza	15410,591	
Desviación estándar	124,139	
Mínimo	0	
Máximo	644	
Rango	644	
Rango intercuartil	155	
Asimetría	1,151	,216
Curtosis	1,443	,428

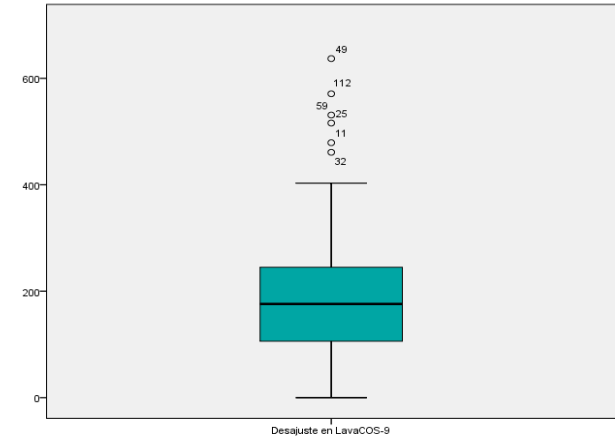
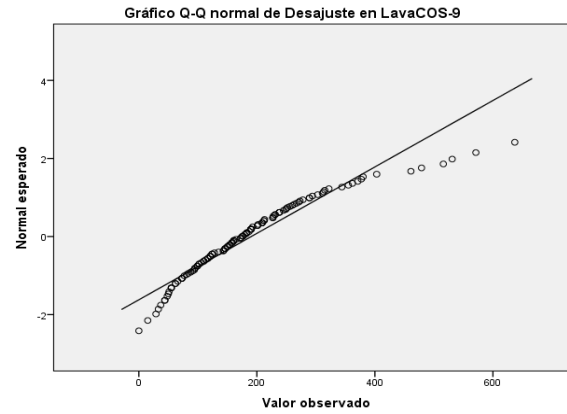
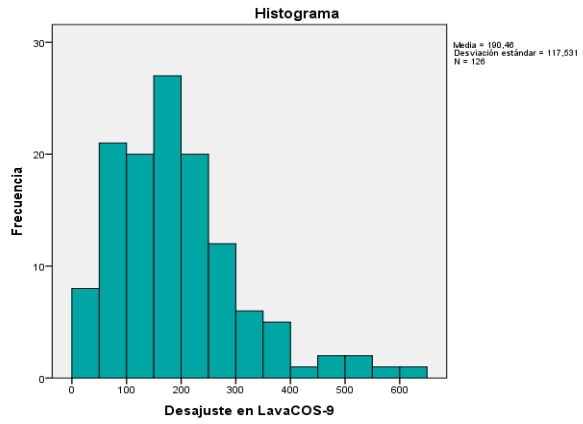
Valores extremos

		Número del caso	Valor
Desajuste en LavaCOS-9	Mayor	1	637
		2	571
		3	531
		4	516
		5	479
	Menor	1	0
		2	15
		3	29
		4	33
		5	37
Desajuste en LavaCOS-10	Mayor	1	644
		2	611
		3	479
		4	457
		5	457
	Menor	1	0
		2	7
		3	11
		4	22
		5	37

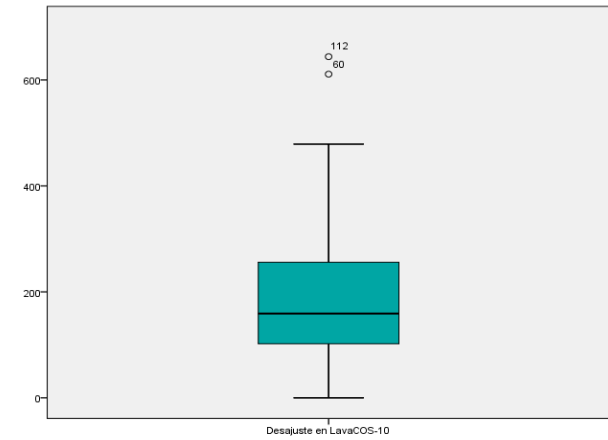
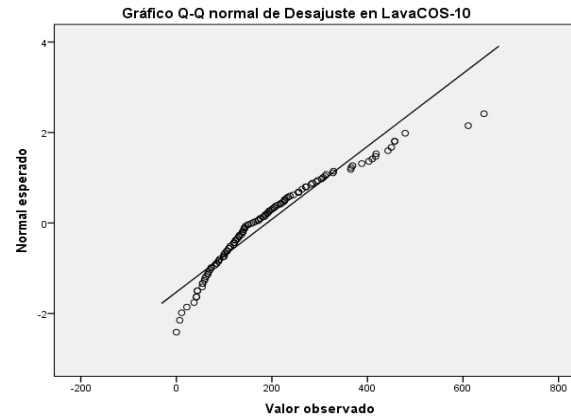
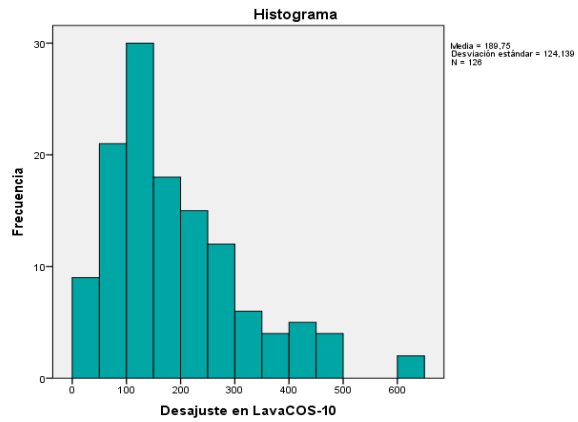
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desajuste en LavaCOS-9	,099	126	,004	,920	126	,000
Desajuste en LavaCOS-10	,118	126	,000	,920	126	,000

**Desajuste en
LavaCOS-9**



**Desajuste en
LavaCOS-10**



Explorar

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Desajuste en LavaCOS-11	126	99,2%	1	,8%	127	100,0%

Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
Desajuste en LavaCOS-11	Media	192,50	10,926	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	170,88	
		Límite superior	214,12	
	Media recortada al 5%	184,35		
	Mediana	165,00		
	Varianza	15042,060		
	Desviación estándar	122,646		
	Mínimo	4		
	Máximo	723		
	Rango	719		
	Rango intercuartil	172		
	Asimetría	1,259	,216	
	Curtosis	2,694	,428	

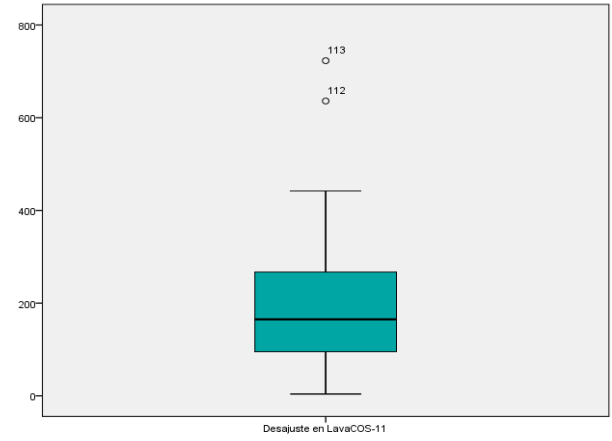
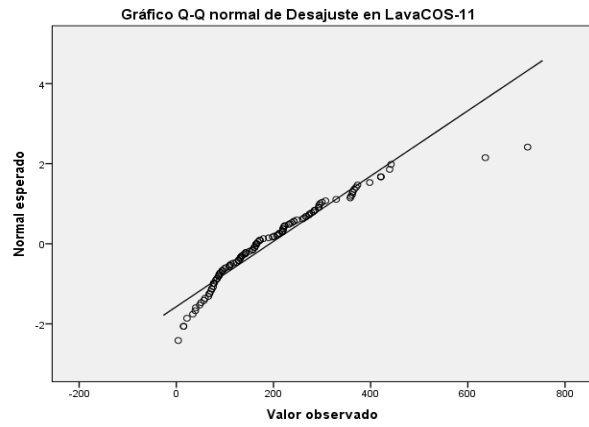
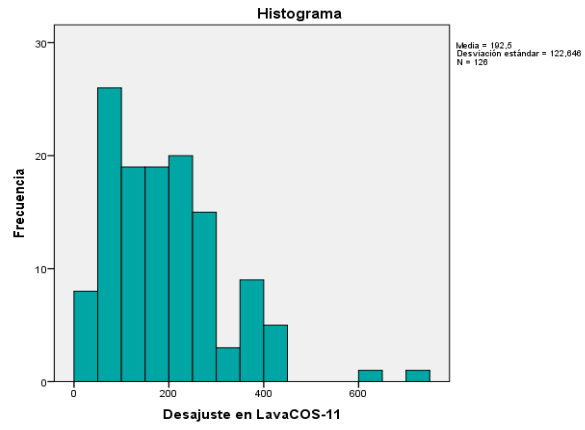
Valores extremos

			Número del caso	Valor
Desajuste en LavaCOS-11	Mayor	1	113	723
		2	112	636
		3	12	442
		4	38	439
		5	39	421
	Menor	1	97	4
		2	87	15
		3	85	15
		4	65	22
		5	126	34

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desajuste en LavaCOS-11	,114	126	,000	,918	126	,000

Desajuste en LavaCOS-11



Modelo lineal general

Factores dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

MEDICIONES	Variable dependiente
1	L.COS.01
2	L.COS.02
3	L.COS.03
4	L.COS.04
5	L.COS.05
6	L.COS.06
7	L.COS.07
8	L.COS.08
9	L.COS.09
10	L.COS.10
11	L.COS.11
12	L.COS.12

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación estándar	N
Desajuste en LavaCOS-1	190,89	100,108	124
Desajuste en LavaCOS-2	192,92	94,293	124
Desajuste en LavaCOS-3	194,17	99,318	124
Desajuste en LavaCOS-4	208,22	119,230	124
Desajuste en LavaCOS-5	212,20	128,374	124
Desajuste en LavaCOS-6	204,57	128,331	124
Desajuste en LavaCOS-7	184,58	120,836	124
Desajuste en LavaCOS-8	198,69	123,311	124
Desajuste en LavaCOS-9	190,67	118,158	124
Desajuste en LavaCOS-10	187,67	123,577	124
Desajuste en LavaCOS-11	187,48	113,594	124
Desajuste en LavaCOS-12	178,25	111,415	124

Pruebas multivariante

Efecto	Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES Traza de Pillai	,147	1,776	11,000	113,000	,066	,147	19,538	,832
Lambda de Wilks	,853	1,776	11,000	113,000	,066	,147	19,538	,832
Traza de Hotelling	,173	1,776	11,000	113,000	,066	,147	19,538	,832
Raíz mayor de Roy	,173	1,776	11,000	113,000	,066	,147	19,538	,832

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: DESAJUSTE_L
AVACOS

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
MEDICIONES	,000	937,109	65	,000	,407	,424	,091

Pruebas de efectos dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Esfericidad asumida	137418,933	11	12492,630	1,781	,052	,014	19,588	,867
	Greenhouse-Geisser	137418,933	4,473	30720,926	1,781	,123	,014	7,965	,578
	Huynh-Feldt	137418,933	4,663	29471,225	1,781	,120	,014	8,303	,591
	Límite inferior	137418,933	1,000	137418,933	1,781	,185	,014	1,781	,263
Error (MEDICIONES)	Esfericidad asumida	9491945,567	1353	7015,481					
	Greenhouse-Geisser	9491945,567	550,196	17251,937					
	Huynh-Feldt	9491945,567	573,527	16550,143					
	Límite inferior	9491945,567	123,000	77170,289					

Pruebas de contrastes dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Lineal	31593,817	1	31593,817	1,755	,188	,014	1,755	,260
	Cuadrático	46533,502	1	46533,502	3,247	,074	,026	3,247	,432
	Cúbico	7856,463	1	7856,463	,839	,362	,007	,839	,149
	Orden 4	36,157	1	36,157	,007	,935	,000	,007	,051
	Orden 5	16916,173	1	16916,173	1,658	,200	,013	1,658	,248
	Orden 6	2506,188	1	2506,188	,969	,327	,008	,969	,164
	Orden 7	3012,670	1	3012,670	,734	,393	,006	,734	,136
	Orden 8	14886,967	1	14886,967	3,576	,061	,028	3,576	,467
	Orden 9	632,590	1	632,590	,153	,697	,001	,153	,067
	Orden 10	3912,603	1	3912,603	1,994	,160	,016	1,994	,288
	Orden 11	9531,803	1	9531,803	3,346	,070	,026	3,346	,442
Error (MEDICIONES)	Lineal	2213772,949	123	17998,154					
	Cuadrático	1762974,808	123	14333,129					
	Cúbico	1152009,966	123	9365,935					
	Orden 4	671068,237	123	5455,839					
	Orden 5	1254964,928	123	10202,967					
	Orden 6	318192,252	123	2586,929					
	Orden 7	504904,268	123	4104,913					
	Orden 8	512093,121	123	4163,359					
	Orden 9	510178,539	123	4147,793					
	Orden 10	241357,665	123	1962,257					
	Orden 11	350428,834	123	2849,015					

Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

Variable transformada: Media

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Interceptación	56113390,970	1	56113390,970	675,028	,000	,846	675,028	1,000
Error	10224684,530	123	83127,517					

Medias marginales estimadas

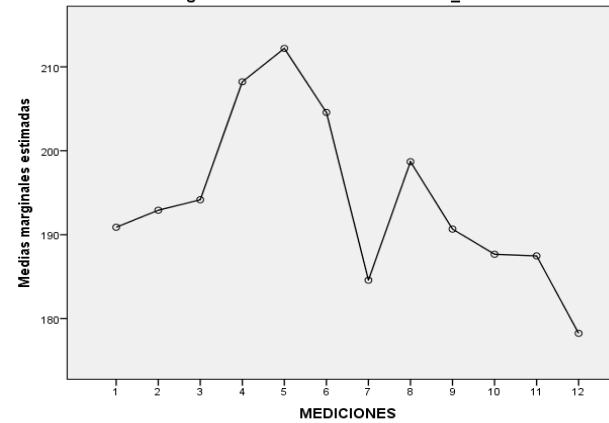
MEDICIONES

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

MEDICIONES	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
1	190,887	8,990	173,092	208,682
2	192,919	8,468	176,158	209,681
3	194,169	8,919	176,515	211,824
4	208,218	10,707	187,023	229,412
5	212,202	11,528	189,382	235,021
6	204,573	11,524	181,761	227,385
7	184,581	10,851	163,101	206,060
8	198,694	11,074	176,774	220,613
9	190,669	10,611	169,666	211,673
10	187,669	11,098	165,703	209,636
11	187,476	10,201	167,283	207,668
12	178,250	10,005	158,445	198,055

Gráficos de perfil

Medias marginales estimadas de DESAJUSTE_LAVACOS



Pruebas NPar

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
Desajuste en LavaCOS-1	6,52
Desajuste en LavaCOS-2	7,02
Desajuste en LavaCOS-3	6,83
Desajuste en LavaCOS-4	7,16
Desajuste en LavaCOS-5	7,06
Desajuste en LavaCOS-6	6,81
Desajuste en LavaCOS-7	5,74
Desajuste en LavaCOS-8	6,63
Desajuste en LavaCOS-9	6,42
Desajuste en LavaCOS-10	5,89
Desajuste en LavaCOS-11	6,15
Desajuste en LavaCOS-12	5,77

Estadísticos de prueba

N	124
Chi-cuadrado	27,278
gl	11
Sig. asintótica	,004

Modelo lineal general

Factores dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_LAVACOS

MEDICIONES	Variable dependiente
1	L.COS.01
2	L.COS.02
3	L.COS.03
4	L.COS.04
5	L.COS.05
6	L.COS.06
7	L.COS.07
8	L.COS.08
9	L.COS.09
10	L.COS.10
11	L.COS.11
12	L.COS.12

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación estándar	N
Desajuste en LavaCOS-1	194,01	101,197	127
Desajuste en LavaCOS-2	196,88	96,678	127
Desajuste en LavaCOS-3	198,89	103,026	127
Desajuste en LavaCOS-4	211,89	120,221	127
Desajuste en LavaCOS-5	218,48	137,460	127
Desajuste en LavaCOS-6	212,02	144,788	127
Desajuste en LavaCOS-7	188,10	125,634	127
Desajuste en LavaCOS-8	202,20	130,282	127
Desajuste en LavaCOS-9	194,69	126,409	127
Desajuste en LavaCOS-10	193,88	132,139	127
Desajuste en LavaCOS-11	197,98	136,903	127
Desajuste en LavaCOS-12	184,57	120,451	127

Pruebas multivariante

Efecto		Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Traza de Pillai	,158	1,984	11,000	116,000	,036	,158	21,823	,880
	Lambda de Wilks	,842	1,984	11,000	116,000	,036	,158	21,823	,880
	Traza de Hotelling	,188	1,984	11,000	116,000	,036	,158	21,823	,880
	Raíz mayor de Roy	,188	1,984	11,000	116,000	,036	,158	21,823	,880

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
MEDICIONES	,000	995,316	65	,000	,388	,403	,091

Pruebas de efectos dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Esfericidad asumida	142835,482	11	12985,044	1,629	,085	,013	17,924	,828
	Greenhouse-Geisser	142835,482	4,270	33453,742	1,629	,161	,013	6,957	,521
	Huynh-Feldt	142835,482	4,438	32184,345	1,629	,159	,013	7,232	,533
	Límite inferior	142835,482	1,000	142835,482	1,629	,204	,013	1,629	,245
Error (MEDICIONES)	Esfericidad asumida	11044823,268	1386	7968,848					
	Greenhouse-Geisser	11044823,268	537,975	20530,372					
	Huynh-Feldt	11044823,268	559,193	19751,351					
	Límite inferior	11044823,268	126,000	87657,328					

Pruebas de contrastes dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_ LAVACOS

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Lineal	18370,601	1	18370,601	,871	,352	,007	,871	,153
	Cuadrático	43535,158	1	43535,158	2,926	,090	,023	2,926	,397
	Cúbico	11994,007	1	11994,007	1,172	,281	,009	1,172	,189
	Orden 4	425,320	1	425,320	,067	,796	,001	,067	,058
	Orden 5	30736,768	1	30736,768	2,556	,112	,020	2,556	,355
	Orden 6	223,948	1	223,948	,065	,799	,001	,065	,057
	Orden 7	3560,342	1	3560,342	,657	,419	,005	,657	,127
	Orden 8	14539,998	1	14539,998	3,553	,062	,027	3,553	,464
	Orden 9	2437,461	1	2437,461	,509	,477	,004	,509	,109
	Orden 10	4862,440	1	4862,440	2,471	,118	,019	2,471	,345
	Orden 11	12149,439	1	12149,439	3,592	,060	,028	3,592	,469
	Error (MEDICIONES)	Lineal	265654,593	126	21083,767				
Cuadrático		1874484,049	126	14876,858					
Cúbico		1289577,650	126	10234,743					
Orden 4		800286,549	126	6351,481					
Orden 5		1515026,655	126	12024,021					
Orden 6		433405,297	126	3439,725					
Orden 7		682302,834	126	5415,102					
Orden 8		515567,466	126	4091,805					
Orden 9		603516,296	126	4789,812					
Orden 10		247946,025	126	1967,826					
Orden 11		426155,853	126	3382,189					

Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

Variable transformada: Media

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Interceptación	60635233,707	1	60635233,707	629,622	,000	,833	629,622	1,000
Error	12134330,543	126	96304,211					

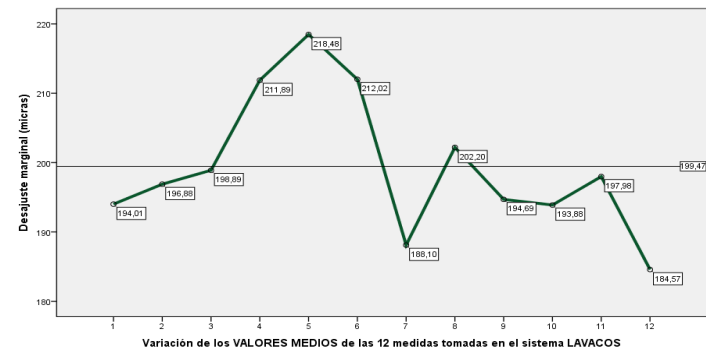
Medias marginales estimadas

MEDICIONES

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

MEDICIONES	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
1	194,008	8,980	176,237	211,779
2	196,882	8,579	179,905	213,859
3	198,890	9,142	180,798	216,982
4	211,890	10,668	190,778	233,001
5	218,480	12,198	194,342	242,619
6	212,016	12,848	186,590	237,441
7	188,102	11,148	166,040	210,164
8	202,197	11,561	179,319	225,075
9	194,693	11,217	172,495	216,891
10	193,882	11,725	170,678	217,086
11	197,984	12,148	173,943	222,025
12	184,575	10,688	163,423	205,727

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
Desajuste en LavaCOS-1	6,50
Desajuste en LavaCOS-2	7,02
Desajuste en LavaCOS-3	6,85
Desajuste en LavaCOS-4	7,14
Desajuste en LavaCOS-5	7,06
Desajuste en LavaCOS-6	6,79
Desajuste en LavaCOS-7	5,70
Desajuste en LavaCOS-8	6,58
Desajuste en LavaCOS-9	6,39
Desajuste en LavaCOS-10	5,93
Desajuste en LavaCOS-11	6,24
Desajuste en LavaCOS-12	5,83

Modelo lineal general

Factores dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_LAVACOS

MEDICIONES	Variable dependiente
1	L.COS.01
2	L.COS.02
3	L.COS.03
4	L.COS.04
5	L.COS.06
6	L.COS.07
7	L.COS.08
8	L.COS.09
9	L.COS.10
10	L.COS.11

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviacion estándar	N
Desajuste en LavaCOS-1	194,01	101,197	127
Desajuste en LavaCOS-2	196,88	96,678	127
Desajuste en LavaCOS-3	198,89	103,026	127
Desajuste en LavaCOS-4	211,89	120,221	127
Desajuste en LavaCOS-6	212,02	144,788	127
Desajuste en LavaCOS-7	188,10	125,634	127
Desajuste en LavaCOS-8	202,20	130,282	127
Desajuste en LavaCOS-9	194,69	126,409	127
Desajuste en LavaCOS-10	193,88	132,139	127
Desajuste en LavaCOS-11	197,98	136,903	127

Estadísticos de prueba

N	127
Chi-cuadrado	26,564
gl	11
Sig. asintótica	,005

Pruebas multivariante

Efecto	Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.	La suma de cuadrados	Parámetro de no centralidad	Potencia observada	
MEDICIONES	Traza de Pillai	,102	1,487	9,000	118,000	,161	,102	13,381	,682
	Lambda de Wilks	,898	1,487	9,000	118,000	,161	,102	13,381	,682
	Traza de Hotelling	,113	1,487	9,000	118,000	,161	,102	13,381	,682
	Raíz mayor de Roy	,113	1,487	9,000	118,000	,161	,102	13,381	,682

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
MEDICIONES	,005	651,389	44	,000	,482	,501	,111

Pruebas de efectos dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Esfericidad asumida	68542,180	9	7615,798	,958	,473	,008	8,623	,486
	Greenhouse-Geisser	68542,180	4,334	15816,137	,958	,435	,008	4,152	,318
	Huynh-Feldt	68542,180	4,507	15207,159	,958	,437	,008	4,318	,325
	Límite inferior	68542,180	1,000	68542,180	,958	,330	,008	,958	,163
Error (MEDICIONES)	Esfericidad asumida	9014419,520	1134	7949,224					
	Greenhouse-Geisser	9014419,520	546,044	16508,580					
	Huynh-Feldt	9014419,520	567,911	15872,941					
	Límite inferior	9014419,520	126,000	71543,012					

Pruebas de contrastes dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada	
MEDICIONES	Lineal	1348,253	1	1348,253	,075	,785	,001	,075	,059
	Cuadrático	10174,398	1	10174,398	,768	,382	,006	,768	,140
	Cúbico	13171,997	1	13171,997	1,289	,258	,010	1,289	,203
	Orden 4	2005,859	1	2005,859	,459	,499	,004	,459	,103
	Orden 5	5781,755	1	5781,755	,719	,398	,006	,719	,134
	Orden 6	1809,638	1	1809,638	,521	,472	,004	,521	,111
	Orden 7	10623,335	1	10623,335	1,708	,194	,013	1,708	,254
	Orden 8	9579,825	1	9579,825	3,430	,066	,026	3,430	,451
	Orden 9	14047,121	1	14047,121	2,695	,103	,021	2,695	,371
	Error (MEDICIONES)	Lineal	2264070,720	126	17968,815				
Cuadrático		1668585,830	126	13242,745					
Cúbico		1287189,774	126	10215,792					
Orden 4		550621,100	126	4370,009					
Orden 5		1013906,494	126	8046,877					
Orden 6		437746,880	126	3474,182					
Orden 7		783711,117	126	6219,929					
Orden 8		351933,671	126	2793,124					
Orden 9		656653,936	126	5211,539					

Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

Variable transformada: Media

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Interceptación	50320735,749	1	50320735,749	636,851	,000	,835	636,851	1,000
Error	9955887,551	126	79014,981					

Medias marginales estimadas

MEDICIONES

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

MEDICIONES	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
1	194,008	8,980	176,237	211,779
2	196,882	8,579	179,905	213,859
3	198,890	9,142	180,798	216,982
4	211,890	10,668	190,778	233,001
5	212,016	12,848	186,590	237,441
6	188,102	11,148	166,040	210,164
7	202,197	11,561	179,319	225,075
8	194,693	11,217	172,495	216,891
9	193,882	11,725	170,678	217,086
10	197,984	12,148	173,943	222,025

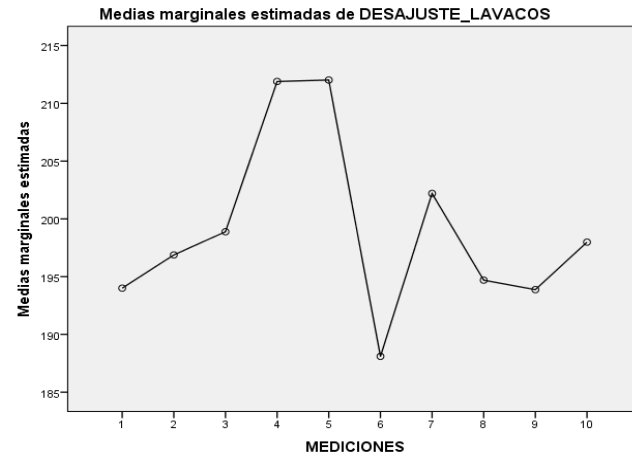
Pruebas NPar

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
Desajuste en LavaCOS-1	5,49
Desajuste en LavaCOS-2	5,93
Desajuste en LavaCOS-3	5,83
Desajuste en LavaCOS-4	6,08
Desajuste en LavaCOS-6	5,76
Desajuste en LavaCOS-7	4,81
Desajuste en LavaCOS-8	5,53
Desajuste en LavaCOS-9	5,32
Desajuste en LavaCOS-10	4,97
Desajuste en LavaCOS-11	5,27

Gráficos de perfil



Estadísticos de prueba

N	127
Chi-cuadrado	21,499
gl	9
Sig. asintótica	,011

Pruebas NPar

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
Desajuste en LavaCOS-1	4,93
Desajuste en LavaCOS-2	5,30
Desajuste en LavaCOS-3	5,29
Desajuste en LavaCOS-4	5,43
Desajuste en LavaCOS-5	5,17
Desajuste en LavaCOS-8	4,92
Desajuste en LavaCOS-9	4,76
Desajuste en LavaCOS-10	4,44
Desajuste en LavaCOS-11	4,76

Estadísticos de prueba

N	127
Chi-cuadrado	13,993
gl	8
Sig. asintótica	,082

Modelo lineal general

Factores dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

MEDICIONES	Variable dependiente
1	L.COS.01
2	L.COS.02
3	L.COS.03
4	L.COS.04
5	L.COS.06
6	L.COS.08
7	L.COS.09
8	L.COS.10
9	L.COS.11

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación estándar	N
Desajuste en LavaCOS-1	194,01	101,197	127
Desajuste en LavaCOS-2	196,88	96,678	127
Desajuste en LavaCOS-3	198,89	103,026	127
Desajuste en LavaCOS-4	211,89	120,221	127
Desajuste en LavaCOS-6	212,02	144,788	127
Desajuste en LavaCOS-8	202,20	130,282	127
Desajuste en LavaCOS-9	194,69	126,409	127
Desajuste en LavaCOS-10	193,88	132,139	127
Desajuste en LavaCOS-11	197,98	136,903	127

Pruebas multivariante

Efecto		Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Traza de Pillai	,044	,692	8,000	119,000	,698	,044	5,538	,308
	Lambda de Wilks	,956	,692	8,000	119,000	,698	,044	5,538	,308
	Traza de Hotelling	,047	,692	8,000	119,000	,698	,044	5,538	,308
	Raíz mayor de Roy	,047	,692	8,000	119,000	,698	,044	5,538	,308

Prueba de esfericidad de Mauchly

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
MEDICIONES	,014	527,105	35	,000	,528	,548	,125

Pruebas de efectos dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Esfericidad asumida	51616,521	8	6452,065	,804	,599	,006	6,430	,380
	Greenhouse-Geisser	51616,521	4,222	12225,382	,804	,529	,006	3,394	,265
	Huynh-Feldt	51616,521	4,387	11766,578	,804	,533	,006	3,526	,271
	Límite inferior	51616,521	1,000	51616,521	,804	,372	,006	,804	,144
Error (MEDICIONES)	Esfericidad asumida	8091466,367	1008	8027,248					
	Greenhouse-Geisser	8091466,367	531,982	15210,041					
	Huynh-Feldt	8091466,367	552,725	14639,227					
	Límite inferior	8091466,367	126,000	64217,987					

Pruebas de contrastes dentro de sujetos

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
MEDICIONES	Lineal	264,619	1	264,619	,016	,900	,000	,016	,052
	Cuadrático	23574,354	1	23574,354	2,001	,160	,016	2,001	,289
	Cúbico	6122,525	1	6122,525	,812	,369	,006	,812	,145
	Orden 4	15575,208	1	15575,208	2,442	,121	,019	2,442	,341
	Orden 5	824,416	1	824,416	,129	,720	,001	,129	,065
	Orden 6	3769,589	1	3769,589	,641	,425	,005	,641	,125
	Orden 7	1448,424	1	1448,424	,357	,551	,003	,357	,091
	Orden 8	37,385	1	37,385	,007	,933	,000	,007	,051
	Error (MEDICIONES)	Lineal	2124148,981	126	16858,325				
Cuadrático		1484485,989	126	11781,635					
Cúbico		949788,052	126	7538,000					
Orden 4		803680,152	126	6378,414					
Orden 5		805053,515	126	6389,314					
Orden 6		740684,964	126	5878,452					
Orden 7		511073,468	126	4056,139					
Orden 8		672551,247	126	5337,708					

Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

Variable transformada: Media

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Interceptación	45844084,077	1	45844084,077	649,753	,000	,838	649,753	1,000
Error	8890081,034	126	70556,199					

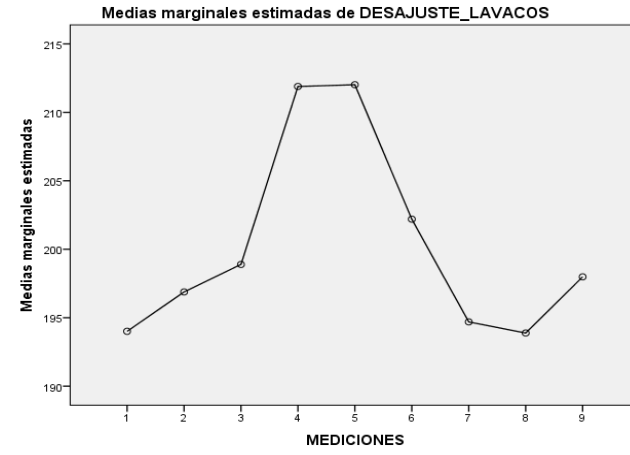
**Medias marginales
estimadas**

MEDICIONES

Medida: DESAJUSTE_
LAVACOS

MEDICIONES	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
1	194,008	8,980	176,237	211,779
2	196,882	8,579	179,905	213,859
3	198,890	9,142	180,798	216,982
4	211,890	10,668	190,778	233,001
5	212,016	12,848	186,590	237,441
6	202,197	11,561	179,319	225,075
7	194,693	11,217	172,495	216,891
8	193,882	11,725	170,678	217,086
9	197,984	12,148	173,943	222,025

**Gráficos de
perfil**





3 datos

tratamiento estadístico

Trabajo de investigación: Juan Carlos Lillo Rodríguez

Tema: Estudio experimental in vitro sobre el ajuste de cofias obtenidas mediante procedimientos convencionales y CAD/CAM.

Área: Odontología

Organización: Pruebas realizadas para la comparación de sistemas

Fecha de análisis: Noviembre 2016

Analista principal: **José Manuel García de Cecilia**
<http://www.linkedin.com/in/3datosjmgarciadececilia>

www.3datos.es
Telf. de contacto: +34 669 700 696
Usuario Skype: 3datos

Pruebas NPar

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		DESAJUSTE_M1
N		381
Parámetros normales	Media	152,68
	Desviación estándar	99,667
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,113
	Positivo	,113
	Negativo	-,065
Estadístico de prueba		,113
Sig. asintótica (bilateral)		,000
Significación exacta (bilateral)		,000
Probabilidad en el punto		0,000

Análisis univariado de varianza

Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
Sistema de Confección Cofia	1	Colada (Convencional)	127
	2	Lava SCAN	127
	3	Lava COS	127

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M1

Sistema de Confección Cofia	Media	Desviación estándar	N
Colada (Convencional)	128,52	103,242	127
Lava SCAN	135,52	80,323	127
Lava COS	194,01	101,197	127
Total	152,68	99,667	381

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

Variable dependiente: DESAJUSTE_M1

F	df1	df2	Sig.
8,199	2	378	,000

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M1

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Modelo corregido	328446,178	2	164223,089	18,013	,000	,087	36,025	1,000
Interceptación	8881841,428	1	8881841,428	974,189	,000	,720	974,189	1,000
SIST.CONFECCION	328446,178	2	164223,089	18,013	,000	,087	36,025	1,000
Error	3446288,394	378	9117,165					
Total	12656576,000	381						
Total corregido	3774734,572	380						

Medias marginales estimadas

Sistema de Confección Cofia

Variable dependiente: DESAJUSTE_M1

Sistema de Confección Cofia	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	128,520	8,473	111,860	145,179
Lava SCAN	135,520	8,473	118,860	152,179
Lava COS	194,008	8,473	177,348	210,668

Pruebas post hoc

Sistema de Confección Cofia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DESAJUSTE_M1

HSD Tukey

(I) Sistema de Confección Cofia	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
Colada (Convencional)	Lava SCAN	-7,00	11,982	,829	-35,19	21,19
	Lava COS	-65,49	11,982	,000	-93,68	-37,29
Lava SCAN	Colada (Convencional)	7,00	11,982	,829	-21,19	35,19
	Lava COS	-58,49	11,982	,000	-86,68	-30,29
Lava COS	Colada (Convencional)	65,49	11,982	,000	37,29	93,68
	Lava SCAN	58,49	11,982	,000	30,29	86,68

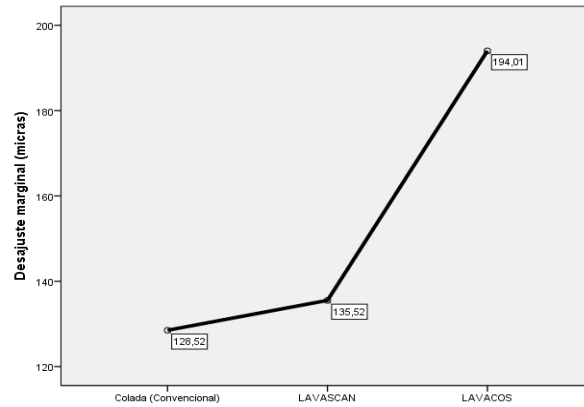
Subconjuntos homogéneos

DESAJUSTE_M1

HSD Tukey_{a,b}

Sistema de Confección Cofia	N	Subconjunto	
		1	2
Colada (Convencional)	127	128,52	
Lava SCAN	127	135,52	
Lava COS	127		194,01
Sig.		,829	1,000

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio
DESAJUSTE_M1	Colada (Convencional)	127	156,33
	Lava SCAN	127	177,57
	Lava COS	127	239,09
	Total	381	

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M1
Chi-cuadrado	38,698
gl	2
Sig. asintótica	,000

Pruebas NPar

Notas

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M1	Colada (Convencional)	127	118,07	14994,50
	Lava SCAN	127	136,93	17390,50
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M1
U de Mann-Whitney	6866,500
W de Wilcoxon	14994,500
Z	-2,047
Sig. asintótica (bilateral)	,041

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M1	Colada (Convencional)	127	102,27	12988,00
	Lava COS	127	152,73	19397,00
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M1
U de Mann-Whitney	4860,000
W de Wilcoxon	12988,000
Z	-5,474
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M1	Lava SCAN	127	104,64	13289,00
	Lava COS	127	150,36	19096,00
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M1
U de Mann-Whitney	5161,000
W de Wilcoxon	13289,000
Z	-4,960
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		DESAJUSTE_M2
N		381
Parámetros normales	Media	158,99
	Desviación estándar	97,831
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,097
	Positivo	,097
	Negativo	-,059
Estadístico de prueba		,097
Sig. asintótica (bilateral)		,000
Significación exacta (bilateral)		,002
Probabilidad en el punto		0,000

Análisis univariado de varianza

Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
Sistema de Confección Cofia	1	Colada (Convencional)	127
	2	Lava SCAN	127
	3	Lava COS	127

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente:

DESAJUSTE_M2

Sistema de Confección Cofia	Media	Desviación estándar	N
Colada (Convencional)	133,05	99,261	127
Lava SCAN	147,06	86,001	127
Lava COS	196,88	96,678	127
Total	158,99	97,831	381

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

Variable dependiente: DESAJUSTE_M2

F	df1	df2	Sig.
2,670	2	378	,071

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M2

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Modelo corregido	285910,430	2	142955,215	16,126	,000	,079	32,251	1,000
Interceptación	9631425,010	1	9631425,010	1086,437	,000	,742	1086,437	1,000
SIST.CONFECCION	285910,430	2	142955,215	16,126	,000	,079	32,251	1,000
Error	3351027,559	378	8865,152					
Total	13268363,000	381						
Total corregido	3636937,990	380						

Medias marginales estimadas

Sistema de Confección Cofia

Variable dependiente: DESAJUSTE_M2

Sistema de Confección Cofia	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	133,047	8,355	116,619	149,475
Lava SCAN	147,055	8,355	130,627	163,483
Lava COS	196,882	8,355	180,454	213,310

Pruebas post hoc

Sistema de Confección Cofia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DESAJUSTE_M2

HSD Tukey

(I) Sistema de Confección Cofia		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	Lava SCAN	-14,01	11,816	,463	-41,81	13,79
	Lava COS	-63,83	11,816	,000	-91,64	-36,03
Lava SCAN	Colada (Convencional)	14,01	11,816	,463	-13,79	41,81
	Lava COS	-49,83	11,816	,000	-77,63	-22,02
Lava COS	Colada (Convencional)	63,83	11,816	,000	36,03	91,64
	Lava SCAN	49,83	11,816	,000	22,02	77,63

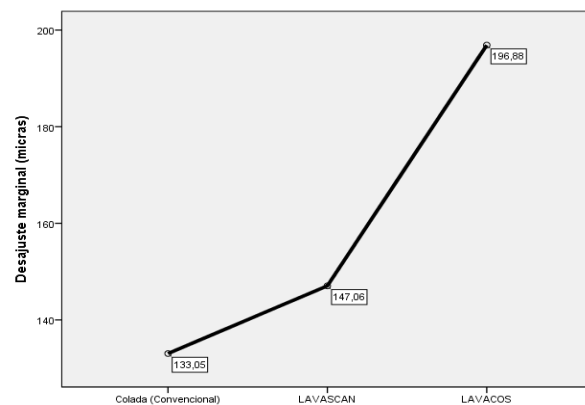
Subconjuntos homogéneos

DESAJUSTE_M2

HSD Tukey_{a,b}

Sistema de Confección Cofia	N	Subconjunto	
		1	2
Colada (Convencional)	127	133,05	
Lava SCAN	127	147,06	
Lava COS	127		196,88
Sig.		,463	1,000

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio
DESAJUSTE_M2	Colada (Convencional)	127	156,29
	Lava SCAN	127	180,72
	Lava COS	127	235,98
	Total	381	

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M2
Chi-cuadrado	34,914
gl	2
Sig. asintótica	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M2	Colada (Convencional)	127	117,60	14935,50
	Lava SCAN	127	137,40	17449,50
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M2
U de Mann-Whitney	6807,500
W de Wilcoxon	14935,500
Z	-2,147
Sig. asintótica (bilateral)	,032

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M2	Colada (Convencional)	127	102,69	13041,50
	Lava COS	127	152,31	19343,50
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M2
U de Mann-Whitney	4913,500
W de Wilcoxon	13041,500
Z	-5,383
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M2	Lava SCAN	127	107,33	13630,50
	Lava COS	127	147,67	18754,50
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M2
U de Mann-Whitney	5502,500
W de Wilcoxon	13630,500
Z	-4,377
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		DESAJUSTE_M3
N		381
Parámetros normales	Media	163,13
	Desviación estándar	103,513
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,096
	Positivo	,096
	Negativo	-,066
Estadístico de prueba		,096
Sig. asintótica (bilateral)		,000
Significación exacta (bilateral)		,002
Probabilidad en el punto		0,000

Análisis univariado de varianza

Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
Sistema de Confección Cofia	1	Colada (Convencional)	127
	2	Lava SCAN	127
	3	Lava COS	127

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M3

Sistema de Confección Cofia	Media	Desviación estándar	N
Colada (Convencional)	142,52	114,400	127
Lava SCAN	147,99	81,639	127
Lava COS	198,89	103,026	127
Total	163,13	103,513	381

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

Variable dependiente: DESAJUSTE_M3

F	df1	df2	Sig.
7,533	2	378	,001

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M3

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Modelo corregido	245453,024	2	122726,512	12,124	,000	,060	24,249	,995
Interceptación	10139421,827	1	10139421,827	1001,695	,000	,726	1001,695	1,000
SIST.CONFECCION	245453,024	2	122726,512	12,124	,000	,060	24,249	,995
Error	3826215,150	378	10122,262					
Total	14211090,000	381						
Total corregido	4071668,173	380						

Medias marginales estimadas

Sistema de Confección Cofia

Variable dependiente: DESAJUSTE_M3

Sistema de Confección Cofia	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	142,520	8,928	124,966	160,074
Lava SCAN	147,992	8,928	130,438	165,546
Lava COS	198,890	8,928	181,336	216,444

Pruebas post hoc

Sistema de Confección Cofia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DESAJUSTE_M3
HSD Tukey

(I) Sistema de Confección Cofia		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	Lava SCAN	-5,47	12,626	,902	-35,18	24,24
	Lava COS	-56,37	12,626	,000	-86,08	-26,66
Lava SCAN	Colada (Convencional)	5,47	12,626	,902	-24,24	35,18
	Lava COS	-50,90	12,626	,000	-80,61	-21,19
Lava COS	Colada (Convencional)	56,37	12,626	,000	26,66	86,08
	Lava SCAN	50,90	12,626	,000	21,19	80,61

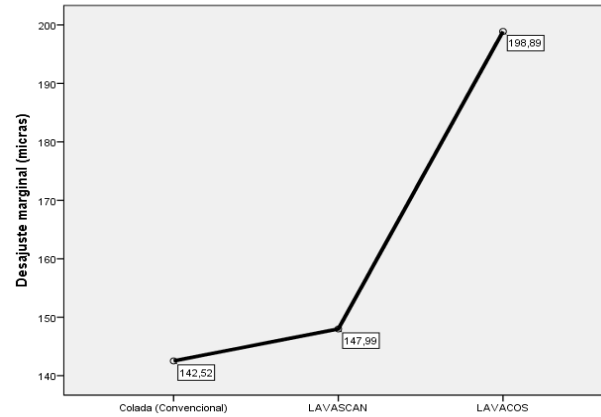
Subconjuntos homogéneos

DESAJUSTE_M3

HSD Tukey_{a,b}

Sistema de Confección Cofia	N	Subconjunto	
		1	2
Colada (Convencional)	127	142,52	
Lava SCAN	127	147,99	
Lava COS	127		198,89
Sig.		,902	1,000

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio
DESAJUSTE_M3	Colada (Convencional)	127	161,07
	Lava SCAN	127	180,15
	Lava COS	127	231,78
	Total	381	

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M3
Chi-cuadrado	28,031
gl	2
Sig. asintótica	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M3	Colada (Convencional)	127	119,04	15118,00
	Lava SCAN	127	135,96	17267,00
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M3
U de Mann-Whitney	6990,000
W de Wilcoxon	15118,000
Z	-1,836
Sig. asintótica (bilateral)	,066

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M3	Colada (Convencional)	127	106,03	13465,50
	Lava COS	127	148,97	18919,50
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M3
U de Mann-Whitney	5337,500
W de Wilcoxon	13465,500
Z	-4,658
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M3	Lava SCAN	127	108,19	13740,50
	Lava COS	127	146,81	18644,50
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M3
U de Mann-Whitney	5612,500
W de Wilcoxon	13740,500
Z	-4,189
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		DESAJUSTE_M4
N		381
Parámetros normales	Media	171,61
	Desviación estándar	121,031
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,113
	Positivo	,113
	Negativo	-,082
Estadístico de prueba		,113
Sig. asintótica (bilateral)		,000
Significación exacta (bilateral)		,000
Probabilidad en el punto		0,000

Análisis univariado de varianza

Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
Sistema de Confección Cofia	1	Colada (Convencional)	127
	2	Lava SCAN	127
	3	Lava COS	127

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M4

Sistema de Confección Cofia	Media	Desviación estándar	N
Colada (Convencional)	157,35	131,774	127
Lava SCAN	145,60	99,188	127
Lava COS	211,89	120,221	127
Total	171,61	121,031	381

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

Variable dependiente: DESAJUSTE_M4

F	df1	df2	Sig.
5,597	2	378	,004

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M4

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Modelo corregido	317790,252	2	158895,126	11,443	,000	,057	22,887	,993
Interceptación	11220992,717	1	11220992,717	808,125	,000	,681	808,125	1,000
SIST.CONFECCION	317790,252	2	158895,126	11,443	,000	,057	22,887	,993
Error	5248610,031	378	13885,212					
Total	16787393,000	381						
Total corregido	5566400,283	380						

Medias marginales estimadas

Sistema de Confección Cofia

Variable dependiente: DESAJUSTE_M4

Sistema de Confección Cofia	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	157,354	10,456	136,795	177,914
Lava SCAN	145,598	10,456	125,039	166,158
Lava COS	211,890	10,456	191,330	232,449

Pruebas post hoc

Sistema de Confección Cofia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DESAJUSTE_M4

HSD Tukey

(I) Sistema de Confección Cofia	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	Lava SCAN	11,76	14,787	,706	-23,04 46,55
	Lava COS	-54,54	14,787	,001	-89,33 -19,74
Lava SCAN	Colada (Convencional)	-11,76	14,787	,706	-46,55 23,04
	Lava COS	-66,29	14,787	,000	-101,09 -31,50
Lava COS	Colada (Convencional)	54,54	14,787	,001	19,74 89,33
	Lava SCAN	66,29	14,787	,000	31,50 101,09

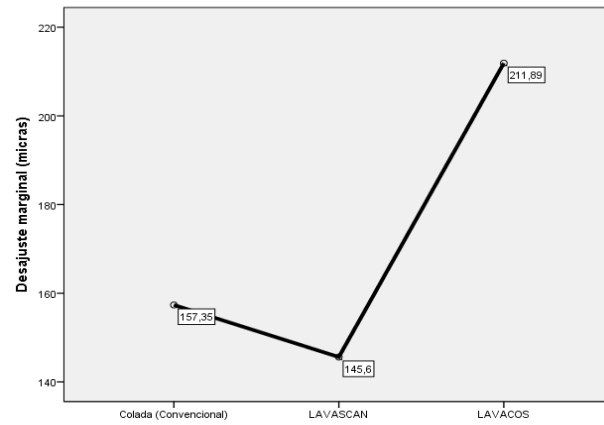
Subconjuntos homogéneos

DESAJUSTE_M4

HSD Tukey_{a,b}

Sistema de Confección Cofia	N	Subconjunto	
		1	2
Lava SCAN	127	145,60	
Colada (Convencional)	127	157,35	
Lava COS	127		211,89
Sig.		,706	1,000

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio
DESAJUSTE_M4	Colada (Convencional)	127	171,29
	Lava SCAN	127	169,78
	Lava COS	127	231,93
	Total	381	

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M4
Chi-cuadrado	26,332
gl	2
Sig. asintótica	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M4	Colada (Convencional)	127	126,85	16109,50
	Lava SCAN	127	128,15	16275,50
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M4
U de Mann-Whitney	7981,500
W de Wilcoxon	16109,500
Z	-,142
Sig. asintótica (bilateral)	,887

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M4	Colada (Convencional)	127	108,44	13772,00
	Lava COS	127	146,56	18613,00
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M4
U de Mann-Whitney	5644,000
W de Wilcoxon	13772,000
Z	-4,135
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia	N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M4	127	105,63	13414,50
Lava SCAN			
Lava COS	127	149,37	18970,50
Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M4
U de Mann-Whitney	5286,500
W de Wilcoxon	13414,500
Z	-4,746
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	DESAJUSTE_M5
N	381
Parámetros normales	
Media	182,00
Desviación estándar	132,137
Máximas diferencias extremas	
Absoluta	,108
Positivo	,108
Negativo	-,084
Estadístico de prueba	,108
Sig. asintótica (bilateral)	,000
Significación exacta (bilateral)	,000
Probabilidad en el punto	0,000

Análisis univariado de varianza

Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
Sistema de Confección Cofia	1	Colada (Convencional)	127
	2	Lava SCAN	127
	3	Lava COS	127

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M5

Sistema de Confección Cofia	Media	Desviación estándar	N
Colada (Convencional)	174,89	146,068	127
Lava SCAN	152,63	100,822	127
Lava COS	218,48	137,460	127
Total	182,00	132,137	381

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

Variable dependiente: DESAJUSTE_M5

F	df1	df2	Sig.
8,008	2	378	,000

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M5

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Modelo corregido	284984,236	2	142492,118	8,482	,000	,043	16,965	,965
Interceptación	12620244,000	1	12620244,000	751,261	,000	,665	751,261	1,000
SIST.CONFECCION	284984,236	2	142492,118	8,482	,000	,043	16,965	,965
Error	6349923,764	378	16798,740					
Total	19255152,000	381						
Total corregido	6634908,000	380						

Medias marginales estimadas

Sistema de Confección Cofia

Variable dependiente: DESAJUSTE_M5

Sistema de Confección Cofia	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	174,890	11,501	152,276	197,504
Lava SCAN	152,630	11,501	130,016	175,244
Lava COS	218,480	11,501	195,866	241,094

Pruebas post hoc

Sistema de Confección Cofia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DESAJUSTE_M5

HSD Tukey

(I) Sistema de Confección Cofia		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	Lava SCAN	22,26	16,265	,358	-16,01	60,53
	Lava COS	-43,59	16,265	,021	-81,86	-5,32
Lava SCAN	Colada (Convencional)	-22,26	16,265	,358	-60,53	16,01
	Lava COS	-65,85	16,265	,000	-104,12	-27,58
Lava COS	Colada (Convencional)	43,59	16,265	,021	5,32	81,86
	Lava SCAN	65,85	16,265	,000	27,58	104,12

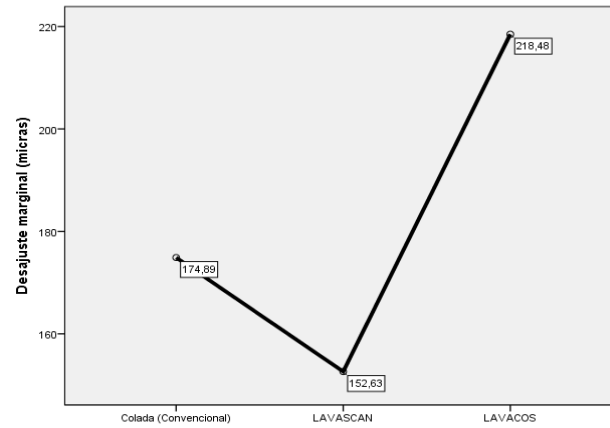
Subconjuntos homogéneos

DESAJUSTE_M5

HSD Tukey_{a,b}

Sistema de Confección Cofia	N	Subconjunto	
		1	2
Lava SCAN	127	152,63	
Colada (Convencional)	127	174,89	
Lava COS	127		218,48
Sig.		,358	1,000

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio
DESAJUSTE_M5	Colada (Convencional)	127	177,12
	Lava SCAN	127	171,20
	Lava COS	127	224,69
	Total	381	

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M5
Chi-cuadrado	18,008
gl	2
Sig. asintótica	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M5	Colada (Convencional)	127	128,35	16300,00
	Lava SCAN	127	126,65	16085,00
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M5
U de Mann-Whitney	7957,000
W de Wilcoxon	16085,000
Z	-,184
Sig. asintótica (bilateral)	,854

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M5	Colada (Convencional)	127	112,77	14322,00
	Lava COS	127	142,23	18063,00
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M5
U de Mann-Whitney	6194,000
W de Wilcoxon	14322,000
Z	-3,195
Sig. asintótica (bilateral)	,001

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M5	Lava SCAN	127	108,54	13785,00
	Lava COS	127	146,46	18600,00
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M5
U de Mann-Whitney	5657,000
W de Wilcoxon	13785,000
Z	-4,113
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		DESAJUSTE_M6
N		381
Parámetros normales	Media	173,24
	Desviación estándar	133,173
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,132
	Positivo	,132
	Negativo	-,097
Estadístico de prueba		,132
Sig. asintótica (bilateral)		,000
Significación exacta (bilateral)		,000
Probabilidad en el punto		0,000

Análisis univariado de varianza

Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
Sistema de Confección Cofia	1	Colada (Convencional)	127
	2	Lava SCAN	127
	3	Lava COS	127

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M6

Sistema de Confección Cofia	Media	Desviación estándar	N
Colada (Convencional)	165,13	140,021	127
Lava SCAN	142,58	101,923	127
Lava COS	212,02	144,788	127
Total	173,24	133,173	381

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

Variable dependiente: DESAJUSTE_M6

F	df1	df2	Sig.
5,124	2	378	,006

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M6

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Modelo corregido	318676,950	2	159338,475	9,381	,000	,047	18,761	,978
Interceptación	11434803,215	1	11434803,215	673,196	,000	,640	673,196	1,000
SIST.CONFECCION	318676,950	2	159338,475	9,381	,000	,047	18,761	,978
Error	6420652,835	378	16985,854					
Total	18174133,000	381						
Total corregido	6739329,785	380						

Medias marginales estimadas

Sistema de Confección Cofia

Variable dependiente: DESAJUSTE_M6

Sistema de Confección Cofia	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	165,126	11,565	142,386	187,866
Lava SCAN	142,583	11,565	119,843	165,322
Lava COS	212,016	11,565	189,276	234,755

Pruebas post hoc

Sistema de Confección Cofia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DESAJUSTE_M6

HSD Tukey

(I) Sistema de Confección Cofia	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	Lava SCAN	22,54	16,355	,353	-15,94 61,03
	Lava COS	-46,89	16,355	,012	-85,37 -8,41
Lava SCAN	Colada (Convencional)	-22,54	16,355	,353	-61,03 15,94
	Lava COS	-69,43	16,355	,000	-107,92 -30,95
Lava COS	Colada (Convencional)	46,89	16,355	,012	8,41 85,37
	Lava SCAN	69,43	16,355	,000	30,95 107,92

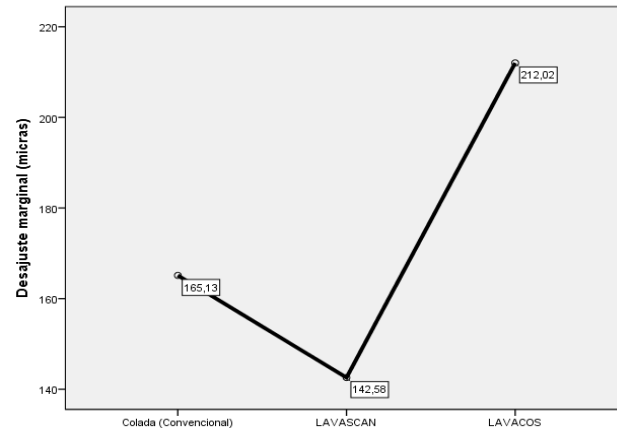
Subconjuntos homogéneos

DESAJUSTE_M6

HSD Tukey_{a,b}

Sistema de Confección Cofia	N	Subconjunto	
		1	2
Lava SCAN	127	142,58	
Colada (Convencional)	127	165,13	
Lava COS	127		212,02
Sig.		,353	1,000

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio
DESAJUSTE_M6	Colada (Convencional)	127	178,43
	Lava SCAN	127	168,00
	Lava COS	127	226,58
	Total	381	

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M6
Chi-cuadrado	20,455
gl	2
Sig. asintótica	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M6	Colada (Convencional)	127	130,28	16545,50
	Lava SCAN	127	124,72	15839,50
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M6
U de Mann-Whitney	7711,500
W de Wilcoxon	15839,500
Z	-,603
Sig. asintótica (bilateral)	,546

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M6	Colada (Convencional)	127	112,15	14242,50
	Lava COS	127	142,85	18142,50
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M6
U de Mann-Whitney	6114,500
W de Wilcoxon	14242,500
Z	-3,331
Sig. asintótica (bilateral)	,001

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M6	Lava SCAN	127	107,28	13624,00
	Lava COS	127	147,72	18761,00
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M6
U de Mann-Whitney	5496,000
W de Wilcoxon	13624,000
Z	-4,388
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		DESAJUSTE_M7
N		381
Parámetros normales	Media	152,46
	Desviación estándar	116,738
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,126
	Positivo	,126
	Negativo	-,099
Estadístico de prueba		,126
Sig. asintótica (bilateral)		,000
Significación exacta (bilateral)		,000
Probabilidad en el punto		0,000

Análisis univariado de varianza

Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
Sistema de Confección Cofia	1	Colada (Convencional)	127
	2	Lava SCAN	127
	3	Lava COS	127

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M7

Sistema de Confección Cofia	Media	Desviación estándar	N
Colada (Convencional)	134,72	120,954	127
Lava SCAN	134,55	93,623	127
Lava COS	188,10	125,634	127
Total	152,46	116,738	381

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

Variable dependiente: DESAJUSTE_M7

F	df1	df2	Sig.
3,208	2	378	,042

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M7

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Modelo corregido	242018,178	2	121009,089	9,266	,000	,047	18,532	,977
Interceptación	8855904,381	1	8855904,381	678,112	,000	,642	678,112	1,000
SIST.CONFECCION	242018,178	2	121009,089	9,266	,000	,047	18,532	,977
Error	4936546,441	378	13059,647					
Total	14034469,000	381						
Total corregido	5178564,619	380						

Medias marginales estimadas

Sistema de Confección Cofia

Variable dependiente: DESAJUSTE_M7

Sistema de Confección Cofia	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	134,724	10,141	114,785	154,663
Lava SCAN	134,551	10,141	114,612	154,490
Lava COS	188,102	10,141	168,163	208,041

Pruebas post hoc

Sistema de Confección Cofia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DESAJUSTE_M7

HSD Tukey

(I) Sistema de Confección Cofia	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
Colada (Convencional)	Lava SCAN	,17	14,341	1,000	-33,57	33,92
	Lava COS	-53,38	14,341	,001	-87,12	-19,63
Lava SCAN	Colada (Convencional)	-,17	14,341	1,000	-33,92	33,57
	Lava COS	-53,55	14,341	,001	-87,30	-19,81
Lava COS	Colada (Convencional)	53,38	14,341	,001	19,63	87,12
	Lava SCAN	53,55	14,341	,001	19,81	87,30

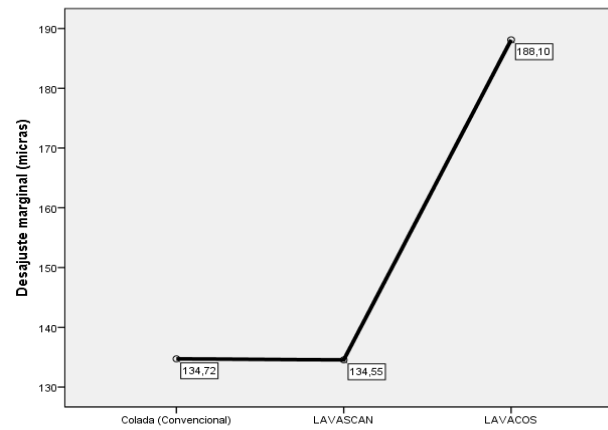
Subconjuntos homogéneos

DESAJUSTE_M7

HSD Tukey_{a,b}

Sistema de Confección Cofia	N	Subconjunto	
		1	2
Lava SCAN	127	134,55	
Colada (Convencional)	127	134,72	
Lava COS	127		188,10
Sig.		1,000	1,000

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio
DESAJUSTE_M7	Colada (Convencional)	127	166,30
	Lava SCAN	127	178,30
	Lava COS	127	228,41
	Total	381	

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M7
Chi-cuadrado	22,738
gl	2
Sig. asintótica	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M7	Colada (Convencional)	127	122,97	15617,50
	Lava SCAN	127	132,03	16767,50
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M7
U de Mann-Whitney	7489,500
W de Wilcoxon	15617,500
Z	-,982
Sig. asintótica (bilateral)	,326

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M7	Colada (Convencional)	127	107,32	13630,00
	Lava COS	127	147,68	18755,00
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M7
U de Mann-Whitney	5502,000
W de Wilcoxon	13630,000
Z	-4,377
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M7	Lava SCAN	127	110,27	14004,00
	Lava COS	127	144,73	18381,00
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M7
U de Mann-Whitney	5876,000
W de Wilcoxon	14004,000
Z	-3,739
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		DESAJUSTE_M8
N		381
Parámetros normales	Media	161,25
	Desviación estándar	122,518
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,100
	Positivo	,100
	Negativo	-,098
Estadístico de prueba		,100
Sig. asintótica (bilateral)		,000
Significación exacta (bilateral)		,001
Probabilidad en el punto		0,000

Análisis univariado de varianza

Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
Sistema de Confección Cofia	1	Colada (Convencional)	127
	2	Lava SCAN	127
	3	Lava COS	127

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M8

Sistema de Confección Cofia	Media	Desviación estándar	N
Colada (Convencional)	144,36	128,457	127
Lava SCAN	137,20	96,097	127
Lava COS	202,20	130,282	127
Total	161,25	122,518	381

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

Variable dependiente: DESAJUSTE_M8

F	df1	df2	Sig.
3,306	2	378	,038

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M8

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Modelo corregido	322630,315	2	161315,157	11,331	,000	,057	22,662	,993
Interceptación	9906837,189	1	9906837,189	695,878	,000	,648	695,878	1,000
SIST.CONFECCION	322630,315	2	161315,157	11,331	,000	,057	22,662	,993
Error	5381379,496	378	14236,454					
Total	15610847,000	381						
Total corregido	5704009,811	380						

Medias marginales estimadas

Sistema de Confección Cofia

Variable dependiente: DESAJUSTE_M8

Sistema de Confección Cofia	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	144,362	10,588	123,544	165,180
Lava SCAN	137,197	10,588	116,379	158,015
Lava COS	202,197	10,588	181,379	223,015

Pruebas post hoc

Sistema de Confección Cofia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DESAJUSTE_M8

HSD Tukey

(I) Sistema de Confección Cofia	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	Lava SCAN	7,17	14,973	,881	-28,07 42,40
	Lava COS	-57,83	14,973	,000	-93,07 -22,60
Lava SCAN	Colada (Convencional)	-7,17	14,973	,881	-42,40 28,07
	Lava COS	-65,00	14,973	,000	-100,23 -29,77
Lava COS	Colada (Convencional)	57,83	14,973	,000	22,60 93,07
	Lava SCAN	65,00	14,973	,000	29,77 100,23

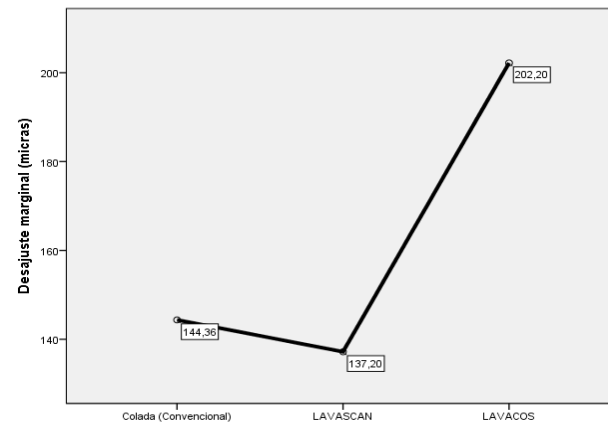
Subconjuntos homogéneos

DESAJUSTE_M8

HSD Tukey_{a,b}

Sistema de Confección Cofia	N	Subconjunto	
		1	2
Lava SCAN	127	137,20	
Colada (Convencional)	127	144,36	
Lava COS	127		202,20
Sig.		,881	1,000

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio
DESAJUSTE_M8	Colada (Convencional)	127	168,04
	Lava SCAN	127	172,78
	Lava COS	127	232,18
	Total	381	

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M8
Chi-cuadrado	26,759
gl	2
Sig. asintótica	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia	N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M8 Colada (Convencional)	127	124,94	15867,50
Lava SCAN	127	130,06	16517,50
Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M8
U de Mann-Whitney	7739,500
W de Wilcoxon	15867,500
Z	-,555
Sig. asintótica (bilateral)	,579

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia	N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M8 Colada (Convencional)	127	107,09	13601,00
Lava COS	127	147,91	18784,00
Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M8
U de Mann-Whitney	5473,000
W de Wilcoxon	13601,000
Z	-4,427
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar**Prueba de Mann-Whitney****Rangos**

Sistema de Confección Cofia	N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M8	127	106,72	13554,00
Lava SCAN	127	148,28	18831,00
Lava COS			
Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M8
U de Mann-Whitney	5426,000
W de Wilcoxon	13554,000
Z	-4,507
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

	DESAJUSTE_M9
N	381
Parámetros normales	
Media	152,64
Desviación estándar	116,513
Máximas diferencias extremas	
Absoluta	,104
Positivo	,104
Negativo	-,095
Estadístico de prueba	,104
Sig. asintótica (bilateral)	,000
Significación exacta (bilateral)	,001
Probabilidad en el punto	0,000

Análisis univariado de varianza

Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
Sistema de Confección Cofia	1	Colada (Convencional)	127
	2	Lava SCAN	127
	3	Lava COS	127

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M9

Sistema de Confección Cofia	Media	Desviación estándar	N
Colada (Convencional)	139,11	121,570	127
Lava SCAN	124,12	86,001	127
Lava COS	194,69	126,409	127
Total	152,64	116,513	381

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

Variable dependiente: DESAJUSTE_M9

F	df1	df2	Sig.
4,373	2	378	,013

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M9

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Modelo corregido	351155,029	2	175577,514	13,805	,000	,068	27,610	,998
Interceptación	8876956,262	1	8876956,262	697,971	,000	,649	697,971	1,000
SIST.CONFECCION	351155,029	2	175577,514	13,805	,000	,068	27,610	,998
Error	4807492,709	378	12718,235					
Total	14035604,000	381						
Total corregido	5158647,738	380						

Medias marginales estimadas

Sistema de Confección Cofia

Variable dependiente: DESAJUSTE_M9

Sistema de Confección Cofia	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	139,110	10,007	119,434	158,787
Lava SCAN	124,118	10,007	104,441	143,795
Lava COS	194,693	10,007	175,016	214,370

Pruebas post hoc

Sistema de Confección Cofia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DESAJUSTE_M9

HSD Tukey

(I) Sistema de Confección Cofia	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	Lava SCAN	14,99	,540	-18,31	48,29
	Lava COS	-55,58	,000	-88,88	-22,28
Lava SCAN	Colada (Convencional)	-14,99	,540	-48,29	18,31
	Lava COS	-70,57	,000	-103,87	-37,27
Lava COS	Colada (Convencional)	55,58	,000	22,28	88,88
	Lava SCAN	70,57	,000	37,27	103,87

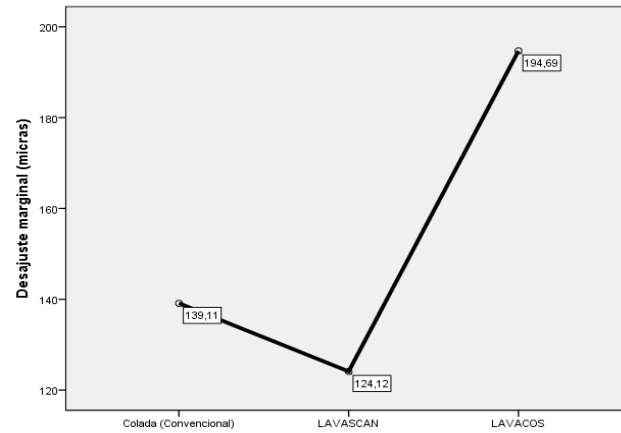
Subconjuntos homogéneos

DESAJUSTE_M9

HSD Tukey_{a,b}

Sistema de Confección Cofia	N	Subconjunto	
		1	2
Lava SCAN	127	124,12	
Colada (Convencional)	127	139,11	
Lava COS	127		194,69
Sig.		,540	1,000

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio
DESAJUSTE_M9	Colada (Convencional)	127	172,31
	Lava SCAN	127	166,43
	Lava COS	127	234,26
	Total	381	

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M9
Chi-cuadrado	29,580
gl	2
Sig. asintótica	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M9	Colada (Convencional)	127	128,20	16281,50
	Lava SCAN	127	126,80	16103,50
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M9
U de Mann-Whitney	7975,500
W de Wilcoxon	16103,500
Z	-,152
Sig. asintótica (bilateral)	,879

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M9	Colada (Convencional)	127	108,11	13730,00
	Lava COS	127	146,89	18655,00
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M9
U de Mann-Whitney	5602,000
W de Wilcoxon	13730,000
Z	-4,207
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar**Prueba de Mann-Whitney****Rangos**

Sistema de Confección Cofia	N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M9			
Lava SCAN	127	103,63	13161,00
Lava COS	127	151,37	19224,00
Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M9
U de Mann-Whitney	5033,000
W de Wilcoxon	13161,000
Z	-5,179
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

	DESAJUSTE_M10
N	381
Parámetros normales	
Media	162,08
Desviación estándar	123,560
Máximas diferencias extremas	
Absoluta	,123
Positivo	,123
Negativo	-,103
Estadístico de prueba	,123
Sig. asintótica (bilateral)	,000
Significación exacta (bilateral)	,000
Probabilidad en el punto	0,000

Análisis univariado de varianza

Factores inter-sujetos

	Etiqueta de valor	N
Sistema de Confección Cofia	1	
	Colada (Convencional)	127
	2	
	Lava SCAN	127
	3	
	Lava COS	127

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M10

Sistema de Confección Cofia	Media	Desviación estándar	N
Colada (Convencional)	147,33	124,527	127
Lava SCAN	145,03	107,443	127
Lava COS	193,88	132,139	127
Total	162,08	123,560	381

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

Variable dependiente: DESAJUSTE_M10

F	df1	df2	Sig.
2,364	2	378	,095

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M10

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Modelo corregido	192983,265	2	96491,633	6,503	,002	,033	13,007	,906
Interceptación	10009010,522	1	10009010,522	674,589	,000	,641	674,589	1,000
SIST.CONFECCION	192983,265	2	96491,633	6,503	,002	,033	13,007	,906
Error	5608459,213	378	14837,194					
Total	15810453,000	381						
Total corregido	5801442,478	380						

Medias marginales estimadas

Sistema de Confección Cofia

Variable dependiente: DESAJUSTE_M10

Sistema de Confección Cofia	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	147,331	10,809	126,078	168,583
Lava SCAN	145,031	10,809	123,779	166,284
Lava COS	193,882	10,809	172,629	215,135

Pruebas post hoc

Sistema de Confección Cofia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DESAJUSTE_M10

HSD Tukey

(I) Sistema de Confección Cofia	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	Lava SCAN	2,30	,988	-33,67	38,27
	Lava COS	-46,55	,007	-82,52	-10,58
Lava SCAN	Colada (Convencional)	-2,30	,988	-38,27	33,67
	Lava COS	-48,85	,004	-84,82	-12,88
Lava COS	Colada (Convencional)	46,55	,007	10,58	82,52
	Lava SCAN	48,85	,004	12,88	84,82

Subconjuntos homogéneos

DESAJUSTE_M10

HSD Tukey_{a,b}

Sistema de Confección Cofia	N	Subconjunto	
		1	2
Lava SCAN	127	145,03	
Colada (Convencional)	127	147,33	
Lava COS	127		193,88
Sig.		,988	1,000

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio
DESAJUSTE_M10	Colada (Convencional)	127	173,38
	Lava SCAN	127	176,93
	Lava COS	127	222,69
	Total	381	

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M10
Chi-cuadrado	15,837
gl	2
Sig. asintótica	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M10	Colada (Convencional)	127	125,95	15996,00
	Lava SCAN	127	129,05	16389,00
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M10
U de Mann-Whitney	7868,000
W de Wilcoxon	15996,000
Z	-,336
Sig. asintótica (bilateral)	,737

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M10	Colada (Convencional)	127	111,43	14151,50
	Lava COS	127	143,57	18233,50
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M10
U de Mann-Whitney	6023,500
W de Wilcoxon	14151,500
Z	-3,487
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M10	Lava SCAN	127	111,89	14209,50
	Lava COS	127	143,11	18175,50
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M10
U de Mann-Whitney	6081,500
W de Wilcoxon	14209,500
Z	-3,387
Sig. asintótica (bilateral)	,001

Pruebas NPar

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		DESAJUSTE_M11
N		381
Parámetros normales	Media	164,70
	Desviación estándar	122,121
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,132
	Positivo	,132
	Negativo	-,094
Estadístico de prueba		,132
Sig. asintótica (bilateral)		,000
Significación exacta (bilateral)		,000
Probabilidad en el punto		0,000

Análisis univariado de varianza

Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
Sistema de Confección Cofia	1	Colada (Convencional)	127
	2	Lava SCAN	127
	3	Lava COS	127

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M11

Sistema de Confección Cofia	Media	Desviación estándar	N
Colada (Convencional)	153,64	116,305	127
Lava SCAN	142,49	104,742	127
Lava COS	197,98	136,903	127
Total	164,70	122,121	381

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

Variable dependiente: DESAJUSTE_M11

F	df1	df2	Sig.
3,772	2	378	,024

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M11

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Modelo corregido	218894,446	2	109447,223	7,593	,001	,039	15,187	,945
Interceptación	10335468,514	1	10335468,514	717,074	,000	,655	717,074	1,000
SIST.CONFECCION	218894,446	2	109447,223	7,593	,001	,039	15,187	,945
Error	5448263,039	378	14413,394					
Total	16002626,000	381						
Total corregido	5667157,486	380						

Medias marginales estimadas

Sistema de Confección Cofia

Variable dependiente: DESAJUSTE_M11

Sistema de Confección Cofia	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	153,638	10,653	132,691	174,585
Lava SCAN	142,488	10,653	121,541	163,435
Lava COS	197,984	10,653	177,037	218,931

Pruebas post hoc

Sistema de Confección Cofia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DESAJUSTE_M11

HSD Tukey

(I) Sistema de Confección Cofia	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
Colada (Convencional)	Lava SCAN	11,15	15,066	,740	-24,30	46,60
	Lava COS	-44,35	15,066	,010	-79,80	-8,90
Lava SCAN	Colada (Convencional)	-11,15	15,066	,740	-46,60	24,30
	Lava COS	-55,50	15,066	,001	-90,95	-20,05
Lava COS	Colada (Convencional)	44,35	15,066	,010	8,90	79,80
	Lava SCAN	55,50	15,066	,001	20,05	90,95

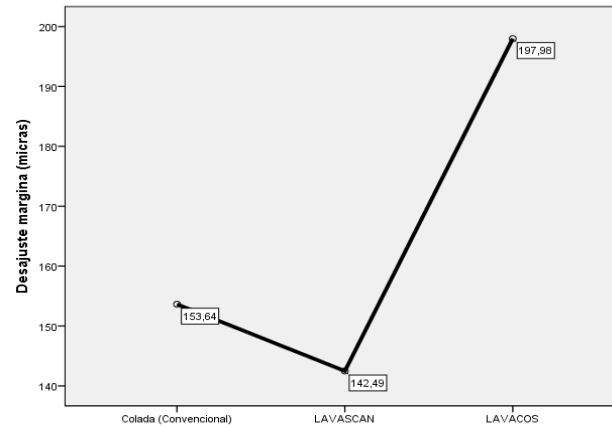
Subconjuntos homogéneos

DESAJUSTE_M11

HSD Tukey_{a,b}

Sistema de Confección Cofia	N	Subconjunto	
		1	2
Lava SCAN	127	142,49	
Colada (Convencional)	127	153,64	
Lava COS	127		197,98
Sig.		,740	1,000

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio
DESAJUSTE_M11	Colada (Convencional)	127	178,70
	Lava SCAN	127	171,57
	Lava COS	127	222,72
	Total	381	

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M11
Chi-cuadrado	16,076
gl	2
Sig. asintótica	,000

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M11	Colada (Convencional)	127	129,34	16426,50
	Lava SCAN	127	125,66	15958,50
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M11
U de Mann-Whitney	7830,500
W de Wilcoxon	15958,500
Z	-,400
Sig. asintótica (bilateral)	,689

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M11	Colada (Convencional)	127	113,36	14397,00
	Lava COS	127	141,64	17988,00
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M11
U de Mann-Whitney	6269,000
W de Wilcoxon	14397,000
Z	-3,067
Sig. asintótica (bilateral)	,002

Pruebas NPar**Prueba de Mann-Whitney****Rangos**

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M11	Lava SCAN	127	109,91	13959,00
	Lava COS	127	145,09	18426,00
	Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M11
U de Mann-Whitney	5831,000
W de Wilcoxon	13959,000
Z	-3,815
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Pruebas NPar**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		DESAJUSTE_M12
N		381
Parámetros normales	Media	156,55
	Desviación estándar	108,166
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,092
	Positivo	,092
	Negativo	-,083
Estadístico de prueba		,092
Sig. asintótica (bilateral)		,000
Significación exacta (bilateral)		,003
Probabilidad en el punto		0,000

Análisis univariado de varianza

Factores inter-sujetos

		Etiqueta de valor	N
Sistema de Confección Cofia	1	Colada (Convencional)	127
	2	Lava SCAN	127
	3	Lava COS	127

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M12

Sistema de Confección Cofia	Media	Desviación estándar	N
Colada (Convencional)	148,20	108,253	127
Lava SCAN	136,87	88,351	127
Lava COS	184,57	120,451	127
Total	156,55	108,166	381

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error

Variable dependiente: DESAJUSTE_M12

F	df1	df2	Sig.
4,074	2	378	,018

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DESAJUSTE_M12

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Modelo corregido	157812,604	2	78906,302	6,956	,001	,035	13,911	,924
Interceptación	9337025,554	1	9337025,554	823,061	,000	,685	823,061	1,000
SIST.CONFECCION	157812,604	2	78906,302	6,956	,001	,035	13,911	,924
Error	4288131,843	378	11344,264					
Total	13782970,000	381						
Total corregido	4445944,446	380						

Medias marginales estimadas

Sistema de Confección Cofia

Variable dependiente: DESAJUSTE_M12

Sistema de Confección Cofia	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Colada (Convencional)	148,197	9,451	129,613	166,780
Lava SCAN	136,866	9,451	118,283	155,450
Lava COS	184,575	9,451	165,991	203,158

Pruebas post hoc

Sistema de Confección Cofia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DESAJUSTE_M12

HSD Tukey

(I) Sistema de Confección Cofia	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
Colada (Convencional)	Lava SCAN	11,33	13,366	,674	-20,12	42,78
	Lava COS	-36,38	13,366	,019	-67,83	-4,93
Lava SCAN	Colada (Convencional)	-11,33	13,366	,674	-42,78	20,12
	Lava COS	-47,71	13,366	,001	-79,16	-16,26
Lava COS	Colada (Convencional)	36,38	13,366	,019	4,93	67,83
	Lava SCAN	47,71	13,366	,001	16,26	79,16

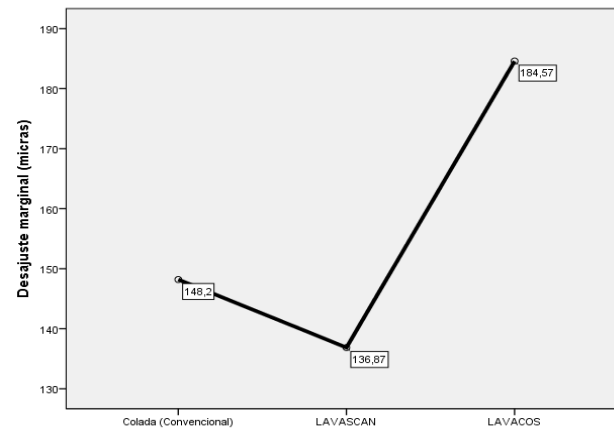
Subconjuntos homogéneos

DESAJUSTE_M12

HSD Tukey_{a,b}

Sistema de Confección Cofia	N	Subconjunto	
		1	2
Lava SCAN	127	136,87	
Colada (Convencional)	127	148,20	
Lava COS	127		184,57
Sig.		,674	1,000

Gráficos de perfil



Pruebas NPar

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos

Sistema de Confección Cofia		N	Rango promedio
DESAJUSTE_M12	Colada (Convencional)	127	180,76
	Lava SCAN	127	173,25
	Lava COS	127	218,98
	Total	381	

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M12
Chi-cuadrado	12,597
gl	2
Sig. asintótica	,002

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia	N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M12 Colada (Convencional)	127	129,60	16459,00
Lava SCAN	127	125,40	15926,00
Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M12
U de Mann-Whitney	7798,000
W de Wilcoxon	15926,000
Z	-,455
Sig. asintótica (bilateral)	,649

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia	N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M12 Colada (Convencional)	127	115,17	14626,00
Lava COS	127	139,83	17759,00
Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M12
U de Mann-Whitney	6498,000
W de Wilcoxon	14626,000
Z	-2,676
Sig. asintótica (bilateral)	,007

Pruebas NPar

Prueba de Mann-Whitney

Rangos

Sistema de Confección Cofia	N	Rango promedio	Suma de rangos
DESAJUSTE_M12			
Lava SCAN	127	111,85	14205,00
Lava COS	127	143,15	18180,00
Total	254		

Estadísticos de prueba

	DESAJUSTE_M12
U de Mann-Whitney	6077,000
W de Wilcoxon	14205,000
Z	-3,395
Sig. asintótica (bilateral)	,001

3. Contrato de investigación

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Avda. Séneca, 2
28040 Madrid
www.ucm.es



CONTRATO DE INVESTIGACIÓN

Entre:

3M ESPAÑA S.A.

y

*DR. JAIME DEL RÍO HIGHSMITH
DR. GUILLERMO PRADÍES RAMIRO*



En Madrid, a **3** de **NOVIEMBRE** de **2009**.

REUNIDOS:

De una parte, **GENOVEVA MARTÍNEZ OLMO, GERENTE** de **3M ESPAÑA S.A. (en adelante 3M)**, con N.I.F nº: **50813244B** y domicilio en **c/ JUAN IGNACIO LUCA DE TENA, 19-25; 28027 MADRID**, con C.I.F. nº: **A28078020**, en virtud de escritura de poder notarial autorizada el día **FECHA** por **PODER NOTARIAL**.

De otra parte, la **Excma. Sra. Dña. Carmen Acebal Sarabia**, Vicerrectora de Investigación y Política Científica de la Universidad Complutense de Madrid, nombrada por Decreto Rectoral 29/2007, de 7 de Junio, y en virtud de lo que establece el Artículo 67.2 del Decreto 58/2003, de 8 de Mayo, del Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid, por el que se aprueban los Estatutos de la Universidad Complutense de Madrid (BOCM de 28 de Mayo de 2003), y de las competencias que le han sido delegadas por Decreto Rectoral 52/2007 de 2 de Julio de 2007, de la Universidad Complutense de Madrid, sobre delegación de competencias en diversos órganos unipersonales de esta Universidad (BOUC número 7, de 6 de Julio de 2007), CIF Q-2818014-I, con domicilio en Avenida de Séneca número 2, 28040 Madrid..

EXPONEN:

1º.- Que **3 M España S.A.**, está interesada en la realización de una investigación sobre: **"Estudio experimental "in vitro" sobre la exactitud de las cofias protésicas obtenidas mediante procedimientos convencionales y cad-cam"** por parte del Equipo Investigador que dirigen los profesores Jaime del Río Highsmith, Catedrático y Guillermo Pradies Ramiro, Titular del Departamento de Estomatología I (Prótesis bucofacial) del Centro **Facultad de Odontología** de la UCM.

2º.- Que el Equipo Investigador antes mencionado, está dispuesto a realizar a favor de **3M España S.A.** la Investigación en la que ésta, está interesada.

En su virtud, ambas partes reconociéndose plena capacidad desean celebrar el presente contrato previsto en el Artículo 83 de la Ley Orgánica de Universidades que regula la compatibilidad de los Profesores Universitarios con trabajos y proyectos de carácter científico, y en los artículos 173, 174, 175 y 176 de los Estatutos de la UCM, aprobados por Decreto 58/2003 de 8 de Mayo de Consejo de Gobierno

ACUERDAN:

PRIMERO.- OBLIGACIÓN DEL EQUIPO INVESTIGADOR



El Equipo Investigador, en los términos que se expresan en el presente contrato, se obliga a realizar para **3M España S.A.** una investigación sobre: **"Estudio experimental "in vitro" sobre la exactitud de las cofias protésicas obtenidas mediante procedimientos convencionales y cad-cam"**.

SEGUNDO.- DEFINICIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio experimental pretende comparar la exactitud en la confección de restauraciones protésicas realizadas por colado con el método mecanizado de la casa 3M España S.A., a través de un estudio "in vitro" que medirá el ajuste marginal, el ajuste axial y la influencia del factor humano en la preparación dentaria de cofias metálicas realizadas por tres métodos definidos: colado, sinterizado a partir del scaneado de un modelo, y scaneado directo de la preparación dentaria.

TERCERO.- PLAZO PARA LA REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La duración para el desarrollo del proyecto es desde el **enero de 2010** hasta el **diciembre de 2010** pudiendo renovarse de mutuo acuerdo si ambas partes consideran oportuna su prosecución.

CUARTO.- RESPONSABILIDAD DEL EQUIPO INVESTIGADOR

Los responsables del trabajo por parte de la UCM, serán los **Dres. Jaime del Río Highsmith y Guillermo Pradíes Ramiro**, que tendrá como interlocutor válido por parte de la Empresa a **D. Ángel Álvarez Benito**. El Equipo Investigador emitirá un informe final estableciendo las conclusiones a que se llegue en el mismo.

QUINTO.- OBLIGACIÓN DE PAGO DE LA EMPRESA

3M se obliga a pagar por la investigación contratada la cantidad de **3450€**, más IVA. El abono de esta cantidad se realizará de la forma siguiente:

Talón Bancario, el 60% del importe a la firma del contrato y el 40% al finalizar la investigación.

Dichos pagos se podrán hacer efectivos en cualquiera de las siguientes entidades:

- ✓ Banco Santander Central-Hispano, Avenida Complutense, s/n, 28040 Madrid. Nombre de la cuenta: Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid (investigación):

Nº Banco 0049	Sucursal 2196	D.C. 07	c/c nº 14101117-20
---------------	---------------	---------	--------------------

Contratos derivados del Art. 83 de la Ley Orgánica de Universidades (L.O.U)

- ✓ Caja Madrid, C/ Donoso Cortés nº 80, 28015 Madrid. Nombre de la cuenta: Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid (investigación):

Nº Banco 2038	Sucursal 1735	D.C. 98	c/c nº 6000401547
---------------	---------------	---------	-------------------

SEXTO.- OBLIGACIÓN DE SECRETO

Los datos e informes obtenidos durante la realización de los proyectos conjuntos, así como los resultados finales, tendrán carácter confidencial.

SÉPTIMO.- TITULARIDAD DE LOS DERECHOS SOBRE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se pacta expresamente que todos los derechos de propiedad industrial derivados de las patentes de invención, *know-how* y tecnología, en general, que se desarrollen durante la ejecución del proyecto pertenecerán exclusivamente a **3M España S.A.** como único titular de los mismos.

3M España S.A. podrá explotar libremente los resultados, patentables o no, que tuvieran su origen en el proyecto de investigación a que se refiere este contrato. Asimismo, podrá conceder licencias de explotación para terceros, y de cuya concesión dará cuenta a la UCM. En contrapartida, y en este caso **3M España S.A.**, deberá satisfacer una regalía, correspondiente al 10% del derecho de licencia a tercero. La forma de pago se establecerá en cada caso particular.

En el caso de la explotación de los resultados por **3M España S.A.** a sus licenciatarios, **3M España S.A.** asumirá todas las responsabilidades a que hubiere lugar por uso o garantías dadas a sus clientes. En este caso la UCM no asume ninguna responsabilidad frente a terceros y es ajena a los litigios sobre patentes y a los derivados de la fabricación y explotación comercial de los resultados de la investigación, si bien sus investigadores deberán dar el debido soporte técnico para la defensa de las mismas.

3M España S.A. se responsabiliza a defender los derechos de propiedad intelectual de la Universidad Complutense de Madrid frente a terceros.

OCTAVO.- PUBLICIDAD DE LOS RESULTADOS

Cuando una de las dos partes desee utilizar los resultados parciales o finales, en parte o en su totalidad, para su publicación como artículo, conferencia, etc. deberá solicitar la conformidad de la otra parte por escrito. La otra parte deberá responder en un plazo máximo de 45 días, comunicando su autorización sus reservas o disconformidad. Transcurrido dicho plazo sin obtener respuesta, se entenderá que el silencio es la tácita autorización para su difusión. Las partes deberán prestar especial atención a la posible pérdida de la "novedad" para la patentabilidad de los resultados.



NOVENO.- DERECHO MORAL DE LOS INVESTIGADORES

Tanto en las publicaciones como en las patentes, se respetará siempre la mención a los autores del trabajo; en estas últimas figurarán en calidad de inventores. En cualquiera de los casos de difusión de resultados se hará siempre referencia especial al presente contrato.

DÉCIMO.- AUTORIZACIÓN DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

La eficacia del presente contrato queda supeditada a la obtención de la autorización prevista en la Normativa para contratar con entidades públicas y privadas, o con personas físicas, la realización de trabajos de carácter científico, técnico o artístico, que desarrolla el artículo 83 de la Ley Orgánica de Universidades.

UNDÉCIMO.- COMPONENTES DEL EQUIPO INVESTIGADOR

(Detalle los componentes que formarán el equipo investigador indicando NIF, Apellidos, Nombre y Categoría)

***2703131X Jaime del Rio Highsmith, Catedrático de Universidad.
Guillermo Pradés Ramiro, Titular de Universidad.***

DUODÉCIMO.- OBLIGACIONES DE COLABORACIÓN

3M España S.A. y el Equipo Investigador del Departamento de ***Estomatología I*** del Centro ***Facultad de Odontología*** de la Universidad Complutense de Madrid, colaborarán en todo momento de acuerdo con los principios de buena fe y eficacia para que la investigación pueda ser realizada con éxito.

DECIMOTERCERO.- PROTECCIÓN DE DATOS

Los datos personales que se recogen en el presente contrato, serán incorporados a los ficheros de datos responsabilidad de las partes firmantes, a los efectos de llevar a buen fin el presente acuerdo. Ambas partes se comprometen a tratar los mismos conforme a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

Los titulares de los datos podrán ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición en la dirección indicada en el presente documento a efectos de notificaciones.

Y para que conste a los efectos oportunos, en prueba de conformidad, las partes firman el presente documento, por duplicado y a un solo efecto, en el lugar y fecha *ut supra*.



POR *3M*

**POR LA UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE DE MADRID**

Fdo: Genoveva Martínez Olmo

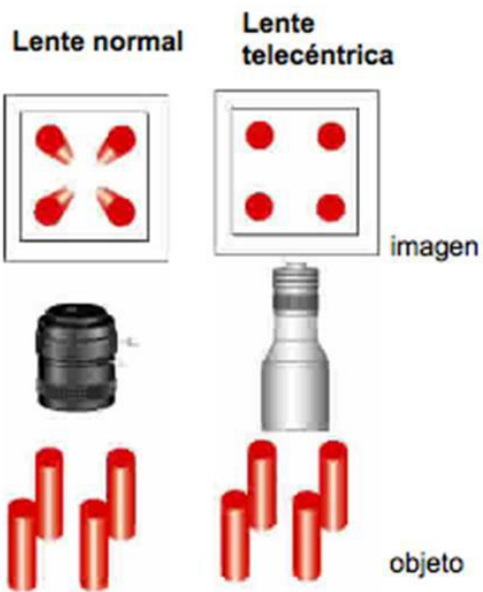
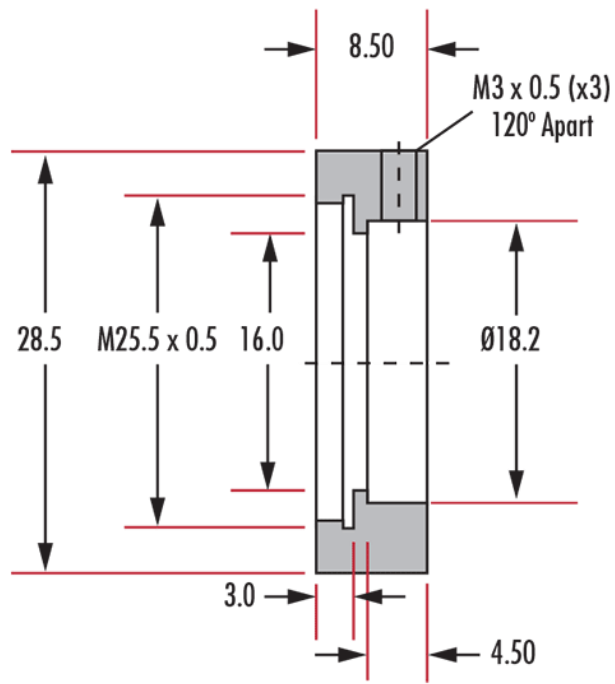
Fdo: Carmen Acebal Sarabia

CONFORME

Fdo: Jaime del Río Highsmith

Fdo: Guillermo Pradíes Ramiro

4. Características técnicas del objetivo telecéntrico



*5. Certificación europea de la lente telecéntrica
empleada*



03/10/2016

To Whom It May Concern,

This document certifies that the product stated below has been reviewed as requested. Edmund Optics certifies that the item indicated:

<i>N° de Stock</i>	<i>Descripción</i>
63-745	1X, 40mm WD Compact Telecentric Lens

This item is EU RoHS (2011/65/EU) compliant without the use of exemptions.

This certification means that:

1. EO's suppliers have confirmed the material composition of this product.
2. EO has implemented rigorous processing to confirm and document compliance.
3. The information provided may, or may not, be based upon actual test data, or on information from our Vendors, Raw Material Suppliers or Subcontractors.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Budd'.

Jay Budd, Regulatory Affairs Manager
03/10/2016

Edmund Optics Inc. - 101 E Gloucester Pike, Barrington, NJ 08007 | 1-800-363-1992 | RoHS@edmundoptics.com

6. Otros objetos utilizados en el estudio



Imagen en detalle de la cámara EO 2013c que integraba el microscopio digital..



Masilla adhesiva Blu-tack® empleada para la sujección e inmovilización de la prensa empleada en esta investigación