ADAPTACION DE CARILLAS CERAMICAS FABRICADAS POR TECNICA CONVENCIONAL Y POR IMPRESIÓN 3D

AUTOR

LIZETH MILENA GUACHETÁ DAGUA

DIRECTOR

RAFAEL MURGUEITIO PIEDRAITA
ODONTOLOGO ESPECIALISTA EN REHABILITACION ORAL
UNIVERSIDAD DEL VALLE

ASESOR CIENTIFICO

RAFAEL MURGUEITIO PIEDRAITA
ODONTOLOGO ESPECIALISTA EN REHABILITACION ORAL
UNIVERSIDAD DEL VALLE

ASESORES METODOLOGICO

DR. CARLOS MARTINEZ
DRA. ADRIANA JARAMILLO ECHEVERRY
SUBDIRECTORA CENTRO DE INVESTIGACION
COLEGIO ODONTOLOGICO CICO CALI

ASESOR ESTADISTICO

DR. JULIAN TAMAYO CARDONA
ESTADISTICO CON MAESTRIA EN INGENIERIA
PROFESOR INVESTIGADOR
COLEGIO ODONTOLOGICO CALI

COLEGIO ODONTOLOGICO
INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
REHABILITACIÓN ORAL
2019-09-01

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Santiago de Cali, Septiembre de 2019

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de vivir y regalarme la capacidad de cumplir mis propósitos. A mis padres por ser partícipes de este proceso y ser un apoyo y motivación constante en todas las etapas mi vida.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus más sinceros agradecimientos:

Agradezco al Doctor Rafael Murgueitio Piedrahita por su apoyo incondicional y por facilitarme la utilización de sus equipos de laboratorio para la realización del trabajo de campo

A la Dra. Adriana Jaramillo, al Dr. Carlos Martínez y al Dr. Julián Tamayo por su constante guía en toda la parte metodología de esta tesis.

A el laboratorio del doctor Jaime Dussan especialmente a Dahiana Villegas, técnica dental, y a todos los docentes que me acompañaron en la asesoría y ejecución del trabajo de Grado

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. INTRODUCCION 7

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 8

3. MARCO TEORICO 10

4. OBJETIVOS 15

4.2. OBJETIVO GENERAL 15

4.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 15

5. METODOLOGÍA 16

5.1. DISEÑO DEL ESTUDIO 16

5.2. POBLACIÓN OBJETIVO 16

6. TAMAÑO DE MUESTRA Y DISEÑO DE MUESTRE 17

6.3. CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA. 17

6.4. DISEÑO DE MUESTREO. 17

7. DEFINICIÓN DE VARIABLES 18

7.1. CUADRO OPERACIONAL DE LAS VARIABLES 18

8. PROCEDIMIENTOS 19

8.1. PREPARACIÓN PARA LA CARILLA (INCISIVO CENTRAL SUPERIOR IZQUIERDO) 19

8.2. IMPRESIÓN 20

8.3. VACIADO DE LA IMPRESIÓN 21

9. FABRICACIÓN DE LA RESTAURACIÓN SEGÚN LA TÉCNICA Y EL TROQUEL 22

9.1. GRUPO 1 CARILLAS DISEÑADAS E IMPRESAS 22

9.1.1. LAVADO DE CARILLAS IMPRESAS 26

9.1.2. POLIMERIZACIÓN 27
9.2. . GRUPO 2 CARILLAS ENCERADAS 28
10. PROCESO DE REVESTIMIENTO PARA AMBOS GRUPOS 30
10.1. INYECCIÓN PARA AMBOS GRUPOS 32
10.2. LIBERACIÓN DEL ANILLO 33
10.3. ADAPTACIÓN DE LAS CARILLAS INYECTADAS 34
11. TOMA DE MEDIDAS 35
1.1. CONFIGURACIÓN DEL ESTEREOMICROSCOPIO 36
12. CEMENTACIÓN DE RESTAURACIONES IMPRESAS 38
13. INDICES 39
14. CORTE DE RESTAURACIONES 40
15. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 43
15.2. CONSIDERACIONES ÉTICAS 43
15.3. RESULTADOS 43
16. DISCUSION 45
17. RECOMENDACIONES 48
18. CONCLUSION 49
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 50

GLOSARIO

- **Adaptación:** Es el grado de proximidad de un material restaurador a la preparación del diente.
- **CAD / CAM:** Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing
- **Carilla:** lámina delgada de un material que generalmente se usa como acabado.
- **Scaneo digital:** Capturar el formato numérico de la computadora de imagen de un objeto geométrico que se puede ver en una pantalla de monitor bidimensional 2D o holograma 3D.
- **SLA**: Estereolitografía, fabricación aditiva de control numérico por computadora (CNC) de un objeto; en odontología, se relaciona con la iniciación con láser de capas de resina reactiva a la luz para hacer réplicas de moldes y dispositivos; alternativa a los procesos de fundición.
- **STL**: Standard Tessellation Language
- **µm:** Micrón o micra es una unidad de longitud equivalente a una milésima parte de un milímetro.

1. INTRODUCCION

Las carillas en disilicato de litio son una alternativa de tratamiento habitual utilizado para devolver a los dientes su función y estética, en las técnicas de fabricación hay diversas opciones entre las que se encuentran: 1) Estratificación directa manual de cerámicas feldespática sobre troqueles refractarios. 2) Encerado manual sobre troqueles de yeso y prensado al vacío. 3) Diseñadas en computador y sustraídas de bloques cerámicos mediante una fresadora de corte en húmedo. 4) Diseñadas por computador, sustraídas en un bloque de cera calcinable mediante una fresadora en seco y prensadas al vacío. El objetivo de este estudio fue evaluar mediante estereomicroscopía, la adaptación marginal e interna de carillas cerámicas elaboradas con la técnica convencional y con impresión en 3d estereolitográfica.

El principal aporte de esta investigación es compara por medio de una prueba invitro la técnica de CADCAM aditiva conocida como estereolitografía la cual se maneja en otros procesos, pero hace poco con los avances de la tecnología, se introdujo en odontología permitiendo la impresión de objetos con espesores desde 25 micras favoreciendo procesos para restauraciones como coronas, carillas e incrustaciones y no solo centrarse en la fabricación de guías quirúrgicas, alineadores para ortodoncia, placas oclusales, modelos de trabajo y cubetas para impresión. Sin embargo, la implementación de esta tecnología en el campo de la prostodoncia presenta aspectos que resolver, siendo una de ellas la precisión, integridad y las propiedades mecánicas del material una vez impreso, por lo cual se realizó una comparación de adaptación marginal e interna de carillas realizadas mediante técnica 3D estereolitográfica versus carillas enceradas las cuales fueron inyectadas y estudiadas en un estereomicroscopio.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las carillas en cerámica con vidrio, fabricadas por las técnicas convencionales, bien sea por el método de encerado e inyección al vacío o por quemado sobre troqueles refractarios, han sido un tratamiento exitoso para el manejo de los desafíos estéticos y funcionales de los dientes anteriores (1). Parte del éxito se debe a la posibilidad de adherir con cementos resinosos al sustrato dental y al sustrato cerámico, mediante técnicas de grabado y silanización(2). En la actualidad existen 4 métodos para la fabricación de carillas cerámicas: 1) Estratificación directa manual de cerámicas feldespática sobre troqueles refractarios. 2) Encerado manual sobre troqueles de yeso y prensado al vacío. 3) Diseñadas en computador y sustraídas de bloques cerámicos mediante una fresadora de corte en húmedo. 4) Diseñadas por computador, sustraídas en un bloque de cera calcinable mediante una fresadora en seco y prensadas al vacío(3). Todos estos métodos han reportado resultados aceptables en cuanto, adaptación marginal y adaptación interna. Sin embargo, los métodos manuales presentan desventajas como el no ser repetibles en caso de fallar el proceso, mayor tiempo de trabajo y mayor número de variables a controlar, mientras que las técnicas de diseño y manufactura asistidas por computador (CAD/CAM) clasificadas como técnicas sustractivas permiten un mayor control, pues se generan archivos que permiten repetir el proceso, y existen menos variables que controlar(4).

No obstante, las técnicas sustractivas también presentan desventajas como por ejemplo la manufactura por sustracción en fresadoras de corte en húmedo para cortar cerámicas vidriosas es un proceso técnico complejo pues se requiere de instrumentos de corte diamantado que en ocasiones genera irregularidades y defectos en los márgenes de la restauración cuando el parámetro del grosor del margen se encuentra por debajo de 300 micras, situación que puede afectar la adaptación marginal. Otra de las desventajas del método sustractivo es el desperdicio de material, pues una vez fabricada la restauración el material remanente en el bloque de cerámica vidriosa no es susceptible de ser reutilizable.

Por el contrario, las técnicas de CADCAM aditivas (ej. estereolitografía) permiten la impresión de objetos de espesores desde 25 micras y disminuyen el desperdicio de material hasta en un 40 %. en odontología, este tipo de tecnología ha estado centrada en la fabricación de guías quirúrgicas, alineadores para ortodoncia, placas oclusales, modelos de trabajo y cubetas para impresión(5). Sin embargo, la implementación de esta tecnología en el campo de la prostodoncia presenta aspectos que resolver, siendo uno de ellos la precisión y las propiedades mecánicas del material una vez impreso. Es por esta razón se propone hacer una investigación para determinar la adaptación de carillas cerámicas fabricadas por inyección de patrones fabricados por encerado manual y patrones obtenidos por impresión 3D.

La pregunta que guía esta investigación es: ¿Cuáles son los valores de adaptación marginal y de adaptación interna de carillas cerámicas fabricadas mediante inyección de patrones fabricados por encerado manual y patrones obtenidos por impresión 3D.

3. MARCO TEORICO

Se entiende por carilla o lamina a un tipo de restauración protésica que tiene como objetivo embellecer o proteger la superficie vestibular de un diente(6). Las carillas fueron inventadas por el dentista Norte Americano Charles Pincus en 1928, con el propósito de mejorar la sonrisa de los artistas de manera provisional. Buonocre en 1959 hizo un hallazgo de gran importancia para la odontología, la posibilidad de adhesión al esmalte dental por media de la técnica grabado acido(7).Luego en 1982 Simones y Calamia descubrieron el método de grabado de cerámica feldespática mediante ácido fluorhídrico permitiendo de esta manera adherir una carilla cerámica de manera permanente y resistente al esmalte dental, dando comienzo al uso de carillas elaboradas en cerámicas feldespáticas sobre troqueles refractarios(8, 9).

Existen en la actualidad dos materiales para fabricar carillas: 1. Materiales poliméricos que comprende: las resinas compuestas y las nano cerámicas. 2. Materiales cerámicos con sustrato vidrioso: feldespato y feldespato reforzado con leucita y disilicato de litio. Todos estos materiales presentan ventajas y desventajas: en cuanto a resistencia, durabilidad a largo plazo y evidencia científica(10).Las carillas cerámicas superan a las carillas en resinas, esto debido a que la cerámica feldespática presenta propiedades físicas, químicas y mecánicas muy similares a las del esmalte dental, de tal manera que una carilla cerámica adherida al esmalte dental le devuelve la resistencia al esmalte dental, no presentan cambios color, tienen una alta resistencia al desgaste un bajo coeficiente de expansión térmica, no pierden el brillo y existen estudios de seguimientos clínicos a largo plazo que muestran su excelente comportamiento, por el contrario las carillas en resina no alcanzan a devolver la resistencia al diente, presentan cambios de color, perdida de brillo, sufren cambios dimensionales por los cambios de temperatura, son menos resistentes al desgaste, quizás la única ventaja de estas últimas es su costo inferior a las carillas cerámicas(11).

En cuanto a los métodos de fabricación solo las carillas en resinas pueden ser elaboradas de manera directa o indirecta, es decir sobre el diente del paciente o en un modelo en el laboratorio, las carillas nano cerámicas y en cerámicas cuales quiera que sean solo pueden ser fabricadas por método indirecto sobre un modelo en el laboratorio, pues estos materiales necesitan ser procesados a altas temperaturas y con equipos especiales.

En cuanto a los métodos indirectos: el más antiguo que en la actualidad poco se utiliza es la elaboración de las carillas en cerámica feldespática de manera directa sobre troqueles refractarios(9). Posteriormente a partir de la década de los 90 se comenzó a utilizar el sistema empress que permitió la inyección bajo presión en un molde refractario de una cerámica reforzada con leucita a partir de la técnica de la cera perdida (encerado, revestido, evaporación). Esta técnica sigue vigente hasta la fecha actual solo que han evolucionado los equipos de inyección y han propuesto el uso de cristales de disilicato de litio como refuerzo para aumentar la resistencia y permitiendo la fabricación de restauraciones cerámicas de menor espesor, lo cual se traduce en un desgaste menor para el diente que va a ser restaurado.

El método más reciente y que ha ido desplazando de manera sorprendente los métodos tradicionales o convencionales para la elaboración de todo tipo de restauraciones protésicas son las tecnologías (CAD-CAM): diseño y manufactura asistidas por computador, pues estas tecnologías han demostrado tener muchas ventajas como: alta precisión, disminución del error humano, repetibilidad, susceptible de archivar en medio digital, menor contaminación, opción de utilizar nuevos materiales imposibles de ser fabricados por métodos convencionales, etc. Sin embargo, a pesar de este gran número de ventajas existen algunas desventajas sobre todo cuando de carillas cerámicas se trata.

Para la fabricación de una carilla cerámica mediante tecnología CADCAM se utiliza la técnica de sustracción mediante fresado de un bloque, que en el mejor de los casos permite la realización de dos carillas, lo que hace que se produzca un desperdicio de aproximadamente el 40%, aumentado los costos de fabricación,

mientras que por la técnica convencional de encerado e inyección se pueda aumentar el rendimiento ya que de una pastilla se pueden obtener entre 3 y hasta 6 carillas cerámicas, disminuyendo de esta manera el desperdicio y baja considerablemente los costos(5). Ambos sistemas han demostrado lograr valores de adaptación interna y sellado marginal que se encuentran dentro de los valores normales de adaptación.

El otro aspecto a considerar es el tiempo necesario para la fabricación de una carilla, el número de pasos del método convencional es mayor, pues es necesario encerar, ubicar el bebedero, revestir, evaporar, inyectar, liberar, pulir y maquillar, mientras que el método CADCAM solo necesita: diseñar en el programa del computador, cortar en la fresadora, pulir y maquillar, con la gran ventaja que en el caso de necesitarse una repetición el archivo de diseño siempre estará disponible, mientras que en el método convencional en caso de una repetición se debe iniciar desde el primer paso, el encerado.

Existe una nueva aplicación que comienza a utilizarse en odontología restauradora, la impresión 3D de archivos de estereolitografía. Esta tecnología fue inventada por chuck hull en 1987, a partir de esa fecha se ha producido una revolución industrial en todos los campos del conocimiento, desde la industria, las ingenierías, hasta la medicina y la odontología, comenzando a dejar en el pasado materiales como el yeso, las resinas acrílicas, los acetatos, ceras, etc. La gran ventaja de esta tecnología es que se pueden fabricar todo tipo de objetos tridimensionales a partir de diseños realizados en los programas de computador, como por ejemplo en el caso particular de la odontología modelos de estudio y trabajo, cubetas para toma de impresiones, placas para bruxismo, alienadores para ortodoncia, prótesis provisionales, guías quirúrgicas, patrones para ser fundidos o inyectados, por nombrar algunos. Estos elementos se fabrican mediante resinas liquidas fotosensibles que son endurecidas por un rayo láser en el caso de las impresoras estero litográficas, el cual polimeriza la resina por capas desde 25 micras en adelante, según la necesidad de precisión requerida(12).

Vale la pena aclarar que existen varios métodos de impresión tridimensional, pero las más utilizadas y recomendadas para fabricación de elementos en odontólogia y Una de las grandes ventajas de esta tecnología es la economía de material debido a que la fabricación es por adición, empleando solo el material necesario para la fabricación del objeto, logrando una economía de más del 80 %. Sin embargo su aplicación hasta el momento en odontología es solo para la elaboración de elementos a partir de resinas fotopolimerizables no pudiéndose hasta la fecha realizar elementos en ningún tipo de cerámica dental.

Una vez se fabrica una carilla cerámica, por cualquiera de los métodos anteriormente mencionados esta debe recibir un tratamiento especial para poder ser cementada en el diente, dicha preparación consta de un grabado de la superficie interna con ácido fluorhídrico al 10% durante 20 segundos posteriormente se debe lavar y neutralizar el ácido en una solución de alcohol isopropílico por 5 minutos en un baño ultrasónico, para posteriormente ser silanizada por 1 minuto, a partir de este momento la carilla esta lista para recibir el adhesivo y el cemento resinoso para ser cemento adherida a la superficie grabada del esmalte previo a la colocación de una capa de adhesivo. Los cementos para adherir carillas son en su mayoría de foto curado por luz.

En cuanto a la evidencia científica de carillas cerámicas esta extensa, encontrando estudios in vitro como in vivo con unos seguimientos a largo plazo, con tasas de éxito por encima del 90 % lo que las hace un tratamiento seguro.

Como se explicó anteriormente existen varios métodos para la fabricación de carillas cerámicas, siendo los más utilizados hoy en día el método convencional de encerado e inyección bajo presión y las realizadas por tecnología CADCAM, se han realizado varios estudios in vitro que comparan la adaptación interna y marginal de carillas cerámicas mediante estas dos tecnologías.

La adaptación se define como el grado de proximidad del material restaurador a la preparación del diente. Hay dos tipos de adaptación: marginal e interna. La adaptación marginal se mide del borde de la restauración a la línea de terminación esta adaptación juega un papel importante en la salud gingival y longevidad de las

carillas evitando la microfiltración, la caries recurrente, la fractura de la restauración y la decoloración marginal, ya que entre la restauración y el tejido dental se crea un selle que protege el cemento de la exposición a la cavidad oral, esto evita una desintegración y conserva las propiedades mecánicas, físicas y químicas del material cementante, la adaptación interna se mide por el espesor del cemento y se logra generando un espacio mediante un espaciador que posterior a la inyección permitirá el asentamiento de la restauración, un espesor de pelicular aceptable por la NORMA ANSI-ADA E ISO la cual es de 40 micras y como se mencionó, ambas están entre los parámetros establecidos de adaptación clínica de la American Dental Association que son 120 micras, la mayoría de los estudios muestran que el método convencional de inyección logra menores valores de adaptación interna y marginal.

Para medir la adaptación interna y marginal existen varios métodos en las investigaciones odontológicas: métodos no destructivos como la medición mediciones lineales mediante estereomicrocopio, microscopio electrónica, comparación de imágenes digitales, etc. La mayoría de los estudios sobre adaptación interna y marginal de carillas se han realizado mediante mediciones lineales mediante estereomicrocopio, la cual simula en cierta forma la manera en que el odontólogo comprueba la adaptación marginal de cualquier restauración, inspección visual y exploración con la punta de un explorador. Sin embargo esta es una manera subjetiva, puesto que no se puede medir, mientras que en la estereomicrocopio es factible hacer mediciones mediante un programa digital que puede recibir imágenes adquiridas de las zonas predeterminadas para la medición(13).

4. OBJETIVOS

4.2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar mediante estereomicroscopía, la adaptación marginal e interna de carillas cerámicas elaboradas con la técnica convencional y con impresión en 3d estereolitográfica.

4.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Estimar el promedio de la distancia de la brecha marginal (adaptación) de las restauraciones obtenidas mediante las dos técnicas.

-Estimar el promedio de la distancia de la brecha interna de las restauraciones obtenidas mediante las dos técnicas.

5. METODOLOGÍA

5.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio cuantitativo experimental in vitro doble ciego.

5.2. POBLACIÓN OBJETIVO

Carillas cerámicas de vidrio de disilicato de litio (modelo laboratorial).

6. TAMAÑO DE MUESTRA Y DISEÑO DE MUESTRE

6.3. CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA.

Se realizó una prueba piloto con tres especímenes de cada grupo se recogen los datos en Microsoft Excel de las brechas a nivel interno y marginal y se envían para interpretación con el estadista Julián Andrés Tamayo.

El cálculo del tamaño de muestra para un nivel de riesgo alfa del 5% y error beta de 10%, es de 21 cuerpos de prueba para ambos grupos. Ahora para un nivel de riesgo alfa del 5% y error beta del 20%, el tamaño de muestra debe ser de 16 cuerpos de prueba para ambos grupos.

6.4. DISEÑO DE MUESTREO.

Se realizaron 42 carillas inyectadas en disilicato de litio (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent), de un incisivo central superior izquierdo, realizadas por técnica convencional y técnica 3d, cementadas a troqueles impresos, aleatorizados y distribuidos en dos grupos de 21 especímenes cada uno.

7. DEFINICIÓN DE VARIABLES

7.1. CUADRO OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

Tabla X. Definición operacional de las variables

Variable	Definición operacional	Tipo / nivel de medición	Valores posibles	Fuente de información
Adaptación marginal	Es el espacio en sentido vertical entre el margen externo de la restauración y el margen externo de preparación.	Cuantitativa / Numérica de razón continua	0-120µm	Estereomicrocopio
Adaptación interna	Es la medición perpendicular desde la pared axial del diente hasta la superficie interna de la restauración	Cuantitativa / Numérica de razón continua.	0-120 µm	estereomicrocopio

8. PROCEDIMIENTOS

8.1. PREPARACIÓN PARA LA CARILLA (INCISIVO CENTRAL SUPERIOR IZQUIERDO)

Se realizara una preparación para carilla a un diente resinoso tipo , incisivo central superior izquierdo de un modelo master (Nissin® Kyoto Japón) el cual es intercambiable (Fig. 1), con una pieza de alta velocidad (NSK® Nakanishi Japón) , la preparación estará a una distancia de 0.1 mm de la línea amelo-cementaría y en su superficie vestibular se realizara una reducción axial, a nivel cervical 0.5 mm, medio 0.8mm la cual se extiende hasta la zona interproximal e incisal de 2 mm, el bordes incisal es redondeado, se contara con un juego de fresas para la preparación de la carilla, las cuales son troncocónicas punta redondeada con un calibre en su parte activa de 0.14mm de grano azul, rojo y amarillo y una fresa redonda de grano rojo y amarillo para su uso en borde incisal, se pule con discos soflex de grano fino utilizando una pieza de baja velocidad (NSK® Nakanishi Japón).

La preparación debe contar con los siguientes requisitos para que el estudio se lleve a cabo, nitidez de la línea, estar lisa y pulida, permitir una estabilidad a la restauración y ser uniforme.



Figura 1
Diente resinoso incisivo central superior izquierdo con preparación de carilla tipo III A

8.2. IMPRESIÓN

Se saca diente del modelo (Nissin® Kyoto Japón) y se realiza la toma de impresión del diente preparado para carilla, usando un vaso dappen de vidrio con un material definitivo con técnica de un paso, la silicona que se utiliza es silicona de adición putty super soft y silicona light body polivinil-siloxano (COLTENE PRESIDENT® Brasil), la silicona putty super soft base- catalizador se mezcla manualmente por un minuto porción 1:1 la cual fue dispensada con cucharas medidoras y la silicona light body base- catalizador se mezcla con una punta mezcladora, después de colocar el material pesado dentro del vaso dappen y el liviano en la cara vestibular del diente, se lleva al vaso dappen y se introduce muy despacio se espera 3 minutos por recomendaciones del fabricante para su polimerización, se extrae el diente del vaso dappen y se espera 60 minutos para la estabilidad de la silicona (Fig. 2A, 2B).

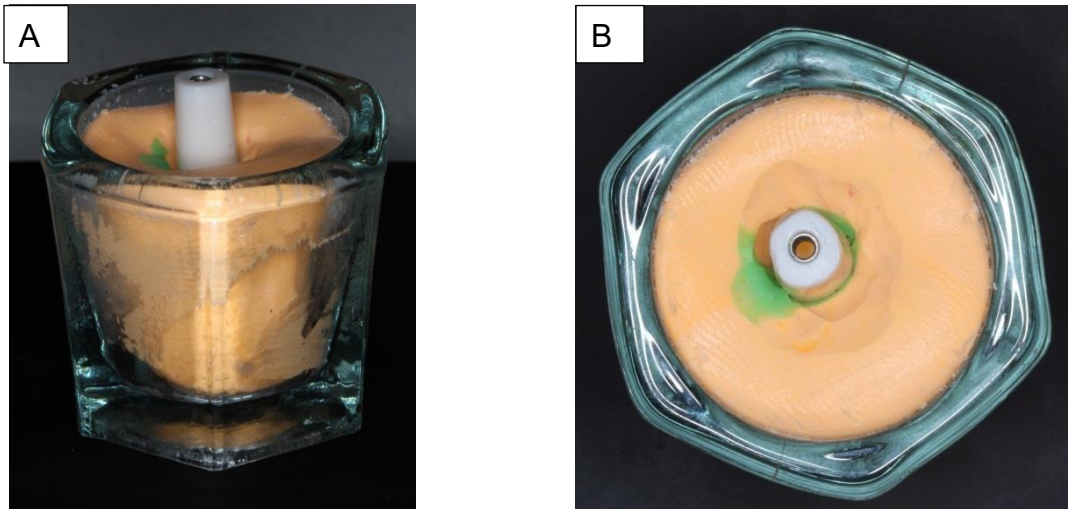


Figura 2

Impresión en silicona pesada y liviana. A) vista frontal. B) vista coronal

8.3. VACIADO DE LA IMPRESIÓN

Pasado el tiempo nombrado anteriormente, se atomiza la silicona con smoothex debubblizer (whip mix® USA) por 10 segundos para reducir la tensión superficial se airea y posteriormente se realiza la preparación en yeso tipo 4 LEAN ROCK (Whip Mix® USA), el cual se pesa en una gramera digital y se toman 10 grs de polvo por 2ml de agua, se mezcla en un mezclador rotativo digital smartmix x2 (amanngirrbach® ALEMANIA), por 26 segundos se lleva directamente a la impresión y con una vibración constante se vierte el yeso en la impresión para evitar burbujas. (Fig. 3) se espera 7 minutos para su fraguado.



Figura 3

Troquel maestro realizado en yeso tipo 4

9. FABRICACIÓN DE LA RESTAURACIÓN SEGÚN LA TÉCNICA Y EL TROQUEL

Se realizaron carillas en dos técnicas diferentes, el grupo 1 estará conformado por carillas realizadas por método CAD, diseñadas e impresas por estereolitografía y el grupo 2 serán carillas fabricadas por método convencional encerado.

El troquel se realiza para los dos grupos con método CAD y se imprime por estereolitografía.

El estudio se realizará en el posgrado de rehabilitación oral de la universidad Unicoc, junto con el laboratorio dental del doctor Rafael Murgueitio Piedrahita quien presta la locación para su fabricación y estudio.

9.1. GRUPO 1 CARILLAS DISEÑADAS E IMPRESAS

Para la técnica de impresión con estereolitografía se escanea el troquel en yeso en el escáner inEos X5® del sistema Sirona, este captura múltiples imágenes gracias a su brazo rotacional, esta captación la toma como algoritmos matemáticos que serán leídos por el software inlab 16.1® obteniendo un troquel virtual, en el programa se procede a realizar el proceso de diseño, se hace la marcación de la línea de terminación y se ajustan los parámetros. (Fig. 4A)

- Espaciador (30µ)
- Grosor de carilla (300µ)
- Grosor del borde (10µ)
- Ancho de la margen (80µ)
- Ángulo del margen (75µ)
- Consideraciones geométricas de instrumento (No)
- Retirar rebajes (No)

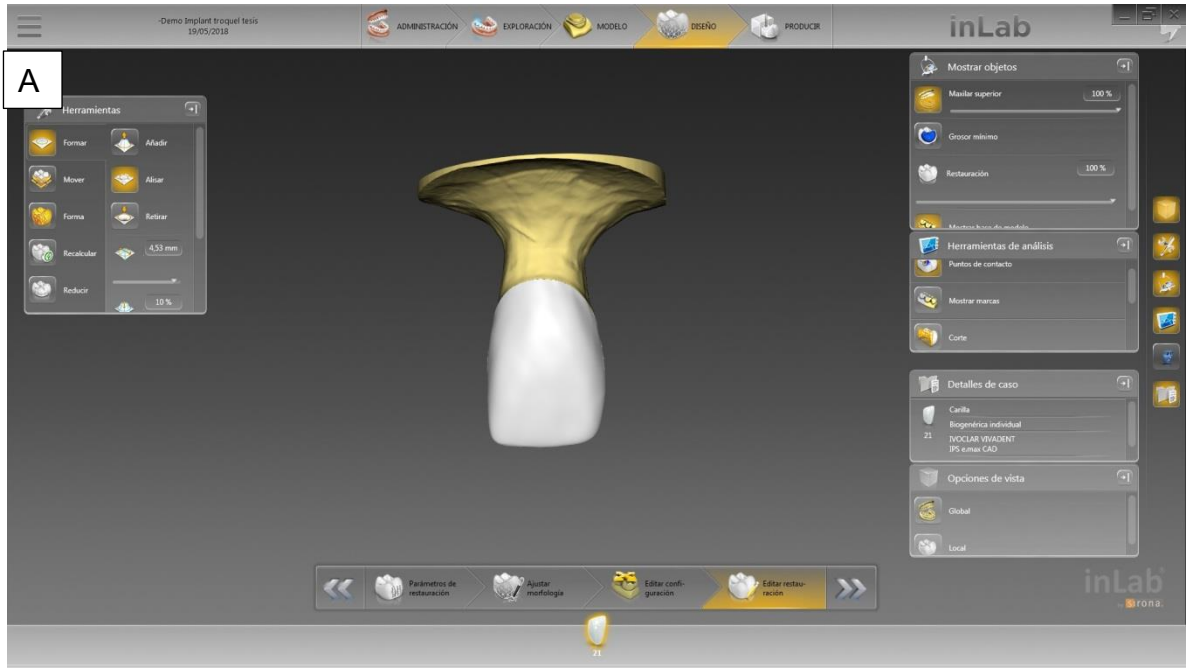


Figura 4
A) Diseño de carilla en software inlab 16.1

Las carillas contaran con un espesor mínimo de 0,5 mm, posteriormente se guarda la información como archivo STL tanto de las carillas como del troquel, se ubica el archivo del troquel en el programa preform se da la posición, se replican, se posiciona el número de bebederos y se escoge la opción de imprimir. (Fig. 5) Después se envía a una impresora 3D marca formlabs®, la cual funciona con una resina de acuerdo a las indicaciones, en este caso dental model por 1 litro marca formlabs® esta es sensible a los rayos UV, se solidifica mediante el paso de un láser capa por capa en total 331 capas por un tiempo de 1 hora y 38 minutos resolución en micras de 0.25. (Fig. 6) Una vez terminado el proceso se retira de la plataforma de la impresora y se deja escurrir al medio ambiente por 10 minutos.

Figura 5

Troqueles en programa preform



Figura 6

Troqueles impresos en impresora 3D marca formlabs.

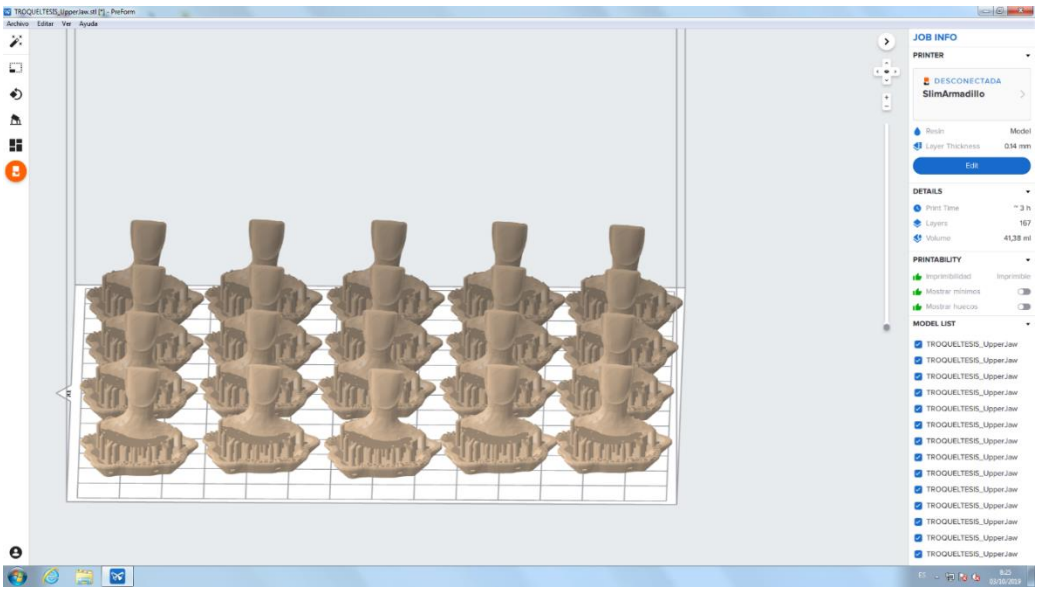




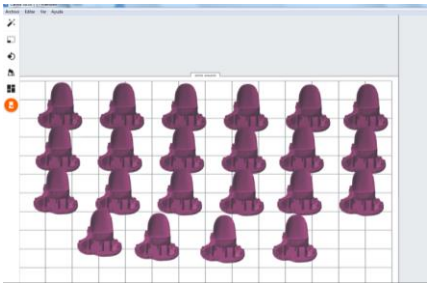
Figura 7

Troqueles fuera de la base de la impresora en proceso de secado

Para las carillas se ubica el archivo en el programa preform se da la posición teniendo presente que deben quedar angulas para colocar los bebederos por la zona vestibular evitando que se altere la zona interna o borde del margen, por último, se replica y se envía a una impresora 3D marca formlabs®. (Fig. 8A, 8B)

Para realizar estas impresiones se utiliza la resina castable wax, por un litro marca formlabs® la cual tiene una duración de 3horas y 40 minutos resolución 0.25 micras.

A



B

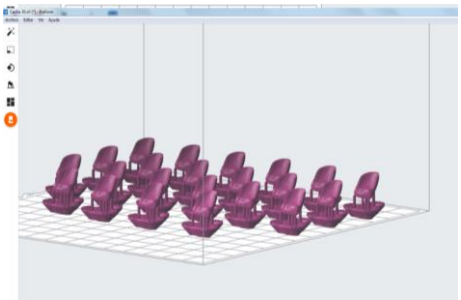


Figura 8

Carillas en software preform. A) vista frontal. B) vista lateral

9.1.1. LAVADO DE CARILLAS IMPRESAS

En un recipiente marca formlabs® que tiene dos compartimientos de alcohol isopropílico galón por tres kilos maraca equimicos®, separados, se introduce por 10 minutos los troqueles impresos en resina dental model y las carillas impresas en castable wax, deben quedar cubiertos en su totalidad, se sacan se dejan secar al ambiente por 12 horas hasta que el alcohol quede evaporado por completo si requiere de polimerización. (Figura 9A, 9B, 9C, 9D)

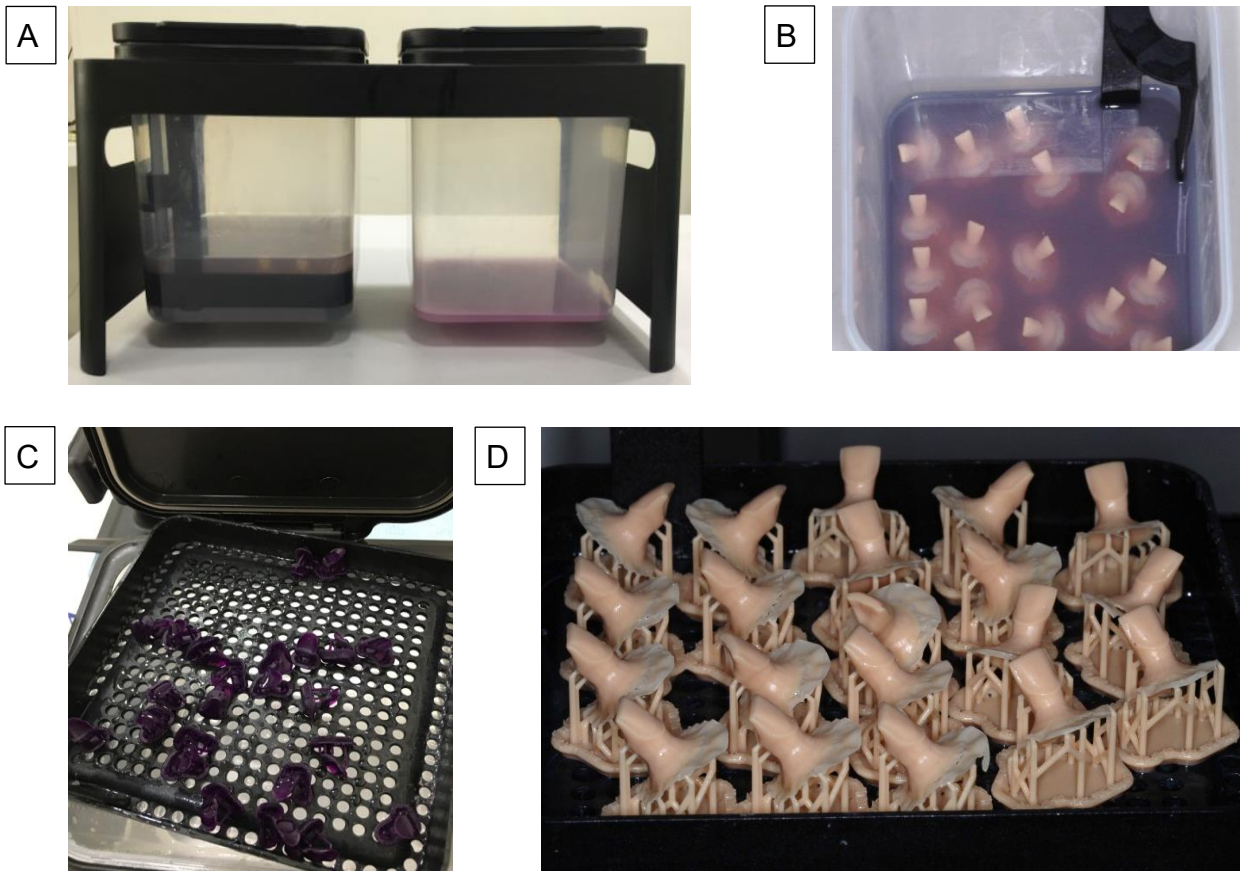


Figura 9

Troques y carillas en proceso de lavado con alcohol isopropílico y secado al medio ambiente. A) tanque de lavado. B) Troqueles sumergidos en alcohol isopropílico. C) Carillas en proceso de secado tanque. D) troqueles en proceso de secado tanque.

9.1.2. POLIMERIZACIÓN

Se realiza el proceso de polimerización para aumentar su resistencia, propiedades mecánicas, conservar la integridad del troquel impreso en resina dental model y las carillas impresas en castable wax se realiza un post curado con una temperatura de 60° y un tiempo de 20 minuto. (Fig. 10A, 10B, 10C, 10D)



Figura 10
Polimerización de carillas y troqueles. A) Troqueles en form cure. B) Carillas en form cure. C) Carillas fotocuradas. D) Troqueles fotocurados. E) carilla impresa ampliada

9.2. . GRUPO 2 CARILLAS ENCERADAS

Para la técnica convencional se usara cera Renfert® GEO- Classic gris opaca de 75 g, la técnica consiste en realizar una carillas en cera sobre la superficie vestibular del troquel impreso con un encerador eléctrico marca Renfert®, al troquel se le pone un espaciador de 20 µ marca Renfert® por 15ml/ 0.5 fl.o.z este nos crea un espacio donde posteriormente ira el cemento. (Fig. 11) Se realiza una pincelada con un separador por 20ml marca kerr®, dejando secar por dos minutos para evitar que la cera quede pegada al troquel. (Fig. 12) después de manera incremental se realiza la carillas y se pule. (Fig.13) por último se realizara un selle en estereomicroscopio marca Am scope® con cera Renfert® GEO- Classic cervical color roja, por un solo operador. (Fig. 14)



Figura 11
Materiales para proceso de encerado



Figura 12
Troqueles con espaciador y separador de cera

A



Figura 13

Carillas enceradas

B

I



Figura 14

carillas enceradas selladas. A) restauraciones terminadas. B) carilla encerada terminada.

10. PROCESO DE REVESTIMIENTO PARA AMBOS GRUPOS

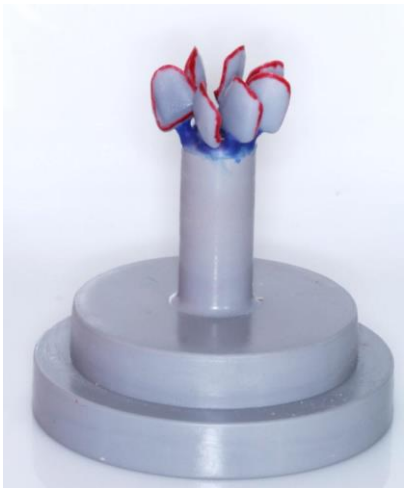
En la carilla sobre el troquel se pone el bebedero cuya ubicación será el borde incisal este debe quedar con la misma inclinación que tenga la restauración siguiendo su eje, su diámetro es de 2.5 mm y su largo de 4mm marca Renfert® GEO-Wachsdraht, se debe tener presente que todas las carillas con bebederos deben contar con la misma altura la cual es de 14mm a 16mm desde el borde cervical de la carilla a el extremo del bebedero. (Fig. 15) Se pegan las restauraciones en cera e impresas con una inclinación de 45° a 60°, a la base del cilindro de 200 ml. (Fig. 16) Se prepara el revestimiento IPS® PressVEST Premium 200g polvo por Líquido 36ml : agua destilada 16ml en un mezclador rotativo digital smartmix x2 (amanngirrbach® ALEMANIA) por 90 segundos, con una vibración constante y un pincel se aplica la mezcla en aquellos sitios donde el material no entra con facilidad, después se vierte todo el material de una manera muy controlada hasta llenar el cilindro una vez se realiza esto, se pone el calibre del cilindro y se espera 30 minutos de fraguado. (Fig. 17) se lleva al horno de desencerar marca ney vulcan 3-310®. Con el procedimiento de calentamiento rápido el cual tiene una temperatura sostenida de 850°c por 1 hora y 20 minutos, se saca del horno para inyectar. (Fig. 18)



Figura 15

Carillas enceradas sobre troqueles con bebedero ubicado en borde incisal

A



B



Figura 16

Restauraciones sobre base de anillo de inyección. A) restauraciones enceradas. B) restauraciones impresas.



Figura 17
Anillo de inyección en proceso de fraguado

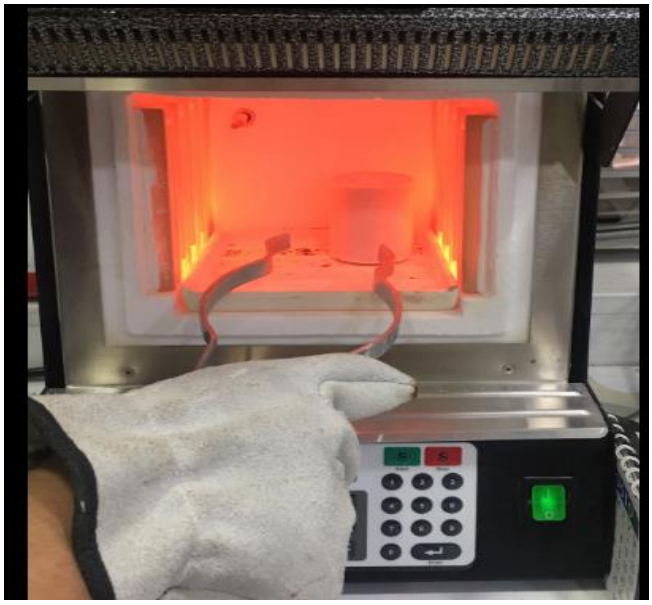


Figura 18
Horno de desencerado a 850°

10.1. INYECCIÓN PARA AMBOS GRUPOS

Se programa el horno de inyección marca ivoclar vivadent® EP 3010 a una temperatura de 700 °, las pastillas a utilizar son LTa1-MTbl4 marca ivoclar vivadent®, para el procedimiento se debe tener listo la pastilla, el embolo y un separador halox® el cual se aplica sobre la superficie del embolo para evitar que no se pegue la cerámica, se saca el anillo del horno de cera y de inmediato se pone en el horno de inyección en una de las superficies del anillo hay un orificio en el cual se pone la pastilla, el embolo se activa y el programa dura 26 minutos en inyectar, en este proceso el espacio de la cera es ocupado por la cerámica de disilicato de litio fundida mediante la compresión del embolo de alumina. (Fig. 19)



Figura 19

Cilindro de revestimiento

10.2. **LIBERACIÓN DEL ANILLO**

Después del enfriamiento, el cilindro de revestimiento es cortado con discos de diamante y se utiliza el arenador marca Renfert® con partículas de óxido de aluminio a 4 bares se retirar todo el revestimiento obteniendo las carillas, una vez se consigue esto se disminuye la presión a 2 bares y se pone la manguera directamente sobre el revestimiento que cubre la restauración. (Fig. 20) por último se introduce en ácido invex por 20 minutos se saca y se arena nuevamente hasta ver las superficies de la carilla limpia. (Fig. 21)



Figura 20

Liberación de carillas en di silicato de litio



Figura 21
Restauraciones en disilicato de litio sin capa blanca de revestimiento

10.3. ADAPTACIÓN DE LAS CARILLAS INYECTADAS

Las restauraciones quedan sujetas en un botón de cerámica por lo cual con un disco de carburo se procede a retirarlas una por una del bebedero. (Fig. 22)

Se posicionan las carillas en su respectivo troquel donde se verificó su adaptación marginal con el método visual y táctil, en caso de ser necesario se realiza un ajuste interno.

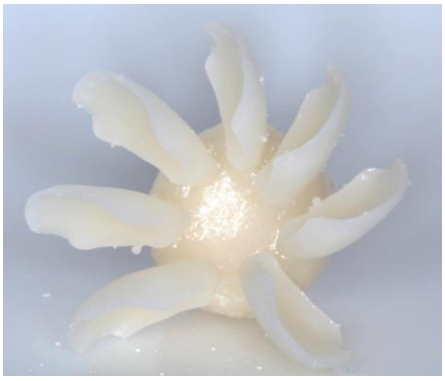


Figura 22
Carillas de disilicato de litio listas para adaptar

11. TOMA DE MEDIDAS

En el troquel se realizaran cuatro marcas con marcadores permanentes de diferentes colores, una marca por cada cara (mesial, distal, cervical y palatino. (Fig.23)

Para la adaptación marginal se tomará en el troquel, el borde más extremo de la línea de terminación y en las carillas se tomará el borde más extremo.

Para la adaptación interna se toma tres puntos (cervical, medio incisal) con las restauraciones ya seccionadas teniendo como referencia para la medida, la superficie vestibular y la superficie interna de la carilla. (Fig.24)

Se realizarán el mismo protocolo para ambos grupos.

Se enumera las restauraciones del 1 al 42 y un operador realiza las medidas sin conocer cuáles son las restauraciones realizadas por método convencional y método impreso.

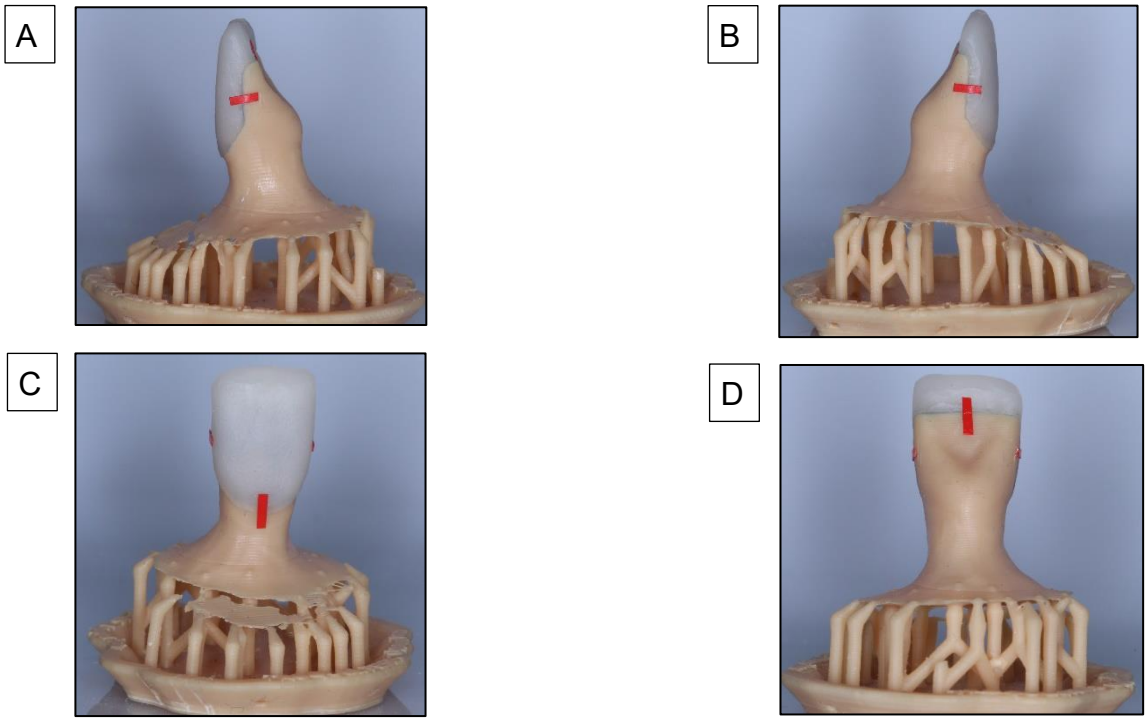


Figura 23

Troquel con marcaciones para medidas. A) Vista mesial. B) Vista distal. C) Vista vestibular. D) Vista palatino.

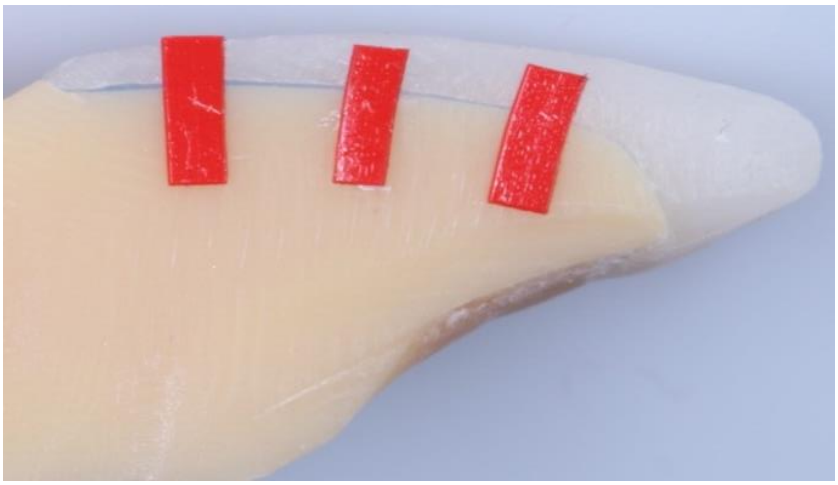


Figura 24.

Zona de medidas de adaptación interna

1.1. CONFIGURACIÓN DEL ESTEREOMICROSCOPIO

Se descarga el programa Amscope® 3.7 for digital camera. (Fig. 25) Con una regla con medidas milimétricas la cual viene con el estereomicroscopio y el manual se calibra para la obtención de medidas en micras. (Fig. 26)

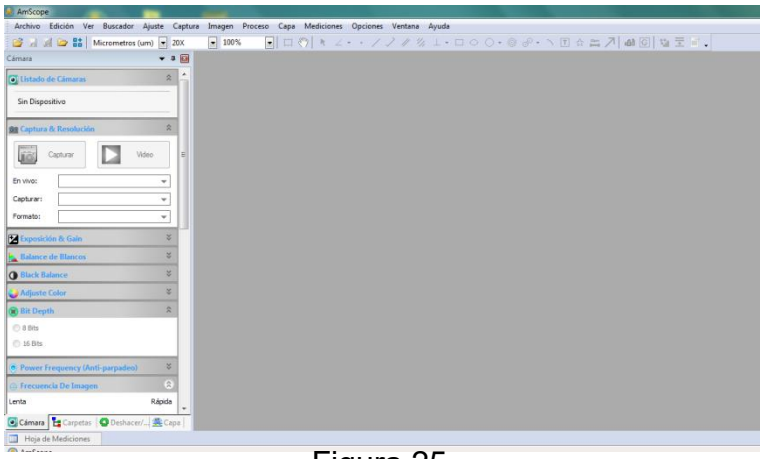


Figura 25
Software Amscope



Figura 26
Estereomicroscopio Amscope

12. CEMENTACIÓN DE RESTAURACIONES IMPRESAS

Se retira de la superficie de los troqueles encerados el separador con un vaporizador marca (amanngirrbach® ALEMANIA), se airean los troqueles para que queden secos.

Se limpia la superficie interna de la carilla con alcohol isopropílico y la cara externa del troquel, se espera que se evapore y se procede a aplicar primer universal monobond (ivoclar vivadent®) en ambas caras se espera 30 segundos y se coloca resina LC block-out (ultradent®) sobre la carilla, se lleva hacia el troquel de manera despacio y con presión constante hasta que el materia fluya se limpian los excesos y se procede a fotopolimerizar con lámpara radii plus (SDI®).

Se realiza la cementación con la resina LC block-out por que presenta un color azul y este permite dar un mejor contraste para la toma de medidas en el microscopio. (Fig. 27A, 27B, 27C)



Figura 27
Carillas inyectadas método convencional e impreso.

13. INDICES

Con silicona de condensación speedex (coltene®) se fabrican cuatro índices para posicionar todas las restauraciones cementadas en la misma posición vestibular, distal, mesial y palatino. (Fig. 28)

De esta manera de toman las medidas marginales.

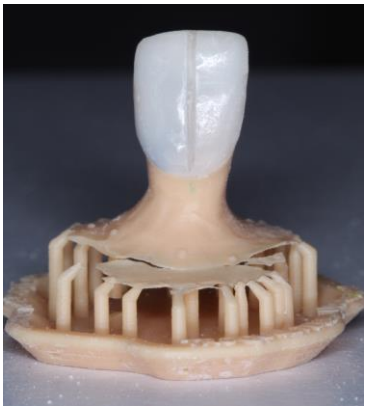


Figura 28
Índices de posición

14. CORTE DE RESTAURACIONES

Con un disco ultrathin y un motor de laboratorio marca kavo® con baja revolución 15.000 rpm y poca presión se cortan las carillas cementadas en el troquel, por toda la mitad en sentido vestíbulo palatino y con una lija de grano fino se pule esa superficie para posteriormente realizar las medidas de espaciador interno. (Fig. 29 A, 29B)

A



B

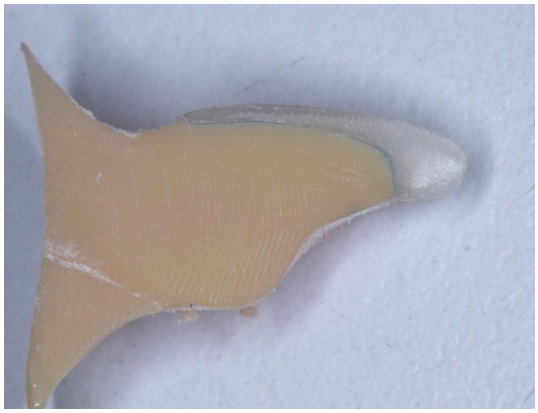


Figura 28
Corte de la restauración. A) Vista vestibular con inicio de corte por la mitad de la restauración. B) Vista sagital con corte realizado.

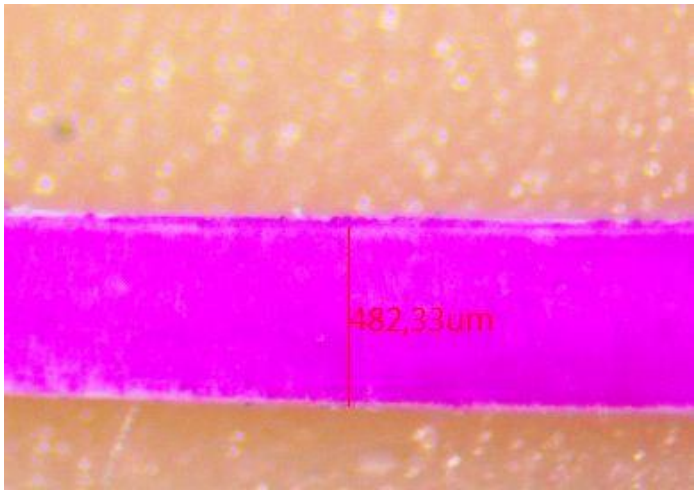


Figura 1. Testigo métrico para toma de datos calibrado a 0.5 mm

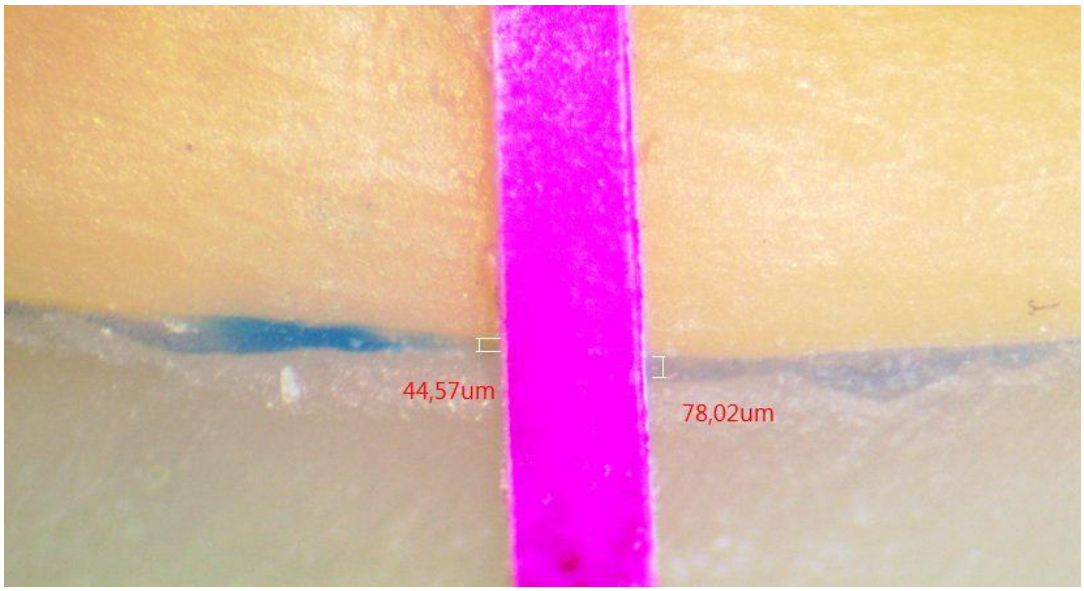


Figura 2. Medidas en estereomicroscopio de adaptación marginal zona mesial realizada por técnica de encero

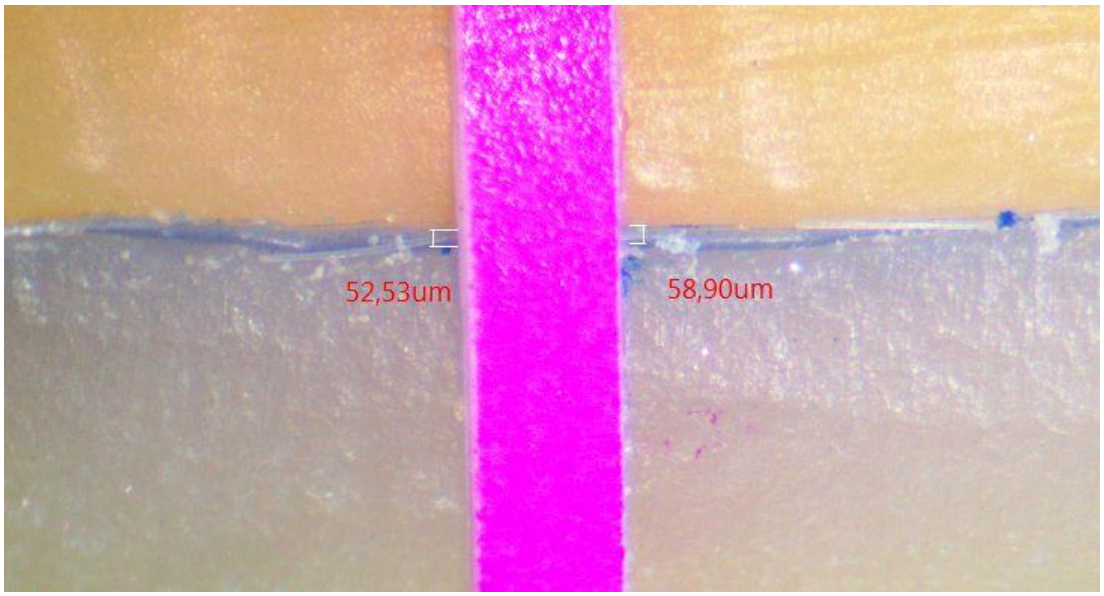


Figura 3. Medida en estereomicroscopio de adaptación marginal zona mesial realizada por técnica esterelitografica

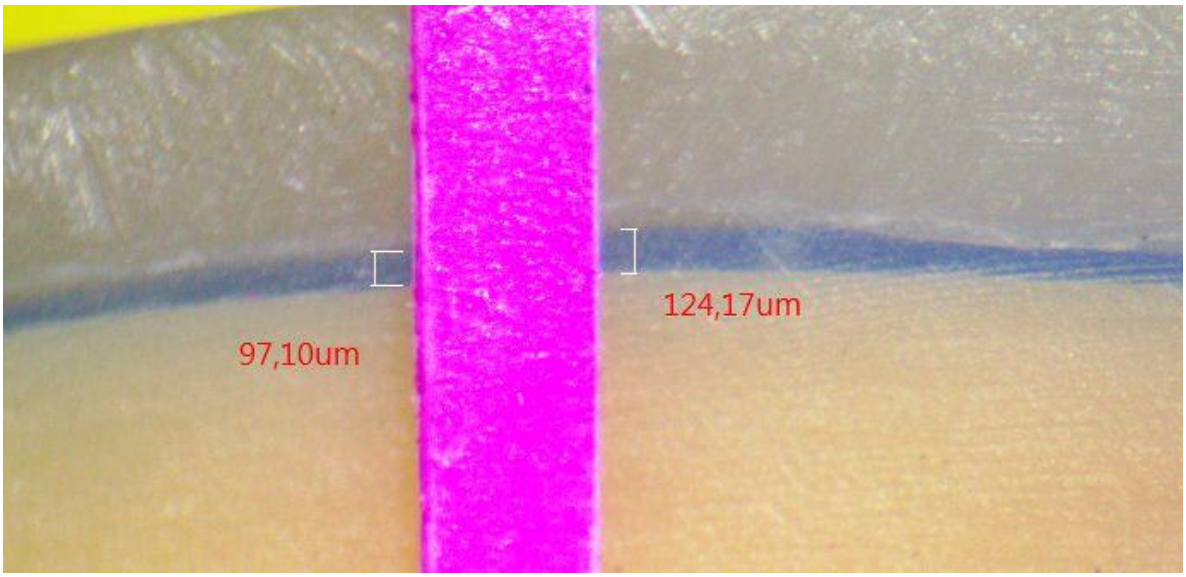


Figura 4. Medida de adaptación interna zona media de carillas realizadas por técnica encerada

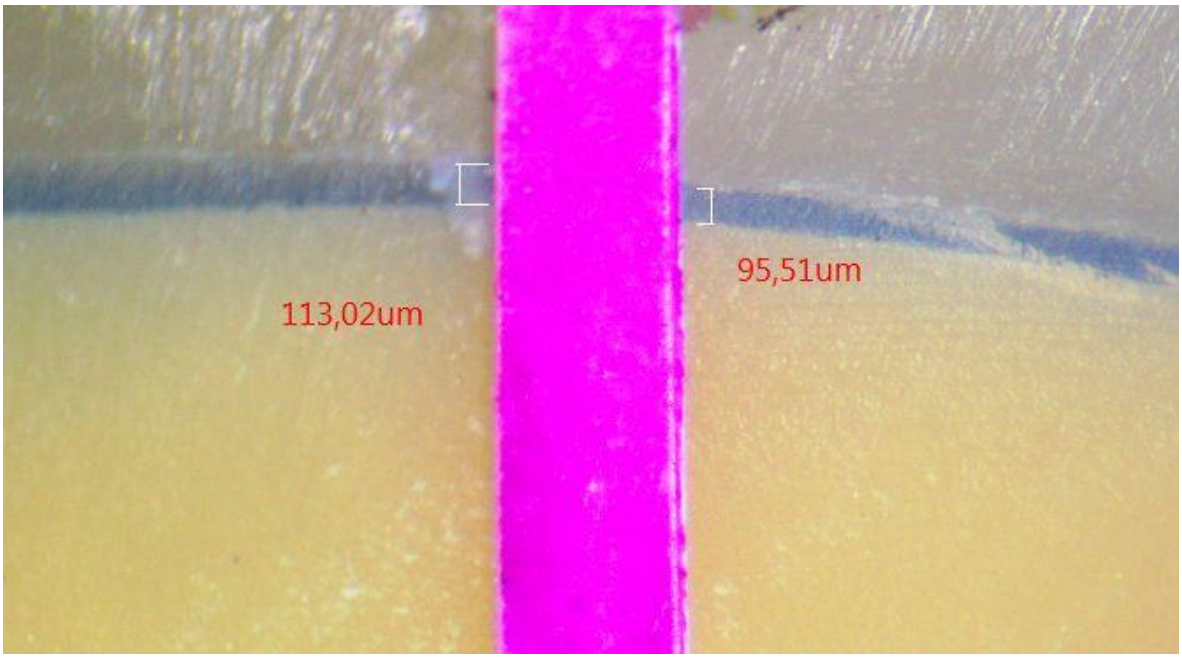


Figura 5. Medida de adaptación interna zona media de carillas realizadas por técnica impresa

15. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A partir de los datos obtenidos durante las pruebas realizadas por un estereomicroscopio, se realizó una base de datos en Excel cuyos componentes fueron exportados al programa estadístico SPSS v.23. Se realizó un análisis descriptivo con medidas de tendencia central (promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación. Para verificar la distribución normal de los datos se aplicó la prueba de Kolmogorov, donde se identificó que los datos no seguían una distribución normal ($p<0.05$), por lo tanto se utilizó la prueba U de mann whitney para contrastar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos técnicas (encerado e impreso). Se utilizó la prueba T de student para una muestra con el objetivo de determinar si la desadaptación de ambas técnicas es iguales al valor de referencia de 120 µm. El nivel de significación utilizado fue del 5%.

15.2. CONSIDERACIONES ÉTICAS

No se tiene consideraciones éticas porque el estudio es un modelo laboratorial.

15.3. RESULTADOS

Al comparar la adaptación marginal de las carillas en cada superficie se encontró: (Fig. 30 tabla 1) Mesial: En los promedios de la técnica convencional (86,9±69,1µm) y de la técnica impresa (65.8±59,3µm) no se encontró diferencia estadísticamente significativa p=0,242. Distal: En los promedios de la técnica convencional (52,4±25,7µm) y de la técnica impresa (44,5±21,2µm) no se encontró diferencia estadísticamente significativa p=0,320. Vestibular: En los promedios de la técnica convencional (38,2±19,3µm) y de la técnica impresa (38,1±22,8µm) no se encontró diferencia estadísticamente significativa p=0,970.

Palatino: En los promedios de la técnica convencional (40,3±21,3µm) y de la técnica impresa (23,7±9,6µm) se encontró diferencia estadísticamente significativa $p<0.001$.

Para la adaptación interna de las carillas en tres puntos diferentes se encontró:

Cervical: En los promedios de la técnica convencional (69,62±15,77) y de la tecnica impresa (62,20±19,22) no se encontró diferencia estadísticamente significativa p=0,122. Medio: En los promedios de la técnica convencional (69,31±18,30) y de la tecnica impresa (62,40±23,02) no se encontró diferencia estadísticamente significativa p=0,379. Incisal: En los promedios de la tecnica convencional (65,15±16,65) y de la tecnica impresa (59,00±18,97) no se encontró diferencia estadísticamente significativa P=0,213.

Tabla 1 Valores medios de la adaptación marginal (µm) en las cuatro superficies.

	Técnica										
	Enceradas					Impresas					
	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación estándar	P
Mesial	**25,5**	**293,5**	**86,9**	**60,6**	**69,1**	**0,0**	**263,1**	**65,8**	**41,5**	**59,3**	**0,2**
Distal	**17,3**	**96,1**	**52,4**	**46,9**	**25,7**	**17,5**	**104,7**	**44,5**	**37,6**	**21,2**	**0.320**
Cervical	**18,5**	**88,8**	**38,2**	**34,2**	**19,3**	**0,0**	**91,8**	**38,1**	**35,5**	**22,8**	**1,0**
Palatino	**9,7**	**108,8**	**40,3**	**36,0**	**21,3**	**0,0**	**39,3**	**23,7**	**24,7**	**9,6**	**0,0**

Tabla 2 Valores medios de la adaptación interna (µm) en tres puntos diferentes.

Técnica		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Cervical	Técnica encerada	**21**	**69,627**	**15,7748**	**3,4424**
	Técnica impresa	**21**	**62,202**	**19,2233**	**4,1949**
Medio	Técnica encerada	**21**	**69,312**	**18,3005**	**3,9935**
	Técnica impresa	**21**	**62,409**	**23,0213**	**5,0237**
Incisal	Técnica encerada	**21**	**65,155**	**16,6510**	**3,6336**
	Técnica impresa	**21**	**59,007**	**18,9759**	**4,1409**

Tabla 2

Valores medios de la adaptación interna (µm) en tres puntos diferentes.

16. DISCUSION

El propósito de este estudio fue comparar la adaptación marginal vertical y la adaptación interna de carillas cerámicas en disilicato de litio inyectadas a partir de patrones realizados por técnica manual (encerado) y técnica digital (diseño asistido por computador y fabricación aditiva (AM) impresión 3D. Los resultados de este estudio concluyeron que no hay diferencias en cuanto a los resultados de la adaptación marginal vertical e interna entre estas técnicas. La hipótesis nula fue aceptada. En esta investigación se combinaron dos metodologías para la fabricación de patrones para carillas en disilicato de litio, convencional (encerado manual y press) y computer assist design (CAD) y fabricación aditiva (AM) impresión 3D. Pero queremos resaltar que todos los troqueles de trabajo de ambos grupos fueron realizados por AM, pues esta tecnología permitió obtener múltiples troqueles de la misma geometría en resinas fotopolimerizables altamente estables y resistentes a la abrasión, eliminando la técnica tradicional de los troqueles de yeso dental, elementos que su precisión depende de manipulación manual, proporciones adecuadas, y son susceptibles a fracturas y abrasión por el rozamiento y la manipulación. [20].

De los tres métodos de fabricación de restauraciones cerámicas utilizados en la actualidad, la técnica convencional de encerado e inyección reporta los mejores valores de adaptación marginal e interna, Tugcu et al, en un estudio in vitro reportaron una adaptación marginal entre 47.33 y 87.40 micras [5]. Al-Dwari et al reportaron un marginal gap at cervical de 81.0 +-48.2 vs 28.6 +-19.2 en carillas cerámicas cementadas con RelyX para CADCAM vs Press [8]. A pesar de que en ambos estudios los márgenes de adaptación están dentro de los límites de adaptación clínica universalmente aceptado de un rango máximo de 120 micras [10] [7, 11], la diferencia de estos resultados según los investigadores pueden ser generados por las diferencias en la técnica de fabricación. La técnica de prensado permite una reproducción precisa de los detalles finos y proporciona un mayor control sobre la fabricación de los patrones de cera, que se construyen directamente sobre el troquel de trabajo y se puede modificar fácilmente. Sin embargo, con la técnica CAD-CAM, existen algunas dificultades como por ejemplo

el control de la forma de los márgenes en el software de diseño cuando los márgenes son muy delgados, lo cual obliga en ocasiones a tener que sobre contornear estas zonas por cuanto los parámetros del programa no permiten bajar el espesor de menos de 300 micras, situación que de no ser respetada puede conllevar a que durante el maquinado la restauración salga perforada o con el margen incompleto. Este fue uno de los motivos por lo que se decidió hacer la parte CAM por impresión 3D, pues en la etapa de CAD se eliminó el control de espesor mínimo y esto permitió imprimir los patrones con márgenes por debajo de las 300 micras en los bordes. Otro inconveniente con el CAM en el proceso de maquinado es el tamaño de los puntos de fresado en particular puede dar lugar a dificultades en el fresado de detalle finos como la línea de acabado de 0.5 mm de las carillas laminadas en porcelana, el astillado de los márgenes finos de porcelana por la vibración durante el fresado podría dar lugar a discrepancias marginales que son más grandes en el lado opuesto. [8]. Sin embargo, el programa de maquinado y las fresas de maquinado han evolucionado ofreciendo hoy en día estrategias extrafinas de maquinado. Por eso el principal objetivo de esta investigación fue comparar el proceso de elaboración de los patrones por medio del método convencional de wax directamente en el troquel y el método de CAD e impresión AM 3D. A pesar de las ventajas de la manipulación conveniente del laboratorio y la configuración precisa de la técnica convencional de cera tiene retrocesos inherentes relacionados con la sensibilidad térmica y el alto coeficiente de expansión térmico de la cera. [9], dificultad para garantizar el espacio para el cemento por medio de un espaciador de troquel, dificultad de repetir de manera similar un diseño en caso de una falla durante el proceso y mayor tiempo de trabajo, mientras que mediante CAD existen ventajas como: una fácil repetición en el caso de una falla en la producción, posibilidad de guardar archivos del diseño, facilidad en el proceso de diseño, pues existen múltiples librerías virtuales de dientes para seleccionar y modificar, utilización de herramientas del software para el control de forma, espesores, y la utilización de un material estable como la resina de impresión, susceptible de ser probado sin que se deforme o fracture y factible de ser modificado antes del proceso de inyección, etc.

Ahora bien, vale la pena aclarar que investigar sobre adaptación es un tema controversial y complejo, pues se combinan factores como las zonas a medir, el número de puntos de medición y el método utilizado para la observación. Algunos autores miden la adaptación horizontal, la adaptación vertical, mientras que otros hacen una sumatoria de los anteriores y lo expresan como la desadaptación marginal absoluta. En nuestra investigación se seleccionaron 4 zonas para medir la adaptación vertical: cervical, mesial, distal e incisal, simulando la evaluación clínica que hace el odontólogo al evaluar la adaptación marginal de una carilla cerámica realizada en una preparación tipo I [2] . En cuanto a las técnicas de medición, existen gran variedad como la observación directa sobre troqueles con microscopio óptico o electrónico, triple escaneo con escáner ópticos y programas de análisis virtual tridimensional, microtomografía computarizada [10]. Nuestra investigación implementó la medición directa sobre troqueles mediante un estereomicroscopio óptico por motivos de logística, pues era el recurso disponible y factible dentro de los limites económicos del proyecto de investigación, y ha sido utilizado en múltiples investigaciones sobre adaptación de restauraciones dentales [15] [10]. Es importante recalcar que este método debe ser realizado por un operador entrenado en este tipo de procesos y que idealmente debe recibir una calibración previa, en nuestra investigación las mediciones fueron realizadas por una persona entrenada, pero no fue previamente calibrada para la toma de las medidas, lo que se puede considerar como una deficiencia.

17. RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar nuevos estudios que evalúen la adaptación marginal e interna en carillas de disilicato de litio realizadas por método aditivo con un diseño de preparación diferente a el tipo I del Magne P.

18. CONCLUSION

- Las dos técnicas inyectadas convencional Vs. Aditiva, estuvieron dentro de los rangos de adaptación marginal e interna clínicamente aceptables de 120 µm.
- Aunque estadísticamente no fue significativo en la adaptación marginal de carillas de disilicato de litio con la técnica aditiva se mostró una mejor adaptación en comparación a la técnica convencional.
- La superficie palatina de la técnica convencional y aditiva presentó menor adaptación marginal siendo esto estadísticamente significativa ($p=<0.001$) frente a la demás superficies.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Cortellini D, Canale A. Bonding lithium disilicate ceramic to feather-edge tooth preparations: a minimally invasive treatment concept. The journal of adhesive dentistry. 2012;14(1):7-10.

2. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. Journal of Biomedical Materials Research. 1982;16(3):265-73.

3. Fadhil NH, Abeer Ghalib AK, El-sahib Najim B, Abdulazeezb MI. Evaluation of Marginal and Internal Adaptation of CAD/CAM and Pressable Ceramic Veneers of Different Preparation Designs Using Silicone Replica Technique: (A Comparative in Vitro Study). International Journal of Science and Research. 2017;6(8):2222-7.

4. Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. J Prosthodont Res. 2016;60(2):72-84.

5. Alharbi N, Wismeijer D, Osman R. Additive Manufacturing Techniques in Prosthodontics: Where Do We Currently Stand? A Critical Review. The International Journal of Prosthodontics. 2017;30(5):474-84.

6. Driscoll CF, Freilich MA, Guckes AD, Knoernschild KL, McGarry TJ, Goldstein G, et al. The Glossary of Prosthodontic Terms. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2017;117(5):C1-e105.

7. Harpreet Singh MK JSD, Jagvinder Singh Mann. Evolution of Restorative Dentistry from Past to Present. Journal of Dental Sciences. 2017;9(1):38-43.

8. Simonsen R, Calamia J. Tensile Bond Strengths of Etched Porcelain Journal of Dental Research. 1983;62(2):162-305.

9. Calamia JR. Etched porcelain facial veneers: a new treatment modality based on scientific and clinical evidence. N Y J Dent. 1983;53(6):255-9.

10. Conrad HJ, Seong W-J, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. The Journal of prosthetic dentistry. 2007;98(5):389-404.

11. Liu M, Gai K, Chen J, Jiang L. Comparison of Failure and Complication Risks of Porcelain Laminate and Indirect Resin Veneer Restorations: A Meta-Analysis. Int J Prosthodont. 2019;32(1):59-65.

12. Andersen UV, Pedersen DB, Hansen HN, Nielsen JS. In-process 3D geometry reconstruction of objects produced by direct light projection. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2013;68(1-4):565-73.

13. Devices CoDMa. Revised American National Standards Institute/American Dental Association Specification No. 8 For Zinc Phosphate Cement. The Journal of the American Dental Association. 1978;96(1):121-3.