

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Odontología
Escuela de Estudios de Posgrado
Maestría en Rehabilitación Oral



TESIS DE POSGRADO

Análisis de la resistencia a la fractura en restauraciones parciales adhesivas posteriores de resina compuesta, disilicato de litio y cerámicas híbridas elaboradas en laboratorios de Guatemala.

Gustavo Adolfo De la Roca García
AUTOR

Dr. Juan Antonio Martínez
ASESOR

Dr. Juan Antonio Martínez
COORDINADOR DE MAESTRÍA

Dr. Bienvenido Argueta
Dr. Danilo Morales
REVISORES

Dr. Carlos Alvarado Barrios
DIRECTOR ESCUELA DE POSGRADO

ÍNDICE

SUMARIO.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. JUSTIFICACIÓN.....	7
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
3.1. Formulación del problema.....	9
4. MARCO TEÓRICO.....	10
4.1. Antecedentes.....	10
4.2 Clasificación de las restauraciones parciales posteriores indirectas adhesivas.....	12
4.3 Situaciones clínicas en las que se indica la realización de restauraciones posteriores.....	13
4.4. Diseño de las preparaciones.....	15
4.5. Tipos de preparaciones generales.....	16
4.6. Tipos de preparación en caras interproximal mesial y distal.....	20
4.7. Preparación oclusal.....	22
4.8. Terminado de las preparaciones.....	23
4.9. Resumen y sistematización.....	23
4.10. Biomecánica de las piezas dentales posteriores.....	24
4.11. Técnicas para elaborar restauraciones parciales adhesivas posteriores.....	24
4.12. Toma de impresión.....	28
4.13. Materiales utilizados para realizar restauraciones parciales posteriores adhesivas	33
4.14. Longevidad y supervivencia de las resinas compuestas, las cerámicas y las cerámicas híbridas.....	43
4.15. Protocolos de adhesión.....	47
5. OBJETIVOS.....	50
5.1. Objetivo general.....	50
5.2. Objetivos específicos.....	50
6. HIPÓTESIS.....	51
7. VARIABLES.....	52
7.1 Variables independientes.....	52
7.2 Variables dependientes.....	53
8. MATERIALES Y MÉTODOS.....	55
8.1. Tipo de estudio.....	55
8.2. Población.....	55
8.3. Criterios de inclusión y exclusión.....	56

8.4. Consideraciones bioéticas del estudio.....	57
8.5. Método.....	57
9. RESULTADOS.....	59
9.1. Distribución de la muestra según laboratorio dental y material restaurador utilizado	59
9.2. Comparación de los resultados de resistencia a la fractura y obtención de las muestras y desviaciones estándar según laboratorio dental estudiado y material restaurador utilizado.....	59
9.3. Resultados de resistencia a la fractura obtenidos en el laboratorio A en restauraciones de disilicato de litio, resina compuesta y cerámicas híbridas.....	61
9.4. Resultados de resistencia a la fractura obtenidos en el laboratorio B en restauraciones de disilicato de litio, resina compuesta y cerámicas híbridas.....	63
9.5. Resultados de resistencia a la fractura obtenidos en el laboratorio C en restauraciones de disilicato de litio, resina compuesta y cerámicas híbridas.....	65
10. DISCUSIÓN.....	69
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
11.1. Conclusiones.....	72
11.2. Recomendaciones.....	73
12. RECURSOS Y TIEMPO.....	74
12.1. Recursos y materiales.....	74
12.2. Análisis de datos.....	74
12.3. Cronograma y tiempo de trabajo.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
13. ANEXO I.....	80

SUMARIO

El objetivo fue evaluar in vitro la resistencia a la fractura de los siguientes materiales: disilicato de litio, resina compuesta, cerámicas híbridas. Se prepararon 45 cavidades para restauraciones parciales adhesiva posteriores clases I, se realizó la impresión de forma digital por medio de un Scanner intraoral Medit i600. Se designaron tres laboratorios dentales de Guatemala para la elaboración de dichas restauraciones. La asignación de las restauraciones se realizó de una forma aleatoria: 15 para cada laboratorio, siendo estas: 5 de resina compuesta, 5 de disilicato de litio y 5 de cerámicas híbridas. Todas las restauraciones fueron realizadas con un grosor de 2 mm. Las restauraciones fueron cementadas de forma adhesiva y sometidas a pruebas de presión de resistencia a la fractura por una máquina de pruebas universal. Según el análisis de ANOVA, se obtuvo un valor de p 0.734 para disilicato de litio, p 0.7748 para resinas compuestas y p 0.641 para cerámicas híbridas, lo que demostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres materiales, en los tres laboratorios estudiados. La mayor resistencia a la fractura que se obtuvo de los tres materiales fue para el disilicato de litio (1259.65 N) y el material con resistencia a la fractura mas baja fue la resina compuesta (919.63 N). Las restauraciones parciales adhesivas posteriores clases I de disilicato de litio, cerámicas híbridas y resina compuesta con un grosor de 2 mm obtuvieron una resistencia a la fractura similar a las reportadas por la literatura internacional.

1. INTRODUCCIÓN

Las restauraciones parciales adhesivas en el sector posterior son utilizadas cada vez con mayor frecuencia. Se ha definido la restauración parcial adhesiva como una restauración parcial de la corona que puede ser realizada de resina compuesta o cerámica, que debe de asentarse de forma pasiva sobre una cavidad y cementarse con adhesivo. (1)

Desde 1960 se reporta el uso de diferentes tipos de materiales para la realización de restauraciones parciales adhesivas posteriores, lo que ofrece una alta gama de opciones para determinar qué material utilizar dependiendo de sus características, como el método de elaboración, la durabilidad, la estética, el costo, la resistencia a la flexión y a la fractura, la indicación clínica y los grosores mínimos recomendados por los estudios científicos realizados previamente para los diferentes tipos de materiales.

Históricamente, a ojos del paciente, la responsabilidad por el fracaso del tratamiento recae en el odontólogo, por no determinar el material adecuado a utilizar así como no preparar adecuadamente la pieza dental para obtener un grosor adecuado para la restauración. Sin embargo, en Guatemala no se ha estudiado la injerencia que tienen los laboratorios dentales locales en la elaboración de las restauraciones. Siendo estos los responsables de la manipulación primaria de los materiales, es pertinente analizar su grado de calidad como un factor determinante para el éxito de las restauraciones.

Los materiales que se utilizan actualmente en Guatemala son cinco: resina compuesta, disilicato de litio, resinas de laboratorio, zirconia y cerámicas híbridas. La elección de uno u otro dependerá de factores como, el estético y el económico.

Los materiales mencionados se presentan en forma de bloques de diferentes colores, unos monolitos y otra multicapa. Estos últimos se fabrican por medio de un proceso que le proporciona color homogéneo a la pieza. En función de los requisitos particulares del caso, el profesional determinará el tipo de material que utilizará. Por ejemplo, para la técnica CAD/CAM se emplean bloques de cerámica de disilicato de litio, resina, cerámicas híbridas y óxido de circonio de alta resistencia.

La literatura, de fuentes extranjeras --ya que Guatemala no registra estas estadísticas-- reporta un 95% de éxito en 11 años de estudios en la colocación de restauraciones parciales adhesivas. Sin embargo, sin una adecuada inspección de la materia prima que las compone, hablar de esta tasa de éxito en Guatemala resulta inexacto, pues los resultados están estrictamente ligados a la calidad del producto.

La tasa de éxito de este tipo de restauraciones depende de un conglomerado de factores, entre los cuales se encuentran:

- un buen diagnóstico del tratamiento a realizar
- la planificación correcta de la preparación cavitaria para determinar qué cúspide será recubierta
- el desgaste adecuado en la preparación dentaria para el material con el que será restaurada la pieza dental
- la selección adecuada del material restaurador a utilizar
- la toma correcta de la impresión
- la implementación de técnicas adecuadas de los procesos de laboratorio para la elaboración de la restauración
- la utilización del material requerido por el clínico por parte del laboratorio
- la utilización por parte del laboratorio dental de materiales que cumplan con todos los estándares de calidad requeridos
- la adecuada cementación seleccionando el sistema adhesivo conveniente para el material seleccionado en la restauración
- la oclusión apropiada
- las citas periódicas de mantenimiento (se recomienda como mínimo cada seis meses para reevaluar el tratamiento y su perfecto funcionamiento)

La presente investigación centrará sus esfuerzos en el factor de resistencia a la fractura de los materiales utilizados para las restauraciones parciales adhesivas posteriores en Guatemala.

2. JUSTIFICACIÓN

Evaluar la calidad de la materia prima utilizada por los laboratorios en la confección de restauraciones parciales indirectas posteriores y verificar el cumplimiento de los lineamientos mínimos y comprobados científicamente que tiene cada uno de los materiales en relación a la resistencia a la fractura.

Dentro de la variedad de restauraciones adhesivas posteriores que podemos realizar en los tratamientos odontológicos existen tres: las directas, las indirectas y las semidirectas. Las directas son aquellas que se realizan enteramente en la clínica dental, desde la cavidad, el acondicionamiento de esta con un sistema adhesivo, hasta la obturación con un material restaurador, como ionómero de vidrio reforzado con resina o la resina compuesta. Las indirectas implican, por un lado, la realización de la cavidad y, por el otro, su impresión definitiva con un material --como el polivinil siloxano o el poliéter-- o por un medio digital como el escáner intraoral. Dicha impresión se envía al laboratorio, donde según el material y la técnica solicitados se elaborará la restauración para su posterior aplicación en boca. Por último, las semidirectas se caracterizan por realizarse parte en boca y parte fuera de ella, utilizando en clínica procedimientos de laboratorio para obtener óptimos resultados estéticos y oclusales de la restauración.

En este estudio nos ocupan las segundas, que se indican en los siguientes casos: (1)

- En restauraciones clases II amplias con recubrimiento cuspidado
- En restauraciones con una gran cantidad de superficie oclusal comprometida por el desgaste o la biocorrosión
- Cuando se requiere restablecer o incrementar la dimensión vertical
- Cuando tenemos la necesidad de realizar múltiples restauraciones en distintos cuadrantes modificando la oclusión del paciente

A su vez, emplear restauraciones adhesivas indirectas conlleva las siguientes ventajas:

- Crear una anatomía ideal en las superficies oclusales

- Lograr un excelente control de los puntos de contacto interproximal y de los perfiles de emergencia de las restauraciones
- La posibilidad de evaluar la oclusión en un articulador
- Disminuir considerablemente la contracción por fotocurado, logrando así un mejor sellado marginal de la restauración
- Permite la utilización de una variedad de materiales dependiendo de las indicaciones que amerite el caso
- Reducir el tiempo de trabajo en la clínica

Sin embargo, resulta necesario evaluar la calidad de la materia prima utilizada por los laboratorios en la confección de las restauraciones, a fin de determinar si cumplen con los lineamientos mínimos y comprobados científicamente que tiene cada una en relación con la resistencia a la fractura. Entre los aspectos involucrados en la calidad de la restauración se encuentran las fechas de vencimiento de los materiales, si los materiales que se utilizan son de una marca certificada, si el material utilizado es el solicitado por el odontólogo, su adecuada manipulación en laboratorio, entre otros.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un control preciso de los materiales utilizados por los laboratorios facilitará a la comunidad de profesionales tener la certeza, el control y la tranquilidad de que los materiales que se aplican en los pacientes cumplen con los parámetros de resistencia a la fractura descritos en la literatura y contribuyen a la tasa de éxito esperada.

Actualmente no existen entes gubernamentales destinados al control ni métodos estandarizados para comprobar la calidad del material recibido. La verificación queda a criterio del profesional, que, según cuál sea la confección requerida, puede realizar una comprobación a través de radiografías (para verificar si el material es zirconia, resina o cerámica) o solicitando al laboratorio los cubos o los discos que utilizaron para realizarla (en caso de una restauración fresada). Si la pieza está confeccionada de resinas, la comprobación es sensorial a partir del aspecto que presente. En todo caso, los métodos brindan una aproximación no exhaustiva.

3.1. Formulación del problema

A partir de lo expuesto, cabe indagar: ¿cuáles son los niveles de calidad de los materiales dentales (resina compuesta, cerámicas híbridas y disilicato de litio) utilizados por los laboratorios de Guatemala para realizar restauraciones parciales adhesivas en el sector posterior?

A fin de dar respuesta a esta pregunta, se analizará la resistencia a la fractura de los materiales que utilizan (resina compuesta, disilicato de litio y cerámicas híbridas) los tres principales laboratorios dentales de Guatemala.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes

Las restauraciones parciales indirectas en el sector posterior son casi tan antiguas como la Odontología. Los inlays y onlays de oro han sido usados durante décadas y han demostrado ser extremadamente fiables con altos porcentajes de supervivencia tras varias décadas de servicio. Pero a lo largo de los años el material ha perdido casi todos sus adeptos: los pacientes no querían oro en sus bocas y los dentistas encontraron más sencillo y menos exigente el tallado de coronas de recubrimiento total, y tanto clínicos como técnicos comenzaron a olvidar la artesanía relativa a este tipo de restauración. (2)

El interés por las restauraciones parciales adhesivas posteriores continuó vigente. La literatura reporta que en 1856 se utilizaron restauraciones parciales posteriores prefabricadas de cerámica como obturaciones estéticas en el sector posterior, las cuales eran selladas con láminas de oro. (1)

En 1888, Lang introdujo las primeras restauraciones parciales posteriores de cerámica cocida sobre láminas de platino. (1)

En 1891, en Alemania, Herbst fue el primero en introducir en la literatura dental el término de restauraciones parciales posteriores de cerámica. (1)

Ya en nuestro siglo, en el año 2016, Simsek y Derelioglu realizaron un estudio *in vitro* que analizó la resistencia a la fractura en restauraciones parciales adhesivas realizadas con el sistema de restauración directa (Gradia composita directa), sistema de restauración indirecta (Gradia composita indirecta) y sistema CAD-CAM (Vita Enamic Block). La muestra utilizada en este estudio fue de 48 restauraciones parciales adhesivas posteriores clases II MOD. Todas las restauraciones fueron cementadas con adhesivo 3M Espe, RelyX Unicem Aplicap. La prueba de resistencia a la fractura fue realizada por una máquina de ensayo universal INSTRON modelo 2710-003. Los datos obtenidos del estudio fueron analizados mediante

ANOVA. Los resultados arrojaron que no hubo diferencia significativa en la resistencia a la fractura entre Vita Enamic Blok y Gradia composita indirecta, ya que el valor fue de ($p > 0,05$); en cambio, el grupo de Gradia composita directa sí evidenció diferencias estadísticamente significativas, con un valor de $p 0,001$. (3)

En 2018, Altier y colaboradores realizaron un estudio de resistencia a la fractura y modos de falla en 10 endocrowns de disilicato de litio (IPS e.max press), 10 endocrowns de composita indirecta (Gradia) y 10 endocrowns de composita indirecta (Solidex). Efectuaron las pruebas de resistencia a la fractura con una máquina de ensayo universal INSTRON y analizaron los datos mediante ANOVA. En este estudio se obtuvo como resultado que las restauraciones de disilicato de litio exhibieron una mayor resistencia a la fractura, con un valor de ($p < 0,05$), mostrando una diferencia estadísticamente significativa en comparación con los dos grupos de composita indirecta --que no reportaron diferencias estadísticamente significativas entre sí--, con valores de ($p > 0,05$). Sin embargo, los materiales composita indirecta mostraron fracasos más favorables con respecto a las realizadas de disilicato de litio. (4)

También en 2018, J. P. Andrade y colaboradores reportaron un estudio con el objetivo de estudiar la resistencia a la fractura de carillas oclusales realizadas por el método CAD-CAM con grosores entre 0,6 y 1,5 mm. La investigación contó con una muestra de 60 piezas dentales y fueron estudiados tres materiales diferentes: IPS e.max CAD, Vita Enamic y Lava Ultimate. Las restauraciones fueron cementadas con adhesivo y sometidas a pruebas de resistencia a la fractura por medio de una máquina de ensayo universal INSTRON, y los datos, analizados mediante ANOVA. Los resultados determinaron que la restauración IPS e.max CAD de 1,5 mm de grosor obtuvo una resistencia a la fractura mayor que los otros dos materiales que se estudiaron, con un valor de ($p < 0,027$), demostrando así diferencias estadísticamente significativas entre IPS e.max con respecto a Vita Enamic y Lava Ultimate. En el caso de estos últimos dos productos, el valor obtenido fue de ($p > 0,550$), lo que significa que no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la resistencia a la fractura entre Vita Enamic y Lava Ultimate. (5)

Taha y colaboradores, en 2018, realizaron un estudio *in vitro* de resistencia a la fractura en endocrowns utilizando cuatro materiales distintos: disilicato de litio, cerámicas poliméricas infiltradas, silicato de litio reforzado con zirconia y resina nanocerámica. La muestra fue de

40 restauraciones, las cuales fueron adheridas con adhesivo a piezas dentarias permanentes. Se sometieron las restauraciones a pruebas de resistencia a la fractura por medio de una máquina de ensayo universal INSTRON, y los resultados fueron analizados mediante ANOVA. Las nanocerámicas de resina y el disilicato de litio mostraron los valores más altos de resistencia a la fractura, seguidos por las cerámicas infiltradas con polímeros. (6)

Los conceptos de adhesión y cementación adhesiva comenzaron a dominar la Odontología conservadora, una vez que los problemas iniciales asociados a los adhesivos y a las resinas compuestas, como la microfiltración, la poca estabilidad del color o la escasa resistencia a la abrasión y a la fatiga fueron solucionados. (2)

La consolidación de los procedimientos adhesivos y su alta predictibilidad permiten al clínico ser más conservador a la hora de restaurar la estética y la función, así como de conseguir un sellado marginal de gran calidad en las restauraciones. (7)

Actualmente, las restauraciones de recubrimiento parcial indirectas en sectores posteriores se pueden realizar de composita o cerámicas y asientan de forma pasiva sobre una cavidad previamente preparada, al cementarlas a la estructura dental remanente mediante procedimientos adhesivos. (7)

4.2 Clasificación de las restauraciones parciales posteriores indirectas adhesivas

Existen diferentes diseños en este tipo de restauraciones, que se pueden clasificar en función de qué partes de la pieza dental recubren:

- Inlays: restauraciones sin recubrimiento cuspidéo (7)
- Onlays: aquellas que cubren una o varias cúspides (7)
- Overlays: las que cubren toda la superficie oclusal (7)

- Vaneerlays: overlays que también recubren toda la superficie vestibular (7)
- Tabletops: restauraciones que se realizan sin preparación, sobre la cara oclusal, con el fin de devolver la anatomía o incrementar la altura de la pieza dental (7)

4.3 Situaciones clínicas en las que se indica la realización de restauraciones posteriores

Los casos clínicos en los que se indica la realización de restauraciones posteriores son:

Cuando se necesita reemplazar una incrustación previa porque ya ha fracasado, bien por desadaptación, filtración marginal o por caries secundaria. Si la estructura dental remanente lo permite, realizar una nueva restauración indirecta puede ser una buena opción. (7) Las estructuras a evaluar son: las crestas marginales, el techo de la cámara pulpar y las cúspides. (8)

Presencia de cavidades clase II en las que la amplitud de las paredes de la caja proximal dificulta la adaptación de la matrix, así como la manipulación adecuada de la resina para conseguir un adecuado perfil de emergencia y un buen punto de contacto. (7)

Cuando la amplitud y expulsividad de las cavidades en la zona proximal hacen que disminuya el grosor de las paredes remanentes, pudiendo aparecer fracturas en estas. Cuanto más aumenta el tamaño de las cajas proximales, mayor es el riesgo de fracaso de la restauración por filtración, descementación o fractura. (7)

Cuando el tamaño de las cavidades en zonas distales de la arcada es amplio y estas sufren elevadas cargas oclusales, lo que causa mayor riesgo de fractura. La pérdida de las crestas marginales provoca la flexión cuspeada, que es mucho mayor aún si se pierde la cresta marginal distal. (7) Las crestas marginales son la región anatómica de la pieza dentaria que le provee más rigidez a esta.

Cuando una pieza dental pierde las crestas marginales mesial y distal y la superficie oclusal, lo que puede reducir hasta un 63% la rigidez cuspídea, hecho que está directamente relacionado con la pérdida de la integridad de las crestas marginales, lo que conlleva una reducción de 54% en la resistencia a la fractura. (7)

Marco Veneziani menciona que las paredes vestibular, lingual o palatina deben tener un grosor igual o mayor a 2 mm para piezas vitales e igual o mayor a 3 mm para piezas no vitales. De no contar con este grosor, las piezas dentales sufren altas posibilidades de fracturarse debido a las cargas oclusales y debe de planificarse una cavidad en la cual se recubran las cúspides. En relación con esto, Dietschi y Spreafico sugieren que el istmo central de la restauración tenga un grosor de 2 mm como mínimo para obtener una buena resistencia a la fractura después de que la restauración es cementada. (7,8,9)

Ante la ausencia de una o más cúspides en un premolar o molar, dado que las cúspides no funcionales se fracturan con mayor frecuencia (vestibulares superiores y linguales inferiores). (7)

Cuando la terminación cervical de la caja proximal es yuxtagingival, ya que es complejo conseguir una restauración directa con buena adaptación marginal, un correcto perfil de emergencia, y un adecuado punto de contacto. (7)

Ante la presencia de un grado de destrucción coronaria que no permite la restauración del diente con otros procedimientos indirectos, bien por ausencia de paredes axiales, por ausencia de efecto de férula, o por ser un diente vital en el que no se puede colocar un poste intrarradicular. En estos casos, las restauraciones parciales indirectas pueden convertirse en la única opción conservadora de tratamiento, aprovechando todas las superficies dentarias remanentes para adherir la restauración con la mayor superficie de contacto posible y devolviendo la función y la estética. (7)

Ante piezas dentales que tengan fisuras en esmalte y dentina que estén vitales y requieran de un recubrimiento cuspídeo. (7)

En el caso de piezas dentales tratadas previamente con tratamientos de endodoncia, piezas dentales que presentan anomalías de forma o tamaño, o por la presencia de algún diente temporal por agenesia del definitivo. (7)

Cuando es necesario modificar la morfología y posición de uno o varios dientes con el fin de darles contacto oclusal o de cambiar su aspecto estético, y en los casos en los que no se pueda o el paciente no quiera mover los dientes con tratamiento de ortodoncia. (7)

En rehabilitaciones orales: las restauraciones parciales indirectas permiten el diseño preoperatorio del esquema oclusal por medio del encerado manual o digital, con lo que se puede conseguir un buen manejo de la dimensión vertical, así como de la oclusión estática y dinámica. (7)

En presencia de múltiples cavidades en el mismo cuadrante en las que no se pueda realizar una restauración directa, incluso si las inlays no son la primera elección en el plan de tratamiento. (8)

4.4. Diseño de las preparaciones

Un exhaustivo diagnóstico de caries dental es indispensable para realizar un diseño apropiado de las preparaciones dentarias, las cuales deben de estar libres de caries dental y no presentar ninguna restauración previa. (8)

Veneziani sostiene que realizar un diseño de preparaciones guiándonos por la anatomía de las piezas dentales nos dará como resultado los siguientes aspectos clínicos favorables : 1) mejora en los niveles de adhesión gracias a la exposición de los prismas de esmalte y al aumento de la superficie de esmalte; 2) preservación de más cantidad de tejido dentario; 3) minimización de la cantidad de dentina; y 4) mejora de la interfase diente-restauración, optimizando así la estética del tratamiento. (9)

El diseño de las preparaciones puede ser variado y va a depender de las necesidades que presente cada caso, sin embargo, hay ciertas reglas a tener en cuenta. En primer lugar,

procurar la ausencia de socavados a fin de obtener un buen eje de inserción de la restauración. Los socavados pueden evitarse realizando un build-up (reconstrucción de tejido perdido), que ayuda a conservar más tejido dentario. (8)

En segundo lugar, realizar las preparaciones dentarias con contornos internos redondeados para evitar zonas de fricción que puedan desplazar las restauraciones, evitar la reproducción adecuada de las esquinas en los modelos de yeso y evitar superficies agudas que interfieran con la adecuada eliminación de los excesos de cemento. (8)

En tercer lugar, reservar tejidos favorables para la adhesión: contar con los tejidos adecuados para la adhesión es importante para el éxito de la restauración a largo plazo. Es de suma importancia dejar el margen de la preparación en esmalte ya que es el tejido dentario más predecible y estable para la adhesión, seguido de la dentina y de la resina para reconstrucción. (8)

4.5. Tipos de preparaciones generales

Se pueden aplicar tres tipos de preparaciones para las restauraciones con recubrimiento cuspídeo y sin recubrimiento cuspídeo: Butt Joint, preparación en bisel y preparación en Hombro. (4)

4.5.1. Preparación en Butt Joint

Sigue principalmente la inclinación del plano oclusal; los márgenes periféricos bucal y lingual tienen un diseño más horizontal. En esta técnica la reducción oclusal está calibrada por la utilización de fresas que marcan la profundidad requerida en la preparación. (8) Las situaciones clínicas en las que se indican las preparaciones Butt Joint son:

- Piezas que necesitan reducción cuspídea para que los dientes sean protegidos de las cargas oclusales
- Fracturas de cúspides en el tercio medio y oclusal

- Presencia de fuertes abrasiones o erosiones en la superficie oclusal con la posibilidad de aumentar la dimensión vertical

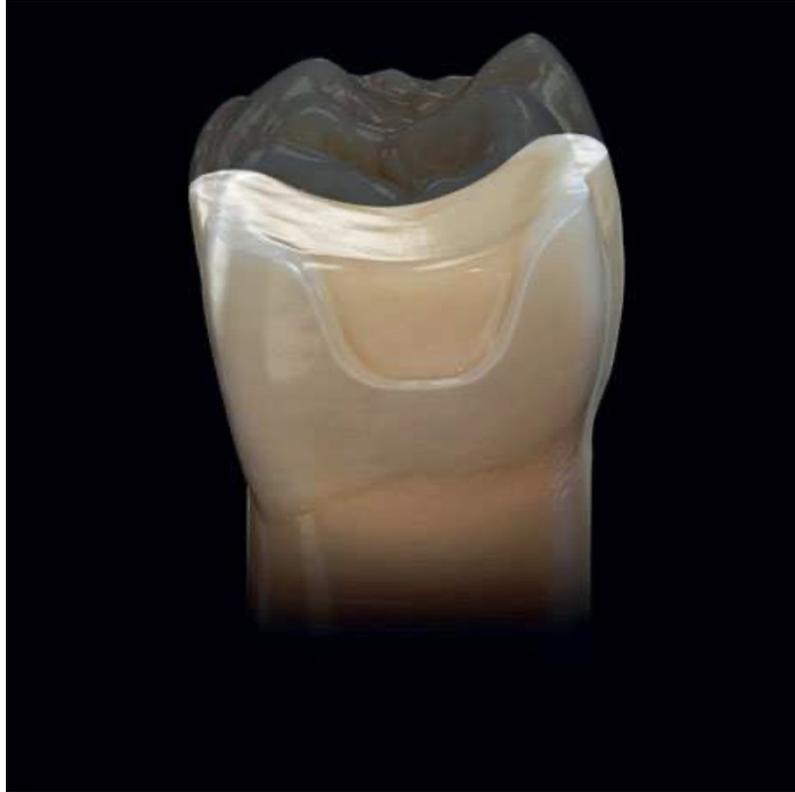


Figura 1: Preparación en Butt Joint (4)

4.5.2. Preparación en bisel

Se realiza un bisel inclinado a 45° o más. Generalmente está en la cara bucal, pero puede presentarse en la pared lingual y en toda su circunferencia. (8)

Situaciones clínicas en las que se indican las preparaciones en bisel:

- Cuando por requerimiento estético se necesite una integración diente-restauración más gradual
- Para la obtención de mayor cantidad de esmalte expuesto, por ejemplo, en casos en los cuales tenemos una pérdida considerable de tejido remanente en las piezas dentales, lo que mejora el éxito y la longevidad de la cementación adhesiva
- Cuando se requiera crear más espacio para la restauración a nivel periférico (8)

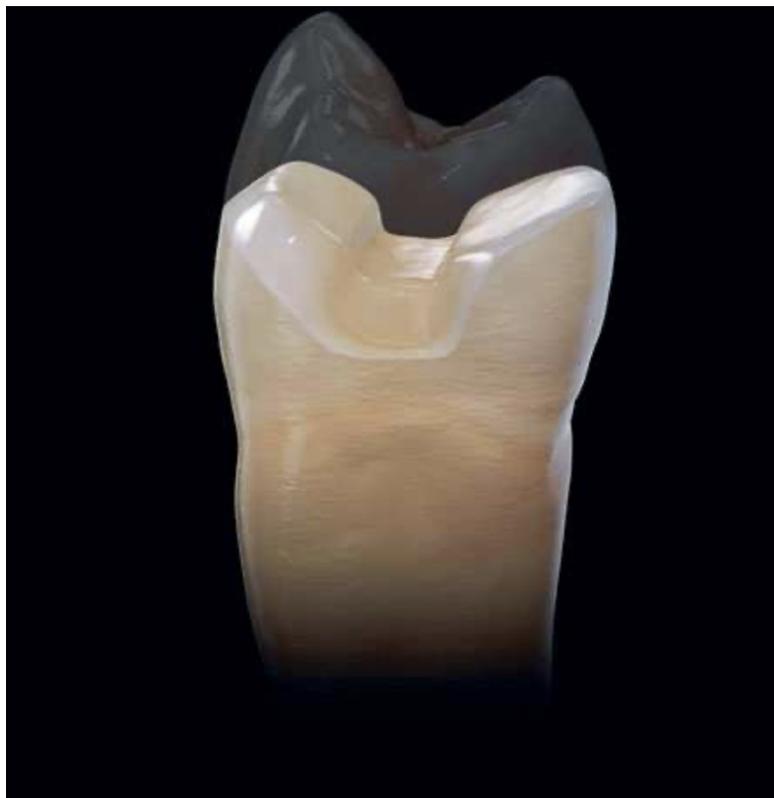


Figura 2: Preparación en bisel (4)

4.5.3. Preparación en hombro

Se caracteriza por la presencia de un hombro redondeado en la periferia de la preparación. El grosor del hombro es de 1 mm, permitiendo así exponer una cantidad mayor de esmalte y mejorando los procedimientos de cementación adhesiva.

Situaciones clínicas en las que se indican las preparaciones en hombro:

- Fractura de cúspide a nivel del tercio cervical y medio
- Cuando se requiere una mayor protección de la estructura en el recubrimiento cuspeo (8)



Figura 3: Preparación en hombro (4)

4.6. Tipos de preparación en caras interproximal mesial y distal

Existen tres tipos de abordajes para las terminaciones interproximales: preparación de caja interproximal, bisel y preservación de la cresta: a continuación se desarrollan cada uno de ellos.

Preparación de caja interproximal: está representada por un hombro redondeado que generalmente es de 1 mm de grosor. Este hombro se forma naturalmente en el momento de eliminar la caries en la cara interproximal de la pieza dental. (8)



Figura 4: Preparación de caja interproximal. (8)

Bisel: es una preparación menos invasiva que la preparación de caja interproximal, la cual es profunda a nivel cervical. Esta preparación está indicada cuando es necesario realizar una restauración extensa en la zona interproximal. Presenta la exposición de una buena cantidad de esmalte, lo cual optimiza el proceso de cementación adhesiva. (7)



Figura 5: Preparación en bisel. (8)

Preservación de la cresta: presenta dos modalidades, en una la cresta permanece íntegra (figura 6) y en la otra requiere un pequeño desgaste y el recubrimiento de esta (figura 7). En piezas no vitales se puede preservar la cresta y cubrir las cúspides como un diseño adecuado de la preparación dentaria en la cual preservamos tejido dentario y protegemos la estructura cuspidea. (8)



Figura 6: Preparación con cresta íntegra.
(8)



Figura 7: Preparación de la cresta con desgaste y recubrimiento. (8)

4.7. Preparación oclusal

El primer paso para una preparación oclusal es realizar surcos para determinar la altura de la preparación. Esto se realiza con fresas redondas de diamante. Luego se regula la superficie oclusal utilizando fresas de diamante grano medio. (8) La preparación oclusal va a depender de cuatro aspectos: el material con el que se va a restaurar la pieza dental para saber el grosor mínimo de la restauración, la cantidad de tejido de soporte con el cual cuenta el esmalte, el grosor de las cúspides para determinar su reducción o si son capaces de soportar las cargas oclusales y la identificación de las cargas oclusales funcionales durante la masticación. (9)

La profundidad de la cavidad va a ser determinada según el material a utilizar en la restauración. Para restauraciones de resina, el grosor adecuado es entre 1 y 1,5 mm, para

restauraciones monolíticas de materiales cerámicos, como el disilicato de litio y las cerámicas híbridas, un espesor de 1 o 1,5 mm, y para restauraciones feldespáticas, de 2 a 2,5 mm. (8,9)

4.8. Terminado de las preparaciones

Una vez definida la forma de la cavidad, se puede hacer un acabado de la preparación con una fresa de grano fino (46 μm). Con el acabado definitivo necesitamos que las superficies sean planas. Esta parte del acabado se puede realizar con instrumentos manuales como cincel o con instrumentos rotatorios de diamante como fresas de grano extra fino (25 μm). Se deja a consideración del clínico la utilización o no de pulidores. (8)

4.9. Resumen y sistematización

Veneziani menciona una serie de pasos clínicos ordenados cronológicamente de la siguiente manera: (9)

1. Realizar la cavidad, eliminando caries y restauraciones previas
2. Calibrar el grosor del tejido remanente y de soporte
3. Elaborar un núcleo de resina para reconstruir el tejido perdido. Rellenar los socavados realizados por la eliminación de caries, realizar el sellado dentinario inmediato para optimizar la adhesión y realizar cualquier tipo de reconstrucción necesaria, como la elevación del margen gingival
4. Luego de la reconstrucción es necesario realizar la cavidad dental en base a la morfología dental
5. Efectuar la toma de impresión análoga con un material elastómero, o bien una impresión digital por medio de un escáner intraoral
6. Seleccionar el material para la elaboración de la restauración (cerámica, resina compuesta o cerámica híbrida) la cual puede ser realizada en el consultorio dental o por medio del laboratorio
7. Realizar prueba en boca de la restauración para revisar su adaptación a la pieza dental a restaurar

8. Proceder a realizar un aislamiento relativo o total de la pieza a restaurar para luego aplicar la restauración con el protocolo adhesivo seleccionado
9. Realizar el acabado, pulido y terminado de la restauración

4.10. Biomecánica de las piezas dentales posteriores

Dentro de las funciones de las piezas dentarias posteriores está la de proteger a las piezas dentales anteriores, ya que las primeras soportan cargas verticales compresivas más grandes que las segundas. A su vez, las piezas dentales anteriores protegen a las posteriores de las fuerzas de tracción gracias a los mecanismos de desoclusión que se dan en los movimientos excéntricos de lateralidades y protrusión, lo que produce una oclusión mutuamente protegida. (10)

Las piezas dentales posteriores tienen características anatómicas que les permiten soportar grandes cargas oclusales en el sector posterior: son más anchas, son multirradiculares, tienen cúspides menos pronunciadas, y la distribución distinta de los tejidos dentales esmalte (tejido altamente rígido y quebradizo) y dentina (tejido elástico) al nivel de la unión amelodentinaria les da a las piezas la capacidad de soportar cargas en el sector posterior. (10)

La unión amelodentinaria es una estructura que tiene como característica ser una interfaz que une y acopla de una forma gradual el esmalte y la dentina. Posee menor mineralización que el esmalte, lo cual le provee la capacidad de tener una deformación gradual de forma transitoria, dependiendo de las fuerzas a las que sea sometida. (10)

4.11. Técnicas para elaborar restauraciones parciales adhesivas posteriores

Las restauraciones parciales adhesivas posteriores tienen varios tipos elaboración, dependiendo del material a utilizar:

- Resinas compuestas: técnica manual, impresión 3D, CAD/CAM (fresada)
- Disilicato de litio: técnica prensada, CAD/CAM (fresado)

- Cerámicas híbridas: CAD/CAM (fresadas)
- Zirconia: CAD/CAM (fresado)

A continuación se describirán cada una de las técnicas con las cuales son elaboradas las restauraciones parciales adhesivas posteriores.

4.11.1. Técnica manual semidirecta

Para esta técnica se efectúa la cavidad de la restauración a realizar en la pieza dental indicada, luego se toma una impresión de la preparación con silicona por adición, y se realiza un modelo en clínica con silicona con dos viscosidades: pesada y liviana. Ya con este modelo se elabora a mano alzada la restauración, colocando incrementos de diferentes tonalidades, según lo que amerite el caso, sobre el modelo que se realizó, para luego cementar la restauración parcial adhesiva en la pieza dental que corresponda.

Existe descrita otra variante a esta técnica, en la cual se realiza la reconstrucción de la restauración directamente sobre el diente con la ayuda de una matriz que se coloca en la pieza y permite realizar la restauración, posterior a que esta haya sido aislada previamente. Una vez completada la restauración se puede sacar de la boca para realizar los ajustes finales de los márgenes y los puntos de contacto interproximales. Por último, la restauración es cementada en boca. (11)

4.11.2. Técnica manual indirecta

Para la técnica manual indirecta se realiza la cavidad en la pieza dental. Luego se procede a tomar la impresión de la restauración en boca, utilizando silicona por adición. Las restauraciones se producen en el laboratorio sobre muñones de piedra dental previamente troquelados, los cuales son obtenidos de la impresión realizada. Las restauraciones son confeccionadas por medio de incrementos de resina microhíbrida o de laboratorio, tanto para dentina como para esmalte. Estos incrementos son fotocurados por medio de una lámpara de fotocurado a una intensidad de luz entre 470 nm y 750 nm durante 20 segundos. Seguido

de un tratamiento de post-curado con calor (a 110°C) y luz. Ya terminado el procedimiento, dicha restauración está lista para ser cementada en la cavidad realizada. (11)

4.11.3. Impresión 3D

La impresión 3D es un proceso aditivo que se construye con la aplicación secuencial de finas capas de material. La resolución de la impresora está determinada por el grosor de la capa. (12)

Para esta técnica se requieren de tres pasos fundamentales: la digitalización de un objetivo a través de un escáner intraoral, la edición de los datos adquiridos mediante un software de diseño y la tecnología de fabricación por medio de una impresora para transformar los datos finales en un producto final. (12)

4.11.4. Técnica disilicato de litio prensado (e.max Press LT)

Para esta técnica se fabrica un modelo de trabajo con muñones seccionados mayores y menores. Es recomendable aplicar un sellador para endurecer la superficie y proteger el muñón de piedra dental. Se fabrica un encerado completamente anatómico y funcional para la técnica de maquillaje. Se recomienda colocar canales de inyección siempre en dirección de flujo de la cerámica y en el punto más grueso, de forma que se consiga que la cerámica viscosa fluya sin interferencias. Se recomienda pesar la cera para determinar cuántas pastillas de disilicato de litio se utilizarán para la elaboración de la restauración. Se procede a remover el cilindro de silicona una vez pasado el tiempo de fraguado del revestimiento. Se realiza el precalentamiento en el horno de cocción de porcelana a la temperatura indicada por el fabricante para posteriormente realizar el procedimiento de inyección, en el cual se saca el revestimiento del horno durante no más de un minuto para que no se enfríe. Se introducen las pastillas de disilicato de litio en el canal de inyección, para luego llevar el cilindro al centro del horno seleccionando el programa de inyección de acuerdo al tamaño de cilindro y de la pastilla a ser utilizado. Tras el enfriamiento del cilindro, se procede a la remoción del revestimiento; la eliminación gruesa del revestimiento se realiza con perlas de

brillo a 4 bar de presión y la eliminación definitiva del revestimiento se realiza con perlas de brillo de 2 bar de presión. Se procede a la eliminación de la capa de reacción, que se realiza introduciendo la pieza inyectada en el líquido Invex. Se limpia la restauración en baño de ultrasonido durante un mínimo de 10 y un máximo de 30 minutos. Posterior a la eliminación de la capa de reacción se procede al acabado, cocción de maquillaje y caracterización. (13)

4.11.5. Sistema CAD/CAM (CAD: Diseño asistido por computadora CAM: Manufactura asistida por computadora)

En función de los requisitos individuales, se dispone de varios tipos de materiales para la técnica CAD/CAM, como los bloques de cerámica de disilicato de litio, la resina, cerámicas híbridas y óxido de circonio de alta resistencia. Los materiales se presentan en forma de bloques de diferentes colores, unos monolitos y otros multicapa, que se fabrican por medio de un proceso que proporciona homogeneidad al material. El procedimiento que se realiza en el sistema CAD/CAM consta de los siguientes pasos: obtención de la imagen intraoral por medio de un escáner intraoral, diseño de la restauración por medio de un software de diseño, selección del bloque a utilizar --lo cual viene determinado no solo por el color sino también por el tamaño de la restauración--; una vez elegido el bloque deseado, se coloca en la unidad CAM y se fresa la restauración. En el caso del disilicato de litio y las cerámicas híbridas, que son los materiales que utilizaremos para el presente estudio con esta técnica, la cristalización se completa en aproximadamente 20-25 minutos a una temperatura de 840°C. (14)

Los sistemas CAD/CAM están compuestos por tres partes principales:

- 1) Una unidad de recolección de datos que recopila los hallazgos de las piezas dentales preparadas y de las estructuras vecinas, logrando así una impresión digital obtenida de forma directa (por medio de escáner intraoral) o indirecta (por medio de escáner de laboratorio)
- 2) Un software para el diseño de las restauraciones necesarias y la configuración de todos los parámetros de fresado

- 3) Un dispositivo de fresado computarizado para la fabricación de las restauraciones a partir de bloques sólidos de diferentes tipos de materiales, según lo requerido para la restauración

Las primeras dos fases desempeñan funciones en la fase CAD mientras que la tercera es responsable de la fase CAM. Además, los sistemas CAD/CAM se dividen en abierto o cerrado, según la capacidad de intercambio de datos. (15) Los sistemas cerrados ofrecen todos los procedimientos CAD/CAM (desde la obtención de datos, el diseño virtual y la elaboración de restauraciones) en un mismo sistema, al contrario que lo que sucede en los sistemas abiertos, en los cuales podemos combinar diferentes sistemas CAD y CAM.

4.12. Toma de impresión

Los materiales de impresión son utilizados para reproducir de forma exacta tejidos blandos (mucosa de la cavidad oral) y tejidos duros (piezas dentales). Se emplean elastómeros, como la silicona por adición y el poliéter, que tienen la característica de ser en principio gomosos y endurecer a través de un entrecruzamiento físico-químico. Los elastómeros son materiales de impresión utilizados para la elaboración de modelos para prótesis parciales fijas unitarias y múltiples, así como para restauraciones parciales adhesivas posteriores (inlays, onlays, overlays, etc.). Los materiales deben retirarse de la boca sin distorsión y mantenerse dimensionalmente estables. (15)

La toma de impresión puede efectuarse de forma análoga y también a través de un sistema digital por medio de un escáner intraoral. Para los fines de nuestra investigación se realizará la impresión de las muestras a estudiar utilizando un escáner intraoral de la marca Medit, modelo i600.

Los elastómeros para la toma de impresiones se clasifican por sus características fisicoquímicas en polisulfuros, silicona de condensación, silicona de adición y poliéter. El fraguado de estos materiales se da gracias a la combinación de polimerización con alargamiento de la cadena y entrecruzamiento químico a través de una reacción de condensación o una reacción de adición. (15)

La silicona por adición es el material más utilizado para la toma de impresión de restauraciones parciales adhesivas posteriores por ser más económico que el poliéter. Ofrece un alto rendimiento para la reproducción de detalles tanto para toma de impresión de implantes y de preparaciones en dientes naturales, y con ella se logran impresiones precisas y exactas; de hecho, la exactitud es la mayor característica que se busca con las impresiones con silicona por adición. (16)

Además, permite alcanzar un nivel de precisión de hasta 5 μm en la reproducción de detalles. Presenta una estabilidad dimensional de 15 a 21 días, alta resistencia al desgarro, alta biocompatibilidad y una recuperación elástica del 99%. La alta recuperación elástica y la resistencia al desgarro contribuyen a mantener la exactitud de la impresión. Una de sus propiedades fundamentales a tener en cuenta es la alta biocompatibilidad que presenta al contacto con los tejidos orales. Asimismo, en la actualidad, una de las características importantes de la silicona por adición es que puede escanearse sin necesidad de utilizar sprays opacificantes, ya que sus propiedades facilitan el acceso a procedimientos digitales; por último, cabe mencionar su hidrocompatibilidad con los fluidos y que es tixotrópica. (16)

Según la técnica a utilizar, las siliconas presentan diferentes tipos de viscosidades: Putty Soft, Regular Body, Light Body y Super Light Body. (16)

Todos los materiales de impresión elastoméricos son compatibles con la piedra dental para la reproducción de modelos. La excelente estabilidad dimensional de la silicona por adición y del poliéter hace posible fabricar dos o tres modelos o troqueles a partir de estos materiales. (15)

Para garantizar la estabilidad de las tomas de impresión con siliconas por adición y poliéter, la literatura sugiere no vaciarlas inmediatamente. Los estudios demuestran que los modelos que fueron vaciados entre 24 horas y una semana son más exactos que los que fueron vaciados a la hora de haberse tomado la impresión. (15)

El poliéter es un elastómero que consta de una pasta base y una pasta aceleradora. La pasta base contiene el polímero de poliéter sílice coloidal como carga y un plastificante,

como éter de glicol. La pasta aceleradora contiene un sulfonato alquil aromático, además de la carga y el plastificante. El poliéter es el material más hidrófilo de todos los de impresión elastoméricos. (16) Su implementación está indicada para los siguientes campos de aplicación:

- Impresiones de preparaciones para inlay, onlay, coronas, puentes, etc.
- impresión de maxilares edéntulos
- Impresiones funcionales
- Impresiones para implantes
- Impresiones de fijación (17)

Propiedades que posee el poliéter como material de impresión:

- Comportamiento hidrofílico
- Comportamiento de polimerización preciso
- Reproducción precisa de detalles
- Alta rigidez
- Excelente recuperación elástica (17)

Las principales ventajas del poliéter son su plasticidad, es decir la propiedad de permanecer deformado después de la influencia de una fuerza externa, y su elasticidad, que le otorga la capacidad de regresar a su estado original después de la deformación a la que es sometido.

Durante la fase de trabajo un material de impresión debe de ser completamente plástico para asegurar una óptima fluidez. Tan pronto como el material comienza a polimerizar, este adquiere más propiedades elásticas al punto de que puede describirse como virtualmente elástico. En su estado de polimerización, el material debe estar verdaderamente en un estado elástico para que, después de la remoción de la impresión en boca, vuelva a su estado original. El estándar industrial ISO 4823 dicta una recuperación dimensional superior al 96,5%.

Los poliéter y las siliconas por adición son los materiales más importantes en la toma de impresiones de alta precisión. Una de las características más importantes que poseen son la

mencionada capacidad hidrofílica intrínseca inicial, que beneficia la toma de impresión en el área del surco en preparaciones subgingivales. Como resultado de esta característica, el poliéter exhibe un nivel de fluidez parejo, esto explica la fuerte adhesión inicial de la impresión de poliéter al ser removida. (17)

Impresión digital:

Con las técnicas de diseño y fabricación asistidos por computadora en la rama de la Prostodoncia dental, en 1980 se introdujo el concepto de impresión digital. Una impresión digital es la reproducción exacta tanto de tejidos blandos como duros por medio de un escáner que puede ser intraoral o de laboratorio, con el cual se van a digitalizar todos los datos obtenidos. (18)

En un escáner de laboratorio, los datos se pueden recopilar al escanear las impresiones que se obtuvieron de forma análoga o al escanear modelos de yeso obtenidos por tomas de impresiones análogas. La otra manera que tenemos de obtener una impresión digital es hacerla directamente en boca por medio de un escáner intraoral. Este método evita las variaciones que pueden darse al escanear materiales dentales como la silicona y el yeso, que son susceptibles a la adecuada manipulación y el protocolo empleado por el clínico. Así, la obtención de datos por impresión digital directamente en boca resulta más fidedigna. (18)

La toma de impresión digital paso a paso responde a la siguiente secuencia:

- 1) Se realiza la preparación dentaria bajo criterios clínicos en una pieza dental
- 2) Para exponer el margen de la preparación, de ser necesario, se colocan hilos de retracción en el surco gingival
- 3) Se esperan aproximadamente cinco minutos para que se produzca la retracción gingival, se lava el área y luego se seca para que el área que será escaneada esté preparada
- 4) Se procede al escaneado de la preparación dental realizando un protocolo recomendado por el fabricante del escáner a utilizar, el cual nos recomienda comenzar a escanear caras oclusales de las piezas dentales, luego caras bucales y

linguales. Queda a discreción del clínico si realiza toma de impresión de toda la arcada o solo de la hemiarcada

- 5) Aparece la imagen estereoscópica en 3D en un monitor para que sea examinada por el clínico y determinar si es satisfactoria. De ser necesario, se puede realizar un nuevo escaneo para corregir zonas faltantes o incompletas dentro de la impresión.
- 6) De la misma manera, como tomamos la impresión de la arcada donde estaba la preparación dental, procedemos a tomar la arcada oponente.
- 7) Por último, tomamos las caras oclusales de las piezas dentales posteriores, tanto derechas como izquierdas, en posición de oclusión habitual para obtener un registro de mordida de ambos lados.
- 8) El resultado final del archivo es enviado al técnico dental del laboratorio o realizado en la clínica –para quienes realizan el protocolo chairside en su consultorio– para el posterior diseño y elaboración de la restauración (18)

Dentro de las ventajas que podemos mencionar de la impresión digital sobre la análoga cabe mencionar la optimización de los procedimientos tanto en la clínica dental como en el laboratorio dental. Al tomar una impresión digital en la clínica dental no se requiere seleccionar la cubeta, dispensar el material y manipularlo, desinfectar la impresión, y embalar y enviar la impresión al laboratorio. Asimismo, por parte del laboratorio deja de ser necesario el vaciado de la impresión en yeso, el recorte del modelo, el troquelado de modelos mayores y menores del modelo y la articulación de modelos en articulador. Es decir que la toma de impresión digital conlleva menos pasos tanto en clínica como en laboratorio, y por ende se reduce el margen de error humano. (18)

Lee y Galluci realizaron un estudio para determinar la eficiencia, preferencia y dificultad de la toma de impresión análoga y la toma de impresión digital, el cual determinó que el tiempo medio de la toma de impresión análoga es de 24 minutos con 42 segundos y un tiempo medio de impresión digital de 12 minutos con 29 segundos. El grado de dificultad de la impresión análoga fue superior a la toma de impresión digital. En la impresión digital se pueden repetir segmentos que se quieran mejorar y en la impresión análoga se necesita que repetir toda la impresión. (18)

Syrek et al (18) menciona una exactitud marginal de 71 μm en las restauraciones que fueron tomadas análogamente y de 49 μm en las que fueron tomadas digitalmente, demostrando así una mayor exactitud en las restauraciones en las cuales se realizó una impresión digital.

Como ya mencionamos, en la presente investigación se utilizará el escáner intraoral Medit i600, cuyas especificaciones técnicas son las siguientes:

Tecnología de escaneo:

- 35 fotogramas por segundo
- Tecnología de video 3D en movimiento a todo color
- Fuente de luz LED
- Tecnología antiempañamiento adaptativo
- Presenta una exactitud de arco de 10.9 μm

Pieza de mano: las dimensiones de la pieza de mano son 248 x 44 x 47,4 mm, con un peso de 245 g, un tamaño de punta de 22,2 x 15,9 mm y un área de escaneo de 15 x 13 mm.

Punta: presenta una punta autoclavable que resiste 100 ciclos de esterilización por medio de autoclave, a 121°C durante 30 minutos, 134°C durante 4 minutos o 135°C durante 10 minutos. La punta puede ser reversible.

Conectividad: USB 3.1 Gen 1.

4.13. Materiales utilizados para realizar restauraciones parciales posteriores adhesivas

Dentro de los materiales para restauraciones parciales adhesivas posteriores que serán utilizados y sometidos a estudio tenemos la resina compuesta, las cerámicas (emplearemos disilicato de litio) y las cerámicas híbridas.

4.13.1. Resina compuesta

La resina compuesta es un material excelente en las restauraciones parciales indirectas posteriores, ya que presenta un comportamiento clínico aceptable a mediano y largo plazo y con un costo menor al de las restauraciones de cerámica, tanto disilicato de litio como híbridas. (10)

Dentro de sus ventajas podemos mencionar que son fáciles de reparar y que presentan un grado menor de abrasividad hacia las piezas oponentes en comparación con las cerámicas. Las restauraciones de resina compuestas pueden ser directas o indirectas, teniendo las restauraciones indirectas las siguientes ventajas: mejor anatomía, mejor conformación del punto de contacto y menor contracción de polimerización. No existe una diferencia significativa entre las resinas compuestas directas y las indirectas a mediano y largo plazo. A su vez, la principal desventaja que presentan es la pérdida de propiedades físicas y ópticas debido a la hidrólisis en el medio oral. Las restauraciones parciales adhesivas posteriores de resinas compuestas se pueden fabricar por el método manual indirecto y mediante la tecnología CAD/CAM, que permite usar bloques de resina compuesta con propiedades físicas mejoradas. En cuanto a la degradación orgánica, se desconoce si supera a las resinas convencionales a mediano y largo plazo. (10)

Si la elección en el material restaurador de las restauraciones parciales posteriores es la cerámica, tenemos las opciones de las cerámicas monolíticas reforzadas por leucitas o con matriz de vidrio de disilicato de vidrio como la mejor opción dentro de las cerámicas grabables, por su alto grado de resistencia a la fractura.

4.13.2. Cerámicas

Son aquellos productos de naturaleza inorgánica, formados mayoritariamente por elementos no metálicos que se obtienen por la acción del calor y cuya estructura final es parcialmente cristalina. Es un material mixto que tiene una matriz vítrea encargada de la estética y una matriz cristalina, la cual es encargada de la resistencia. (19)

Las cerámicas dentales son el material dental que mejor imita al esmalte por sus excelentes propiedades ópticas. Soportan muy poco las fuerzas de tracción (20-60 MPa), mientras que soportan muy bien las fuerzas de compresión (350-550 MPa). A la vez, para la realización de incrustaciones se utilizará disilicato de litio, un subtipo de cerámica, sea fresado o inyectado (según se requiera). Desde el punto de vista biológico, las cerámicas son altamente biocompatibles, por lo tanto, no provocan reacciones periodontales. Las cerámicas dentales están constituidas por 5% de caolín, 25% de cuarzo y 65% de feldespato. (20)

Feldespato: contiene ortoclasa, albita, anortita, entre otros. La ortoclasa (feldespato potásico) es a menudo utilizada en la cerámica odontológica por su alto contenido de potasio. Facilita la fusión de los diversos componentes durante la cocción a 1100-1300°C. Después de la fusión se vuelve un material vítreo de alta viscosidad y transparencia, dándole esa translucidez similar a la de los dientes naturales. La cerámica dental es, por lo tanto, más afín con el vidrio y por este motivo ésta se clasifica como un tipo de porcelana vitrificada. (20)

Cuarzo: es un tipo de sílice, es utilizado bajo la forma de cuarcita. Por su elevado punto de fusión (1685°C) en la cerámica dental es aprovechado como estructura refractaria. Aumenta la resistencia de la cerámica y si es agregado en alta concentración reduce la translucidez. (20)

Caolín: Su punto de fusión es muy elevado a (1770°C). Actúa aumentando la maleabilidad de la cerámica antes de la cocción. En la cerámica dental está en concentraciones muy pequeñas ya que su elevada opacidad no es requerida en casos en donde se necesite una translucidez elevada. (20)

Podemos clasificar las cerámicas por medio de tres criterios: por la temperatura de procesado, por su composición química y por la técnica de confección. (19) Las cerámicas para aplicaciones odontológicas poseen un aspecto diferente al de uso doméstico, pero están compuestas por los mismos componentes: feldespato, cuarzo y caolín.

Las cerámicas dentales son clasificadas de acuerdo a su temperatura de fusión en:

- Cerámicas de alta temperatura de fusión: comprendida entre 1300 y 1370°C.

- Cerámicas de media temperatura de fusión: comprendida entre 1090 y 1250°C.
- Cerámicas de baja temperatura de fusión: comprendida entre 870 y 1060°C. (20)

4.13.2.1. Composición química de las cerámicas

Las cerámicas se subdividen en feldespáticas, aluminosas y circoniosas.

Las cerámicas feldespáticas constan de un magma de feldespato en el que están dispersas partículas de cuarzo y en menor medida caolín. Es la responsable de la translucidez de la porcelana. El cuarzo constituye la fase cristalina. En la actualidad, la resistencia mecánica de las cerámicas feldespáticas es de 100 a 300 MPa en resistencia mecánica, por un aumento en el contenido de leucita dentro de ella. (19)

Cerámicas aluminosas: McLean y Hughes, en 1965, incorporaron a la porcelana feldespática cantidades importantes de óxido de aluminio, reduciendo la proporción de cuarzo, lo cual mejoraba las propiedades mecánicas pero producía en la cerámica una pérdida grande de la translucidez, provocando que el clínico realizara tallados dentales más agresivos para alcanzar una buena estética. En la actualidad, estas cerámicas altas en óxido de aluminio se observan para la realización de estructuras que posteriormente serán cubiertas por una cerámica feldespática para lograr tratamientos más estéticos. (19)

Cerámicas circoniosas: están compuestas por óxido de circonio altamente sinterizado (95%), estabilizado parcialmente con óxido de itrio (5%). Se conoce químicamente con el nombre de zirconia. En su elaboración pasa por tres fases: cristalina, tetragonal y monoclinica. Posee una resistencia a la flexión de entre 1000 a 1500 MPa. (19)

4.13.2.2. Técnicas de confección

La confección de los sistemas cerámicos se puede subclasificar en tres grupos: condensación sobre muñón refractario, sustitución de cera perdida y tecnología asistida por ordenador. (19)

Condensación sobre muñón refractario: es de las técnicas más antiguas y se lleva a cabo después de la obtención de un modelo de trabajo, duplicado del modelo primario de yeso mediante un material refractario que no sufra variaciones dimensionales al someterlo a las temperaturas que requiere la cocción de la cerámica. La cerámica se coloca directamente sobre sobre estos modelos refractarios resistentes a altas temperaturas y, una vez sintetizada, se procede a sustraerla del modelo refractario y llevarla al modelo primario para realizar las correcciones finales. (19)

Sustitución de cera perdida: en esta técnica se encera la restauración que se va a realizar, una vez elaborado este patrón, se reviste en un cilindro y se procede a calcinar la cera. A continuación, se calienta la cerámica (que se presenta en forma de pastillas de distinto colores dependiendo de lo que el caso amerite) hasta su punto de fusión. El paso de la cerámica hacia el interior se da por un pistón de inyección que lo va empujando hacia donde estaba el patrón de cera y a donde llega la cerámica. Uno de los sistemas que utilizan esta técnica de elaboración es e.max Press de Ivoclar. (19)

Tecnología asistida por ordenador: hoy, la tecnología CAD-CAM nos permite confeccionar restauraciones cerámicas de forma precisa, rápida y cómoda en disilicato de litio, zirconia y cerámicas híbridas. Dentro de los sistemas más representativos podemos enumerar los siguientes: Cerec (Sirona), Procera (Nobel Biocare), Lava (3M Espe), DCS (DCS), Cercon (Dentsply), entre otros. Con esta tecnología se puede realizar el volumen total de la restauración y utilizar tintes para caracterizar o se puede hacer el volumen parcial de la restauración y luego complementar colocando cerámica feldespática. (19)

4.13.2.3. Resistencia a la fractura de las cerámicas

Uno de los principales problemas que afecta a la vida de la restauración de cerámica son las fracturas que se dan en este material. Los sistemas actuales poseen una adecuada resistencia a la fractura porque superan el valor límite de 100 MPa establecido por la norma ISO 6872. Si tomamos como referencia las restauraciones metal-porcelana, podemos

clasificar las restauraciones de cerámica en baja resistencia, resistencia moderada y alta resistencia. (19)

- Baja resistencia (100-300 MPa), en el que se sitúan las porcelanas feldespáticas
- Resistencia moderada (300-700 MPa), representado fundamentalmente por las aluminosas, IPS Empress II e IPS e.max Press/CAD (Ivoclar)
- Alta resistencia (por encima de 700 MPa), en las que quedan clasificadas todas las cerámicas zirconiosas (19)

Esta clasificación tiene gran importancia clínica, ya que nos permite delimitar las indicaciones de los distintos materiales cerámicos. (19)

4.13.2.4. Disilicato de litio (IPS e.max Press e IPS e.max CAD)

La presente investigación analizó la resistencia a la fractura del disilicato de litio (IPS e.max Press e IPS e.max CAD). Estos materiales presentan las siguientes características.

IPS e.max Press: son pastillas de disilicato de litio que se utilizan para la técnica prensada. Su resistencia a la fractura es de 400 MPa. Son las pastillas de cerámica de inyección con mayor resistencia. El sistema presenta máxima flexibilidad y está disponible en colores A-D (Chromascope) y Bleach BL. Presentan tres niveles de translucidez: IPS e.max Press LT (Baja Translucidez), IPS e.max Press MO (Media Opacidad), IPS e.max Press HO (Alta Opacidad). (13)

IPS e.max Press LT (baja translucidez): están disponibles en los nueve colores A-D más utilizados y los colores Bleach BL. Debido a su translucidez son ideales para utilizar en la fabricación de restauraciones tanto en la técnica de maquillaje como en la técnica cut-back. Cuentan con un color dentinario, por esta razón la estratificación y el maquillaje se reduce al mínimo. (13)

IPS e.max Press MO (media opacidad): debido a su opacidad, está indicado para la elaboración de estructuras sobre muñones vitales o ligeramente pigmentados y ofrece la

base ideal para restauraciones en colores A-D y Chromascop con aspecto natural. La fluorescencia de las pastillas decrece con la intensidad del color. (13)

IPS e.max Press HO (alta opacidad): Se presenta en un solo color y debido a su elevada opacidad está indicado para la elaboración de estructuras sobre muñones desvitalizados o muy pigmentados así como para el recubrimiento de postes metálicos. La alta opacidad enmascara la subestructura y permite realizar restauraciones naturales incluso en casos difíciles o muy pigmentados. (13)

El material IPS e.max press se aplica en:

- Restauraciones parciales adhesivas posteriores
- Carillas de mínimo espesor
- Carillas
- Coronas parciales
- Coronas anteriores y posteriores
- Puentes de tres unidades en el sector anterior
- Puentes de tres unidades en zona de premolares hasta el segundo premolar como pieza pilar
- Inyección sobre coronas individuales de galvano
- Superestructuras de implantes para tratamientos individuales en el sector anterior y posterior
- Coronas telescópicas primarias
- Superestructura de implantes para puentes de tres unidades hasta segunda premolar como pieza pilar (13)

Por otra parte, no se recomienda el uso de e.max press en los siguientes casos:

- Puentes posteriores con el primer molar como pónico
- Puentes de cuatro unidades o más
- Preparaciones subgingivales que no permitan realizar un adecuado aislamiento dental
- Pacientes con una dentición residual muy reducida

- Bruxismo
- Puentes en cantilever
- Puentes Maryland (13)

IPS E.max CAD: es un sistema de cerámica sin metal que cubre la gama completa de indicaciones para la cerámica sin estructura metálica, desde carillas muy delgadas hasta puentes de 12 unidades. El sistema IPS e.max CAD es un bloque de cerámica de vidrio de disilicato de litio para emplear en la técnica de CAD/CAM. Se fabrica por medio de un proceso que le provee homogeneidad al material. (14)

El bloque se procesa en estado cristalino intermedio. Varía entre el blanco, azul y gris azulado, color obtenido por la composición y microestructura de la cerámica de vidrio. La resistencia en su estado intermedio de fresado es de 130-150 MPa. Una vez fresados los bloques se debe cristalizar en un horno de cerámica durante 20-25 minutos a 840°C, provocando la transformación de la microestructura a través de un proceso controlado de crecimiento de los cristales de disilicato de litio. Las propiedades físicas finales, como la resistencia a la fractura de 360 MPa y las propiedades ópticas, se alcanzan a través de esta transformación de la microestructura. (14)

Se dispone de dos materiales para la técnica de E.max CAD: los bloques de cerámica de vidrio de disilicato de litio (IPS E.max CAD) y el óxido de circonio de alta resistencia (IPS e.max ZirCAD). (14)

Los bloques IPS e.max CAD cuentan con distintos colores y grados de translucidez que están disponibles en tres diferentes grados de opacidad: los bloques opacos MO son para uso de laboratorio (técnica de estratificación), y los bloques más translúcidos, LT y HT, están disponibles para la elaboración de restauraciones anatómicas con la técnica del maquillaje en la clínica. La selección del grado de translucidez depende de los requisitos clínicos (indicación, color del diente preparado, color deseado del diente) que presente el paciente. (14) Se indica el uso de IPS e.max CAD en:

- Carillas

- Inlays
- Onlays
- Coronas parciales
- Coronas anteriores y posteriores
- Superestructuras para implantes en restauraciones individuales anteriores y posteriores (14)

A su vez, se contraindica su uso en casos de:

- Carillas completas sobre coronas posteriores
- Preparaciones subgingivales que no permitan realizar un adecuado aislamiento dental
- Pacientes con dentición residual muy reducida
- Bruxismo (14)

La casa Ivoclar, fabricante del material en cuestión, advierte que, de no observarse las siguientes restricciones, los resultados obtenidos con IPS e.max CAD pueden resultar comprometidos:

- No observar el grosor mínimo requerido de la estructura
- No fresar los bloques con sistemas CAD/CAM compatibles
- La cristalización no se debe realizar en hornos sin función de vacío
- La cristalización no se debe realizar en hornos que no están calibrados
- La cristalización no se debe realizar en hornos de cerámica que no estén aprobados o recomendados
- La cristalización no se debe realizar en hornos de altas temperaturas (14)

4.13.3. Cerámicas híbridas

Las cerámicas híbridas combinan una enorme capacidad de carga tras la unión adhesiva con elevada elasticidad. Poseen características similares a las de los dientes y posibilitan un

juego cromático natural. Dentro de las ventajas que podemos mencionar están la alta precisión (confección de restauraciones delgadas con calidad de detalles y un ajuste preciso), que es un material fiable (restauraciones resistentes con capacidad de carga y propiedades de absorción de las fuerzas oclusales), que conservan la estructura dental (restauraciones no invasivas o mínimamente invasivas, ya que la cerámicas híbridas posibilitan realizar restauraciones con grosores de pared reducidos) y que es rentable (gracias a su rápida confección CAM y al acabado sencillo mediante pulido sin cocción). (21)

Las cerámicas híbridas están compuestas en un 86% de su peso por una matriz dual de cerámica y en un 14% por una matriz polimérica. Poseen un módulo de elasticidad de 30 GPa, lo cual las sitúa en el rango de la dentina humana. Además, con 2,766 N, poseen el mayor promedio de resistencia a la fractura en el ensayo de entre todos los materiales CAD/CAM estudiados. (21)

Se recomienda la utilización de las cerámicas híbridas en:

- Mesoestructuras sobre implantes
- Coronas sobre implantes
- Coronas posteriores
- Inlays
- Onlays
- Overlays
- Carillas oclusales
- Coronas parciales
- Coronas anteriores
- Carillas (21)

Actualmente, VITA ENAMIC es la única cerámica híbrida con una matriz dual cerámica polimérica que combina una gran cantidad de carga con una elevada elasticidad, lo cual permite realizar restauraciones de alta precisión conservando el sustrato dental. Se presenta en diferentes variantes: VITA ENAMIC, VITA ENAMIC multicolor, VITA ENAMIC IS y en diferentes grados de translucidez: T (Translucent), HT (High Translucent), ST (Super Translucent). (21)

VITA ENAMIC: son piezas CAD/CAM monocromáticas con tres grados de translucidez para reconstrucciones dentales conservadoras. Indicada para realizar coronas posteriores, obturaciones cervicales indirectas, reconstrucción de superficies oclusales. (21)

VITA ENAMIC multicolor: son piezas CAD/CAM metacromáticas con transiciones cromáticas integradas. Indicado para en caso de restauraciones estéticas como coronas anteriores, carillas muy delgadas o sin preparación. (21)

VITA ENAMIC IS: son piezas CAD/CAM con interfase integrada con una base adhesiva de titanio, para la confección eficiente de superestructuras implantosoportadas y para coronas sobre implantes y estructuras. (21)

Pasos y tiempo requerido para confeccionar una restauración de cerámicas híbridas:

- 1) Adquisición del modelo virtual de la preparación: 10 minutos, aproximadamente
- 2) Diseño asistido por ordenador (CAD): 6 minutos, aproximadamente
- 3) Confección asistida por computadora (CAM): 5 minutos
- 4) Acabado: 2 minutos
- 5) Pulido: 3 minutos, aproximadamente
- 6) Cementación: 10 minutos (21)

4.14. Longevidad y supervivencia de las resinas compuestas, las cerámicas y las cerámicas híbridas

La valoración clínica es fundamental en la evaluación de las restauraciones parciales posteriores adhesivas, ya que el profesional debe basar su práctica clínica en evidencia científica. Es importante mencionar que en la práctica clínica real intervienen una serie de variables reales, como los hábitos oclusales, la presencia de hábitos parafuncionales y el grado de higiene del paciente. Es de suma importancia considerar estas variables para garantizar el éxito del tratamiento. (17) Dentro de los factores que influyen en la duración de la restauración tenemos las que dependen del paciente, del operador y del material.

Paciente:

- Higiene oral
- Medidas preventivas
- Colaborar acudiendo a las consultas de evaluación
- Ambiente oral (estructura dentaria y saliva)
- Dimensiones, forma y posición de la lesión y del diente (número de superficies, vital o no vital, premolar, molar)
- Colaboración durante el tratamiento
- Bruxismo, parafunciones (20)

Operador:

- Preparación cavitaria (dimensiones, tipo de preparación y acabado)
- Maniobrabilidad y aplicación del material (incremental y en bloque)
- Modalidad de fotopolimerización (lámpara, tiempo, intensidad y luminosidad)
- Técnica de acabado y pulido
- Oclusión adecuada
- Experiencia y curva de aprendizaje de la técnica (20)

Material:

- Resistencia a la fractura
- Fatiga/degradación
- Resistencia al desgaste (puntos de contacto oclusales, puntos carentes de contacto)
- Fuerza de enlace de los componentes (restauración/cemento)
- Compatibilidad química de los materiales (restauración/cemento) (20)

Wendt, en 1992, realizó un estudio con 60 incrustaciones de resina compuesta con un seguimiento de tres años con unos resultados que determinaron 96,7% de éxito. (20)

Krejci, en 1994, realizó un estudio con 29 incrustaciones de resina compuesta con una duración de 12 meses, que arrojó un 94,9% de éxito. (20)

Wassell, en 1995, realizó un estudio con 71 incrustaciones de resina compuesta con un seguimiento de tres años con unos resultados que determinaron 92% de éxito. (20)

Hanning, en 1996, realizó un estudio con 40 incrustaciones de resina compuesta con un seguimiento de cinco años con unos resultados que determinaron un 92.5% de éxito. (20)

Klimm, en 1999, realizó un estudio con 13 incrustaciones de resina compuesta con un seguimiento de dos años con unos resultados que determinaron un 100% de éxito. (20)

Donly, también en 1999, realizó un estudio de 36 incrustaciones de resina compuesta con un seguimiento de siete años con unos resultados que determinaron un 75% de éxito. (20)

Van Dijeken, en el 2000, realizó un estudio de 96 incrustaciones de resina compuesta con un seguimiento de 11 años y resultados que determinaron un 82.7% de éxito. (20)

M. Hayashi y colaboradores, en el 2000, realizaron un estudio de seguimiento de 8 años de onlays e inlays de cerámica en el cual se dieron los siguientes resultados: una tasa de éxito del 92% a 6 años y un 80% de tasa de éxito a 8 años. En este estudio el mayor fallo que se observó fue la fractura de los márgenes en un 22%. (22)

Jean-François Brochu, en su estudio del 2002, determinó una supervivencia del 96% a los cinco años de inlay y onlays en disilicato de litio, y del 91% a los siete años, y determinó que la mayoría de los fracasos fueron la fractura de las restauraciones. (23)

Morimoto y colaboradores, en el 2016, realizaron una revisión sistemática y un metanálisis retrospectivo de la tasa de supervivencia de inlays, onlays y overlays de cerámica y resina compuesta. Los resultados obtenidos son del 95% de supervivencia a cinco años, de un 92% a 10 años en las restauraciones de resina compuesta, y de un 95% de supervivencia a cinco años en restauraciones de cerámica y un 91% a 10 años. Los fracasos se relacionaron con

la fractura de la restauración en un 4%, complicaciones endodónticas en un 3%, descementación y caries secundaria en un 1%. (24)

Jaafar Abdu, en 2017, realizó una revisión de literatura de 34 artículos, que clasificó en tratamientos de mediano plazo (dos a cinco años) y de largo plazo (más de cinco años), que indicaron una tasa de supervivencia del 91% al 100% en los de mediano plazo y del 71% al 98% en los de largo plazo, en los cuales la fractura, la descementación y la caries resultaron las causas de fracaso más frecuentes. (25)

Georgia Vagropoulou y colaboradores, en el 2018, realizaron una revisión sistemática donde se obtuvieron resultados en los cuales se observó un 90,89% de supervivencia a cinco años en las inlays de cerámica y 93,5% para onlays de cerámica, dando como conclusión una tasa de supervivencia muy satisfactoria. (26)

Aristides Galiatsatos y colaboradores, en 2022, realizaron un estudio retrospectivo en el cual se les colocaron a 32 pacientes de entre 20 y 60 años restauraciones inlays y onlays de resina compuesta. Se realizó un seguimiento a los tres, seis y nueve años, arrojando los siguientes resultados: a los tres años se obtuvo un 100% de éxito en las restauraciones, a los seis años un 100% de éxito y a los nueve años un 85% de éxito, lo cual determinó un comportamiento aceptable de las inlays y onlays de resina compuesta con un seguimiento de nueve años. (27)

Protocolos de cementación:

Adhesión a esmalte: La adhesión al esmalte es posible gracias al grabado ácido del sustrato altamente mineralizado, el cual aumenta considerablemente la superficie disponible para un contacto íntimo con la resina. Buonocore, en 1955, descubrió el grabado ácido con ácido ortofosfórico al 85% durante 2 minutos. En la actualidad, la concentración que se utiliza es al 37% durante 20 segundos. En la literatura han sido descritos tres tipos diferentes de grabado del esmalte: tipo I, en el cual prevalece una disolución del núcleo central de los prismas; tipo II, en el que existe una mayor desmineralización periférica de los prismas; y tipo III, en donde ya no se detectan estructuras prismáticas evidentes. Un paso clínico para tomar en cuenta

es la remoción y lavado del ácido en la pieza dental, el cual se debe realizar durante la misma cantidad de tiempo, o el doble, en la que el tejido dentario fue grabado. (20)

Adhesión a dentina: entender el significado de permeabilidad dentinaria es fundamental para estudiar a fondo los mecanismos sobre los que se basan los sistemas adhesivos que interactúan con las estructuras orgánicas e inorgánicas del sustrato. Los primeros intentos para lograr una buena adhesión a la dentina fueron realizados por medio de la aplicación de agentes químicos directamente sobre el lodo dentinario. Este proceso se realizaba con los instrumentos rotatorios utilizados en la realización de la preparación cavitaria, sin embargo los resultados de adhesivos resultaban muy pobres. Se han realizado múltiples estudios para mejorar cada vez más los niveles de adhesión en la dentina. A fin de lograr una adhesión ideal, la fase de desmineralización de la estructura inorgánica dentinaria debería ser seguida de una infiltración monomérica intertubular y una penetración de resina intratubular. (20)

4.15. Protocolos de adhesión

A continuación, se describirá el protocolo adhesivo más adecuado para cada uno de los materiales utilizados en el presente estudio y el acondicionamiento más adecuado que se les realiza a los tejidos dentarios para lograr una excelente adhesión.

4.15.1. Protocolo para el tratamiento y adhesión a los sustratos dentarios

Esmalte sin fresar:

1. Biselado
2. Grabado con ácido fosfórico durante 20 segundos
3. Lavado abundante con chorro de agua durante 40 segundos y secado suave con aire
4. Aplicación del adhesivo
5. Fotopolimerización: durante 20 segundos a una distancia de 3 mm con una potencia mínima de 1000 nW/cm² (28)

Esmalte fresado:

1. Biselado excepto en oclusal
2. Grabado con ácido fosfórico durante 15 segundos
3. Lavado abundante con chorro de agua durante 40 segundos y secado suave con aire
4. Aplicación del adhesivo
5. Fotopolimerización: durante 20 segundos a una distancia de 3 mm con una potencia mínima de 1000 nW/cm² (28)

Dentina:

Grabado con ácido fosfórico al 35% o 37%, cuando la dentina es superficial y cuando se usan adhesivos de 4ta y 5ta generación. Es importante no grabar cuando la dentina es mediana o profunda y se debe de usar adhesivos de 6ta, 7a y 8a generación. (28)

4.15.2. Protocolo para el tratamiento de los sustratos restauradores

Cerámicas ácidosensibles y cerámicas híbridas:

1. Grabado con ácido fluorhídrico al 9% con una duración de 90 segundos para cerámicas feldespáticas, 60 a 90 segundos para cerámicas reforzadas con leucita, y 20 segundos para disilicato de litio
2. Limpieza con ácido fosfórico, frotando por 30 segundos, o con alcohol isopropílico en ultrasonido por 5 minutos. Lavado y secado
3. Aplicación de silano: dos capas durante 1 a 3 minutos
4. Cementación que puede ser con cemento resinoso fotocurado o dual y resinas termoplastificadas, que también pueden ser utilizadas como cemento (28)

Este protocolo está indicado para restauraciones de contorno completo así como restauraciones parciales adhesivas posteriores

Resinas compuestas:

1. Microabrasión con óxido de aluminio de 50 µm a una distancia de 1 cm a 2 bar, lavado y secado

2. Silanización (opcional según estudios)
3. Aplicación de adhesivo para crear una capa inhibida que active la unión química con el cemento (28)

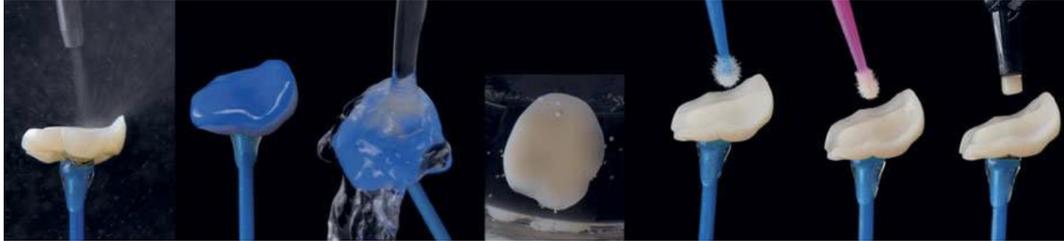


Figura 8: Protocolo de adhesión para restauración cerámica (8)

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Contrastar la calidad de los materiales dentales (resina compuesta, cerámicas híbridas y disilicato de litio) utilizados por los laboratorios dentales de Guatemala como materias primas para restauraciones parciales adhesivas posteriores.

5.2. Objetivos específicos

- Comparar los resultados obtenidos en las restauraciones de resina compuesta, disilicato de litio y cerámicas híbridas entre los tres distintos laboratorios que elaboran dichas restauraciones parciales adhesivas posteriores.

6. HIPÓTESIS

Las hipótesis que buscarán responder a las preguntas y problemas de investigación son las siguientes:

1. Hipótesis nula: no existen diferencias significativas entre la resistencia a la fractura de la resina compuesta utilizada en tres distintos laboratorios de Guatemala para la elaboración de restauraciones parciales adhesivas.

Hipótesis alterna: existen diferencias significativas entre la resistencia a la fractura de la resina compuesta utilizada en tres distintos laboratorios de Guatemala para la elaboración de restauraciones parciales adhesivas.

2. Hipótesis nula: no existen diferencias significativas entre la resistencia a la fractura del disilicato de litio utilizado en tres distintos laboratorios de Guatemala para la elaboración de restauraciones parciales adhesivas.

Hipótesis alterna: existen diferencias significativas entre la resistencia a la fractura del disilicato de litio utilizado en tres distintos laboratorios de Guatemala para la elaboración de restauraciones parciales adhesivas.

3. Hipótesis nula: no existen diferencias significativas entre la resistencia a la fractura de las cerámicas híbridas utilizadas en tres distintos laboratorios de Guatemala para la elaboración de restauraciones parciales adhesivas.

Hipótesis alterna: existen diferencias significativas entre la resistencia a la fractura de las cerámicas híbridas utilizadas en tres distintos laboratorios de Guatemala para la elaboración de restauraciones parciales adhesivas.

7. VARIABLES

7.1 Variables independientes

1) Materiales utilizados para la elaboración de restauraciones parciales adhesivas:

- Resina compuesta
- Disilicato de litio
- Cerámicas híbridas.

2) 45 premolares permanentes, tanto superiores como inferiores, los cuales serán colocados en taceles de acrílico autopolimérico a fin de que sirvan de base para una mejor manipulación.

3) Laboratorios intervinientes en el estudio

4) Protocolos de adhesión:

- Protocolo de adhesión en pieza dental: se simulará una situación real de cementación en boca utilizando un protocolo de adhesión de grabado total con ácido fosfórico al 35% Ultra Etch de Ultradent, con un adhesivo multibote (primer, bonding) marca Optibond FI Kerr y un cemento de resina dual Maxcem Elite Clear de Kerr.
- Protocolo de adhesión en las restauraciones de disilicato de litio y cerámicas híbridas: ácido fluorhídrico al 9% de Ultradent por 20 segundos, limpieza con ácido fosfórico al 35 % Ultra Etch de Ultradent, frotado por 30 segundos, colocación de las restauraciones en alcohol isopropílico en ultrasonido por 5 minutos, lavado y secado, frotado de silano de Ultradent (dos capas durante 1 a 3 minutos), colocación de adhesivo optibond FL Kerr en el intaglio de la restauración.

- Protocolo de adhesión en las restauraciones de Resina Compuesta: Microabrasión con óxido de aluminio de 50 micras a una distancia de 1 cm, a una presión de 2 bar, lavado y secado, aplicación de adhesivo Optibond FL Kerr en el intaglio de la restauración.

7.2 Variables dependientes

1) Presión máxima antes que se produzca el quiebre de la restauración cuando se esté realizando el test de resistencia a la fractura.

Tabla 1: Variables dependientes

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala	Criterio de Clasificación
Resistencia a la fractura	Capacidad de la pieza dental para soportar cargas masticatorias, distribuyendo el estrés sobre el tejido de soportes, logrando el objetivo de una restauración con alta resistencia a la fractura.	Dato obtenido de la literatura internacional de resistencia a la fractura.	Cuantitativa	Razón	1= Resiste. 2= No resiste.

Tabla 2: Variables independientes

Variables Independientes					
Materiales Dentales	Son compuestos resultantes de la unión de varios átomos de características diferentes de los cuales se aprovechan sus características para su aplicación en la clínica dental y el laboratorio dental.	Se utilizarán tres materiales distintos para la elaboración de las restauraciones : disilicato de litio, resinas compuestas y cerámicas híbridas.	Cualitativa	Politómicas	Resina compuesta, disilicato de litio, cerámicas híbridas.
Laboratorios	Empresa o recinto que se dedica al diseño y fabricación de restauraciones dentales.	Laboratorios dentales en Guatemala con los más altos estándares de calidad.	Cualitativa	Politómicas	Laboratorio A Laboratorio B Laboratorio C
Protocolos de adhesión	Sustancias que permiten la restauración de las piezas dentales mediante la unión entre la superficie dental remanente y el material restaurador.	Se aplicarán los protocolos adhesivos según el material que será adherido.	Cualitativa	Politómicas	Protocolo adhesivo para resina compuesta, disilicato de litio y cerámicas híbridas.

8. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. Tipo de estudio

Este estudio realizó mediciones de resistencia a la fractura en restauraciones parciales adhesivas posteriores, las cuales fueron cementadas (siguiendo los protocolos establecidos científicamente tanto para tratar la superficie dental como el material a utilizar en la restauración) en piezas dentales extraídas por estudiantes de la maestría de cirugía oral y maxilofacial de la Escuela de Estudios de Posgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la cual se incluyeron premolares superiores e inferiores. Se realizaron pruebas de resistencia a la fractura en tres materiales distintos: disilicato de litio, resina compuesta y cerámicas híbridas. La muestra se compuso de restauraciones realizadas en tres laboratorios distintos, utilizando un método de investigación experimental in vitro. El enfoque del estudio es cuantitativo, ya que es el planteamiento metodológico que mejor se adapta a las características y necesidades de la investigación.

8.2. Población

Se realizaron en total 45 exodoncias de piezas dentales a 37 pacientes por los residentes de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Odontología en los programas de maestría Cirugía Oral y Maxilofacial del Hospital Roosevelt y del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, las cuales fueron recabadas entre los años 2022 y 2023. Para la realización del presente estudio se decidió tomar la totalidad de las piezas dentales y asignarlas en igual cantidad en los laboratorios y materiales a estudiar. La población es finita, ya que está compuesta por un total de 45 piezas dentales con su respectiva restauración parcial adhesiva.

Dichas restauraciones fueron realizadas por tres de los principales laboratorios dentales de Guatemala, y se emplearon cinco restauraciones de resina compuesta, cinco de disilicato de litio y cinco de cerámicas híbridas por cada uno de los laboratorios mencionados.

8.3. Criterios de inclusión y exclusión

8.3.1. Criterios de inclusión

- Premolares superiores e inferiores que no tengan ninguna fractura cuspídea.
- Premolares superiores e inferiores que no tengan ninguna pérdida de rebordes marginales mesiales o distales.
- Restauraciones indirectas parciales posteriores adhesivas de resina, disilicato de litio y cerámicas híbridas.
- Método de elaboración de la restauración por la técnica CAD/CAM

8.3.2. Criterios de exclusión

- Piezas dentales que presenten fracturas.
- Premolares superiores e inferiores que presenten algún tipo de alteración de forma o tamaño.
- Restauraciones que sean realizadas con distintos materiales a los solicitados.
- Restauraciones que sean realizadas por técnicas distintas a la técnica CAD/CAM.

8.4. Consideraciones bioéticas del estudio

La presente investigación no reviste daño alguno a los pacientes, considerando que las piezas dentales utilizadas en el estudio estaban indicadas para ser extraídas por indicación del tratamiento de ortodoncia que recibieron. Los pacientes autorizaron la exodoncia de dichas piezas al ser el procedimiento adecuado para el tratamiento recibido en clínica.

A los laboratorios participantes del estudio se les solicitó las restauraciones como si se fueran a emplear para trabajo en clínica. Estos laboratorios han sido seleccionados ya que están entre los que mayores estándares de calidad poseen en Guatemala.

8.5. Método

Se realizó de la siguiente manera según lo propuesto en el cronograma de actividades.

Se envió el protocolo de investigación a los revisores para su autorización, cuando ellos lo hayan autorizado se derivará al Comité de Bioética de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para su aprobación.

Las piezas dentales fueron seleccionadas según los criterios de inclusión y exclusión descritos anteriormente. Se recolectaron en suero fisiológico y, posteriormente, se colocaron en bases de resina acrílica de autocurado, la cual cubrió la totalidad de la raíz hasta la unión amelocementaria. Se colocaron cinco piezas dentales en cada tasele. En total, hubo nueve taseles, de los cuales tres fueron de restauraciones de resina compuesta, tres de disilicato de litio y tres de cerámicas híbridas.

Posteriormente se realizaron cavidades Clase I oclusales con fresa de grano medio 846KR.025 FG y se pulieron con piedra de Arkansas 638.025 Ark FG. La profundidad de las cavidades fue de 2 mm y se respetó como mínimo 1 mm de grosor de las crestas marginales interproximales mesial y distal. La cavidad que se realizó cumplió con todos los lineamientos clínicos descritos científicamente para cavidades de restauraciones parciales adhesivas

posteriores. Todas las cavidades fueron realizadas por un mismo clínico el cual está en el último año de maestría en rehabilitación oral.

La toma de impresión la realizó el mismo clínico y con un escáner intraoral Medit i600. A los laboratorios intervinientes en el presente estudio, designados como Laboratorio A, Laboratorio B y Laboratorio C se les enviaron las impresiones de un tasel con cinco cavidades clase 1 oclusal para restauraciones parciales indirectas posteriores de resina compuesta; un tasel con cinco cavidades clase 1 oclusal para restauraciones de disilicato de litio; y un tasel con cinco restauraciones parciales indirectas posteriores para restauraciones de cerámicas híbridas. Las restauraciones de resinas compuestas, las de cerámica y las de cerámicas híbridas fueron elaboradas por la técnica CAD-CAM. Además, fueron cementadas con cemento autoacondicionante de acción dual U200 3M, por el mismo clínico que realizó las cavidades, quien está perfectamente capacitado para ello.

Una vez cementadas las restauraciones parciales adhesivas posteriores, se sometieron a pruebas de resistencia a la fractura con un sistema de prueba de impacto INSTRON a fin de determinar la resistencia a la fractura que poseen los tres materiales a estudiar. Finalmente, los resultados fueron comparados entre sí.

9. RESULTADOS

9.1. Distribución de la muestra según laboratorio dental y material restaurador utilizado

Luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se obtuvieron 45 premolares que fueron distribuidos de la siguiente manera: 15 al laboratorio A, 15 al laboratorio B y 15 al laboratorio C. A la vez, cada grupo de 15 se subdividió en 5 piezas dentales para realizar restauraciones de disilicato de litio, 5 piezas dentales para realizar restauraciones de resina compuesta y 5 piezas dentales para realizar restauraciones de cerámicas híbridas.

Tabla 3: Distribución de la muestra según laboratorio dental y material restaurador utilizado:

Laboratorio	Material			Totales
	Disilicato de litio	Resina compuesta	Cerámicas híbridas	
A	5	5	5	15
B	5	5	5	15
C	5	5	5	15
Total	15	15	15	45

Se realizaron restauraciones clase I oclusales en 45 premolares tanto superiores como inferiores. Para ello se tomó la impresión digital de dichas muestras y se solicitó la elaboración de 5 restauraciones de disilicato de litio, 5 restauraciones de resina compuesta y 5 restauraciones de cerámicas híbridas a cada uno de los tres laboratorios (A,B,C). Las restauraciones se cementaron con adhesivo y luego se sometieron a pruebas de resistencia a la fractura con una máquina de ensayo universal marca JBA.

9.2. Comparación de los resultados de resistencia a la fractura y obtención de las muestras y desviaciones estándar según laboratorio dental estudiado y material restaurador utilizado

Se efectuaron pruebas de resistencia a la fractura en 45 muestras, utilizando una máquina de ensayo universal en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la

Universidad de San Carlos de Guatemala. Dichas muestras fueron clasificadas según el material y el laboratorio que las realizó.

Tabla 4: Resultados obtenidos en los laboratorios A, B y C de resistencia a la fractura en restauraciones de disilicato de litio, resina compuesta y cerámicas híbridas en las medias y desviación estándar.

Material	Laboratorio	Cantidad de muestras	Media (Newton)	Desviación Estándar
Disilicato de litio	A	5	1037,78 N	488,06
	B	5	1263,96 N	511,02
	C	5	1259,65 N	540,74
	Total muestras	15	1187,13 N	488,02
Resina compuesta	A	5	1083,69 N	583,27
	B	5	896,11 N	286,63
	C	5	919,63 N	322,36
	Total muestras	15	966,47 N	397,27
Cerámicas híbridas	A	5	917,87 N	235,86
	B	5	1102,30 N	378,43
	C	5	924,73 N	395,69
	Total muestras	15	981,63 N	330,69

Fuente: datos obtenidos del estudio realizado

Tal como expresa la tabla 4, las muestras estudiadas por los laboratorios arrojaron los siguientes resultados:

Laboratorio A: disilicato de litio: una media de 1037,78 N con una desviación estándar de 488,06; resina compuesta: media de 1083,69 N, con una desviación estándar de 583,27; cerámicas híbridas: media de 917,87 N con una desviación estándar de 235,86.

Laboratorio B: disilicato de litio: una media de 1263,96 N, con una desviación estándar de 511,02; resina compuesta: media de 896,11 N, con una desviación estándar de 286,63; cerámicas híbridas: media de 1102,30 N, con una desviación estándar de 378,43.

Laboratorio C: disilicato de litio: una media de 1259,65 N y una desviación estándar de 540,74, en resina compuesta: media de 919,63 N y una desviación estándar de 322,36; cerámicas híbridas: media de 924,73 N y una desviación estándar de 395,69.

9.3. Resultados de resistencia a la fractura obtenidos en el laboratorio A en restauraciones de disilicato de litio, resina compuesta y cerámicas híbridas

En primer lugar, como expresa el gráfico 1, en las muestras de disilicato de litio del laboratorio A, la mayor deformación de la restauración se produjo a los 1873,76 N y la menor a los 705,60 N.

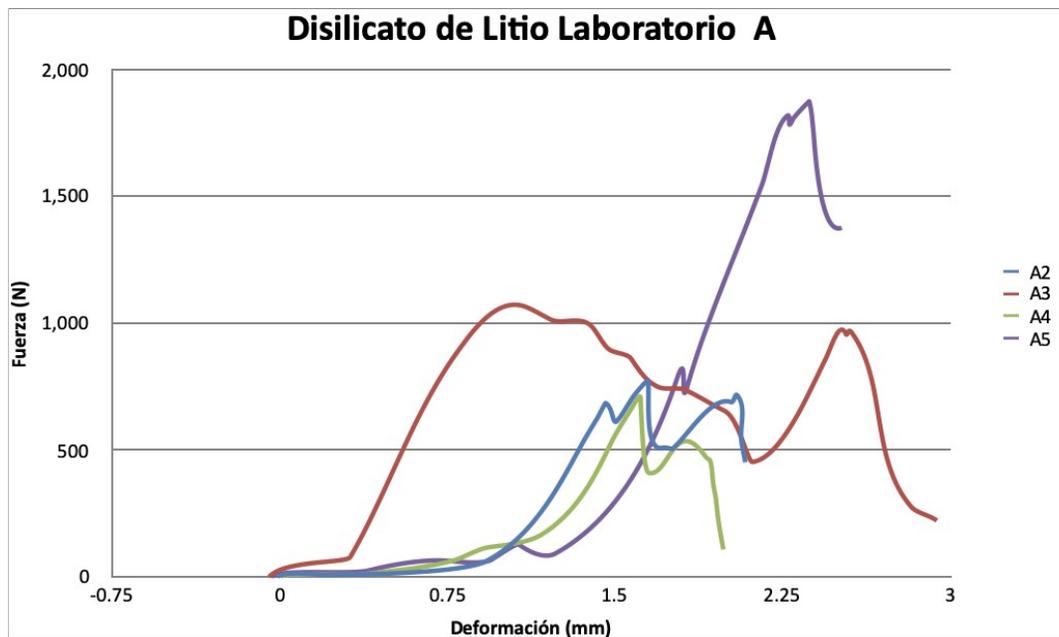


Gráfico 1: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina universal. Material: disilicato de litio. Laboratorio A.

En segundo lugar, siguiendo el gráfico 2, los resultados obtenidos en las muestras del laboratorio A expresan que la mayor deformación en resina compuesta sucedió a los 2110,92 N y la menor a los 735 N.

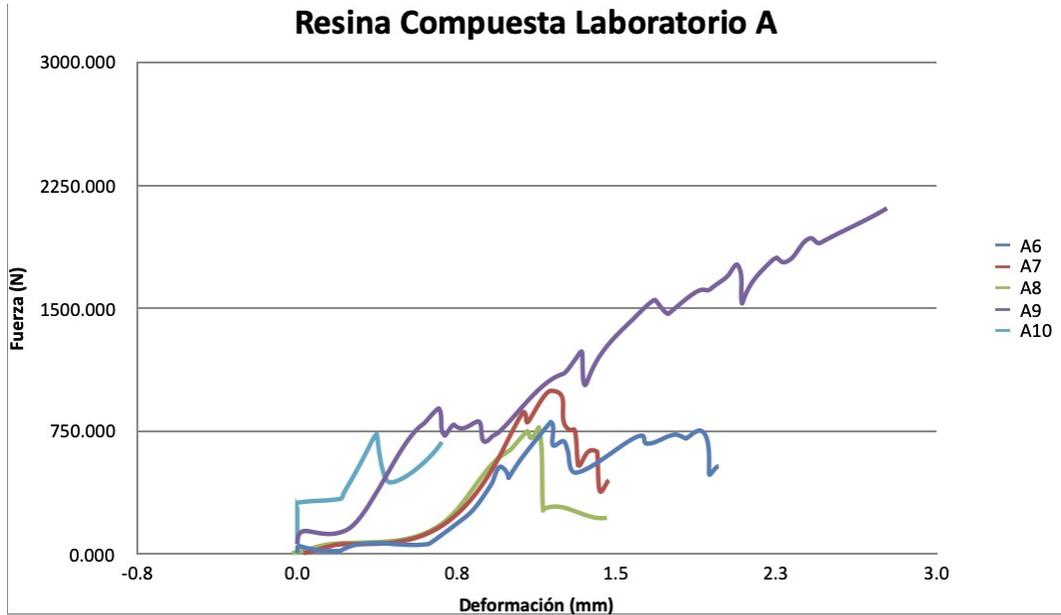


Gráfico 2: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina universal. Material: resinas compuestas. Laboratorio A.

Por último, la máxima resistencia en las muestras de cerámicas híbridas del laboratorio A se produjo a los 1156,4 N, y la menor a los 521,36 N (gráfico 3).

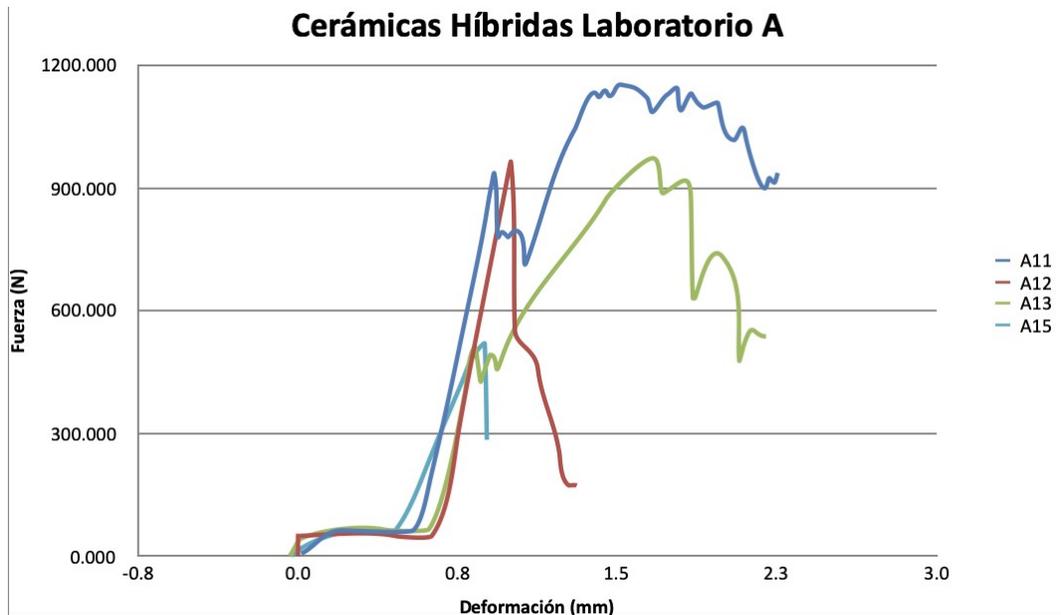


Gráfico 3: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina universal. Material: cerámicas híbridas. Laboratorio A.

9.4. Resultados de resistencia a la fractura obtenidos en el laboratorio B en restauraciones de disilicato de litio, resina compuesta y cerámicas híbridas

En el caso del laboratorio B, en la restauración de disilicato de litio la máxima presión antes de la deformación se produjo a los 2050,16 N y la mínima a los 805,56 N (ver gráfico 4).

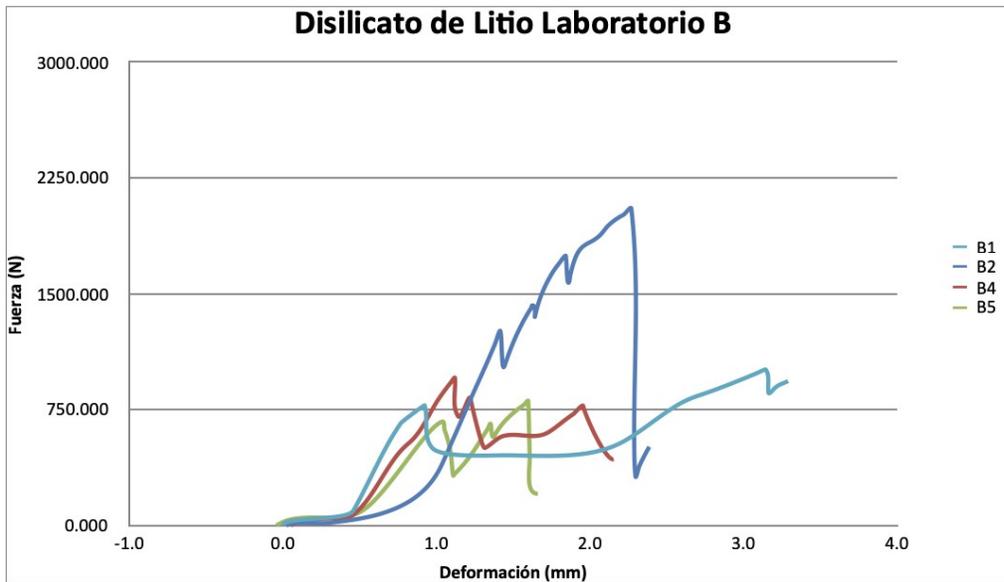


Gráfico 4: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina universal. Material: disilicato de litio. Laboratorio B.

En cuanto a las restauraciones de resina compuesta del laboratorio B, el gráfico 5 expone que la máxima resistencia sucedió a los 1397,48 N y la mínima a los 707,56 N.

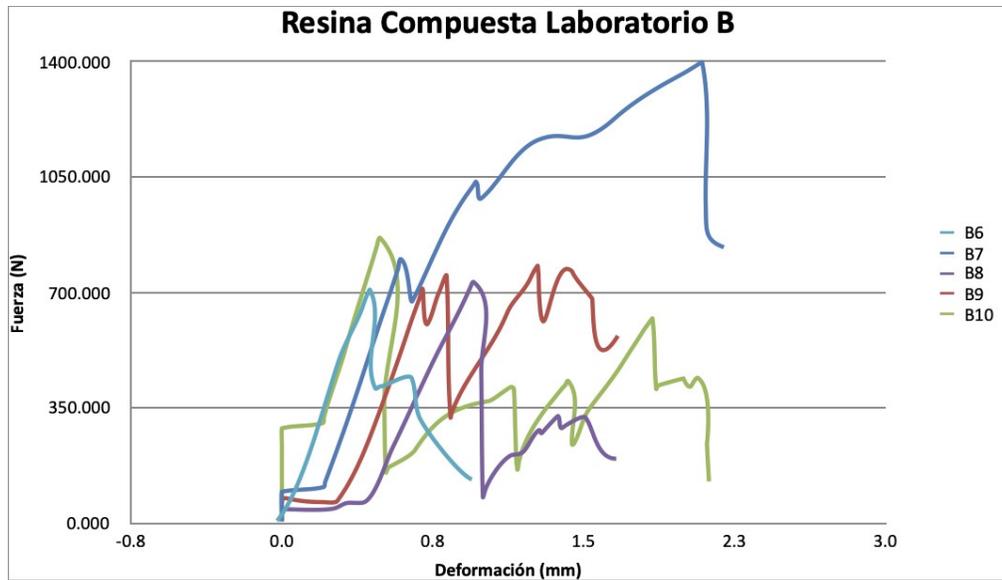


Gráfico 5: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina universal. Material: resinas compuestas. Laboratorio B.

Los resultados obtenidos en las muestras realizadas por el laboratorio B en las restauraciones de cerámicas híbridas indican que la máxima presión resistida fue de 1718,92 N y la menor de 748,72 N (ver gráfico 6).

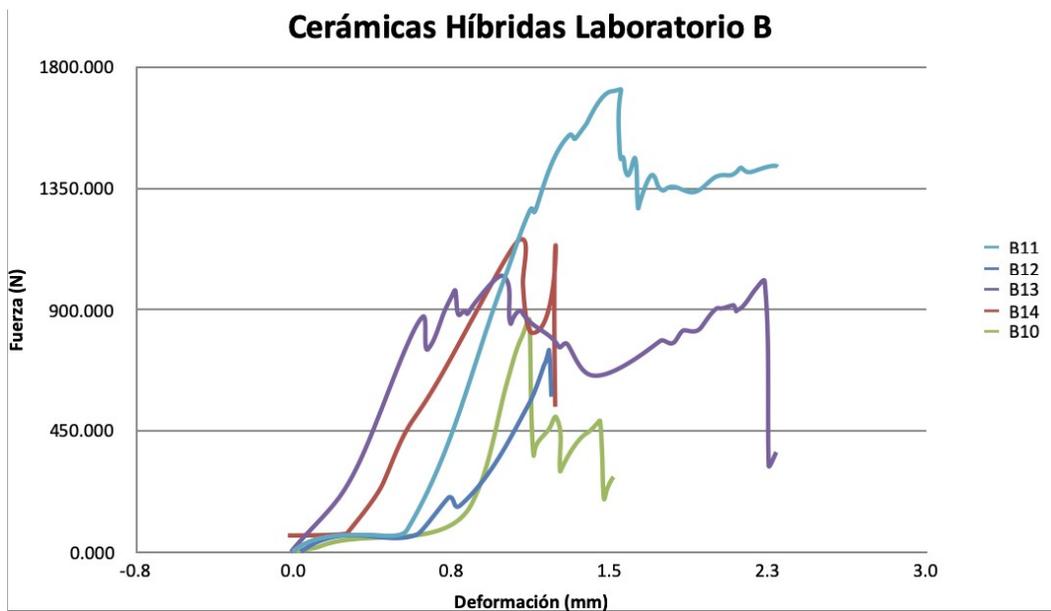


Gráfico 6: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina universal. Material: cerámicas híbridas. Laboratorio B.

9.5. Resultados de resistencia a la fractura obtenidos en el laboratorio C en restauraciones de disilicato de litio, resina compuesta y cerámicas híbridas

Los resultados obtenidos en las muestras elaboradas por el laboratorio C en el material de disilicato de litio arrojaron que la mayor presión resistida antes de comenzar a deformarse fue de 1713,04 N, y la menor de 509,60 N (ver gráfico 7).

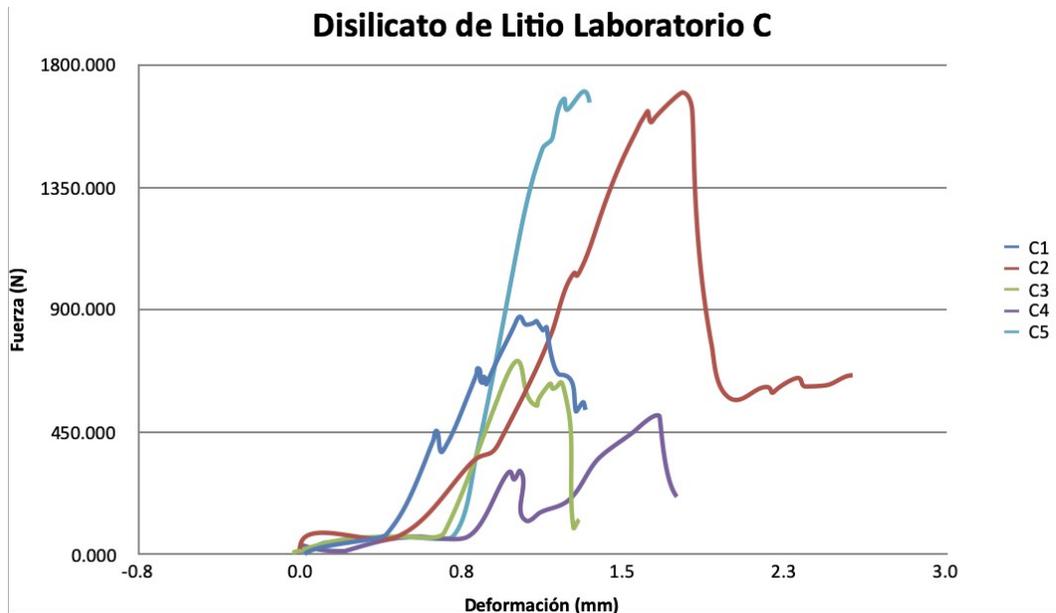


Gráfico 7: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina universal. Material: disilicato de litio. Laboratorio C.

Con respecto a las restauraciones producidas en resinas compuestas por el laboratorio C, en el gráfico 8 observamos que la resistencia a la presión máxima fue de 1432,76 N y la menor de 687,96 N.

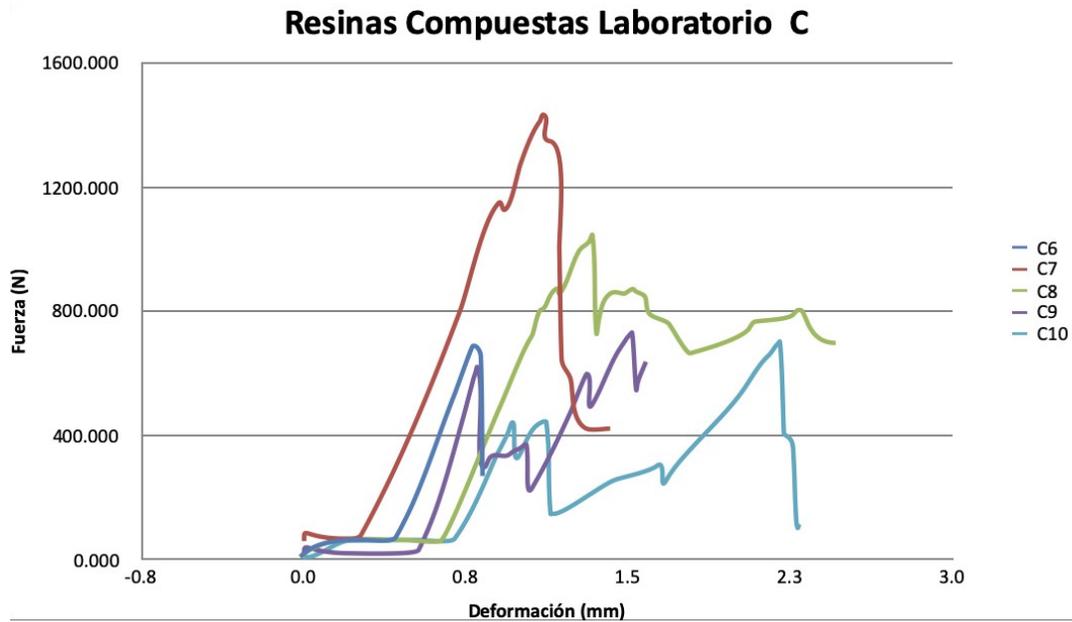


Gráfico 8: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina universal. Material: resinas compuestas. Laboratorio C.

Por último, en cuanto a las restauraciones de cerámicas híbridas del laboratorio C, el mayor resultado indicó una presión de 1581,72 N y el menor una de 513,52 N (ver gráfico 9).

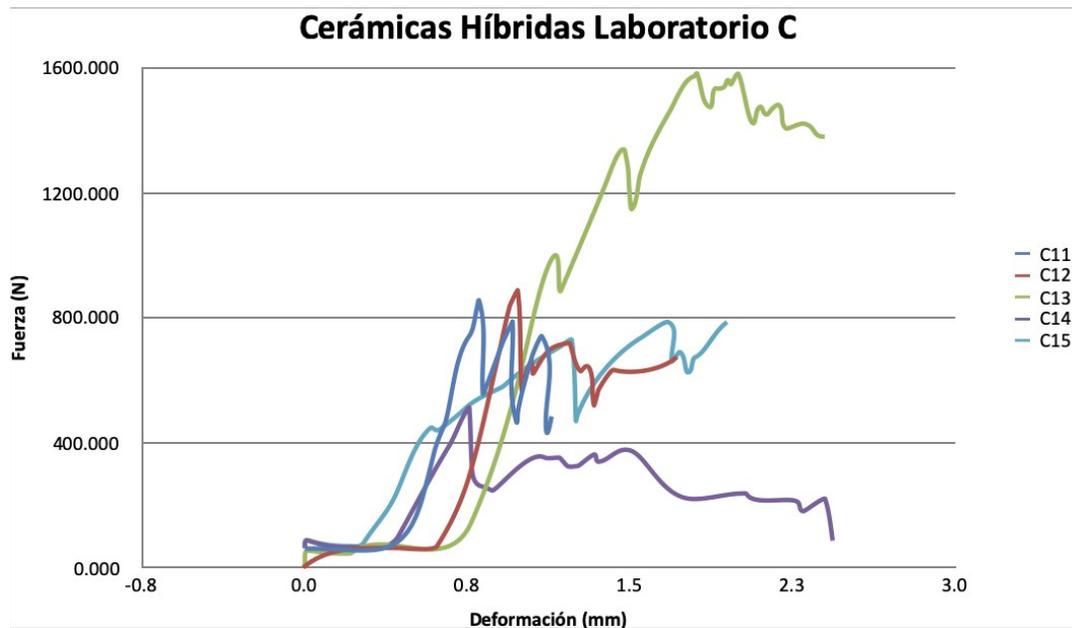


Gráfico 9: Resultados obtenidos a través del programa de recolección de datos. Máquina universal. Material: cerámicas híbridas. Laboratorio C.

De acuerdo con el tamaño de la muestra, se recurrió a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para determinar si era plausible utilizar el test paramétrico ANOVA a fin de analizar estadísticamente los datos obtenidos en la investigación (ver tabla 5).

Tabla 5: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Prueba de normalidad Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
Disilicato de litio	0,912	15	0,144
Resinas compuestas	0,712	15	0,230
Cerámicas híbridas	0,910	15	0,134

La prueba de normalidad Shapiro-Wilk confirma que se puede utilizar el test paramétrico ANOVA para el análisis de los datos. Por lo tanto, los resultados correspondientes a cada laboratorio nos permiten elaborar la siguiente tabla para compararlos:

Tabla 6: Comparación de los resultados de resistencia a la fractura por material (disilicato de litio, resina compuesta y cerámicas híbridas) elaboradas por los laboratorios A, B y C.

Material	Laboratorio A	Laboratorio B	Laboratorio C	F	Valor de p^*
	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$		
Disilicato de litio	1037.78 ± 488.06	1263 ± 511.02	1259.65 ± 540.74	0,317	0,734
Resina compuesta	1083.69 ± 583.27	896.11 ± 286.63	919.63 ± 322.36	0,298	0,748
Cerámicas híbridas	917.86 ± 235.86	1102.30 ± 378.43	924.73 ± 395.69	0,461	0,641

Fuente: datos obtenidos del estudio, *ANOVA.

Para evaluar si existen diferencias significativas con respecto a la resistencia a la fractura del material disilicato de litio entre los tres laboratorios estudiados, se compararon los resultados de resistencia a la fractura de las muestras de cada uno, lo que arrojó un valor de p de 0.734. Al ser mayor que el nivel de significancia de 0.05, se acepta la hipótesis nula y se puede afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las restauraciones de disilicato de litio elaboradas por los laboratorios mencionados.

Para evaluar si existen diferencias significativas con respecto a la resistencia a la fractura del material resina compuesta entre los tres laboratorios estudiados, se compararon los resultados de resistencia a la fractura de las muestras de cada uno, lo que arrojó un valor de p de 0.748. Al ser mayor que el nivel de significancia de 0.05, se acepta la hipótesis nula y se puede afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las restauraciones de resina compuesta elaboradas por los laboratorios mencionados.

Para evaluar si existen diferencias significativas con respecto a la resistencia a la fractura del material cerámicas híbridas entre los tres laboratorios estudiados, se compararon los resultados de resistencia a la fractura de las muestras de cada uno, lo que arrojó un valor de p de 0.641. Al ser mayor que el nivel de significancia de 0.05, se acepta la hipótesis nula y se puede afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las restauraciones de cerámicas híbridas elaboradas por los laboratorios mencionados.

10. DISCUSIÓN

En odontología contamos con una amplia cantidad, variedad, calidad y marcas de materiales para rehabilitar piezas dentales posteriores de forma parcial y total de forma adhesiva. En este estudio se pusieron a prueba los tres materiales más utilizados para realizar dichas restauraciones: el disilicato de litio, la resina compuesta y las cerámicas híbridas. Se tomó como referencia a tres de los principales laboratorios de Guatemala para determinar si la calidad de los materiales utilizados cumple con la resistencia a la fractura reportada en la literatura y así tener la certeza de que estos laboratorios dentales nacionales utilizan materiales que cumplen con esta característica en concreto. Se tomaron como muestra 45 piezas dentales, las cuales fueron seleccionadas sobre la base de los criterios de inclusión y exclusión descritos. Las muestras fueron sometidas a pruebas de resistencia a la fractura en una máquina de ensayo universal en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Como resultado de esta investigación se obtuvieron los siguientes resultados.

Laboratorio A:

Para las muestras elaboradas en disilicato de litio, el mayor resultado obtenido fue de 1873,76 N y el menor de 705.60 N, dando una media de 1037.78 N, con una desviación estándar de 488.06 (ver tabla 4). Estos datos son similares a los reportados por Taha y colaboradores en el año 2018. (6)

En cuanto a las muestras elaboradas en resina compuesta, el mayor resultado fue de 2110,92 N y el menor de 735 N, lo que arroja una media de 1083,69 N, con una desviación estándar de 583,27 (ver tabla 4).

Los resultados obtenidos en el material cerámicas híbridas muestran un máximo de 1156,4 N y un mínimo de 521,36 N, con una media de 917,87 N y una desviación estándar de 235,86 (ver tabla 4).

A partir de los datos recabados, se determinó que los resultados de las pruebas sobre los materiales utilizados para restauraciones parciales adhesivas posteriores solicitadas al laboratorio A se encuentran dentro de los rangos que se reportan en la literatura internacional.

Laboratorio B:

El mayor resultado obtenido en las pruebas sobre el material disilicato de litio fue de 2050,16 N, el menor de 805,56 N, con una media de 1263,96 N y una desviación estándar de 511,02.

En resina compuesta, se obtuvo un máximo de 1397,48 N, un mínimo de 707,56 N, lo que da una media de 896,11, con una desviación estándar de 286,63. Los resultados son comparables con los reportados por Altier y colaboradores en 2018. (4)

Los resultados de las pruebas sobre cerámicas híbridas indican que la mayor resistencia soportada fue de 1718,92 N, la menor de 748,72 N, una media de 1102,3 N, con una desviación estándar de 378,43.

Los datos demuestran que los resultados de las pruebas sobre los materiales del laboratorio B para la elaboración de restauraciones parciales adhesivas posteriores se encuentran dentro de los rangos que se reportan en la literatura internacional.

Laboratorio C:

En las pruebas de resistencia a la fractura sobre restauraciones elaboradas con disilicato de litio, el mayor valor se ubicó en 1713,04 N, el menor el 509,60 N, con una media de 1259,65 N y una desviación estándar de 540,74.

En el caso de la resina compuesta, la resistencia máxima fue de 1432,76 N, la menor de 687,96 N, lo que establece una media de 919,63 N, con una desviación estándar de 322,36.

En el material cerámicas híbridas, el mayor resultado fue de 1581,72 N, el menor de 513,52 N, dando como media 924,73 N, con una desviación estándar de 395,69. Simsek y Derelioglu reportaron datos similares en 2016. (3)

Los datos obtenidos en los materiales utilizados por el laboratorio C se comparan con los reportados por la literatura internacional para la elaboración de restauraciones parciales adhesivas posteriores.

Por otro lado, en este estudio se obtuvieron resultados de valor p 0,734 para el material disilicato de litio, resultados similares a los reportados en 2018 por los estudios de Andrade y colaboradores (5) y Altier y colaboradores (4): en ambos se informa que el disilicato de litio fue el material que más cargas resistió sin indicios de fractura y que no hubo diferencias estadísticamente significativas con el mismo material de diferente casa comercial.

En el caso de las resinas compuestas, la presente investigación arrojó un valor de p 0,748, resultados similares a los obtenidos por Simsek y Derelioglu en 2016 (3), los cuales reportaron un valor de p mayor a 0,05 al comparar Gradia composita indirecta con resina compuesta indirecta de otra casa comercial, sin diferencias estadísticamente significativas. En consonancia con esto, Altier y colaboradores, en 2018, también obtuvieron un valor de p mayor a 0,05 para resinas compuestas directas e indirectas, abordando así a la conclusión de que no existen diferencias estadísticamente significativas al estudiar la resistencia a la fractura en resinas compuestas.

En cuanto a las cerámicas híbridas, el valor de p obtenido en este estudio fue de 0,641, también mayor al 0,05, como reportan Simsek y Derelioglu en 2016 en su estudio de la resistencia a la fractura en el mismo material. (3) En 2018, Altier y colaboradores informaron un valor de p 0,55 (4), resultado similar al reportado en esta investigación, lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la resistencia a la fractura al comparar el material cerámicas híbridas.

Por lo tanto, a partir de los resultados que se expresan, se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la resistencia a la fractura entre los materiales estudiados que se utilizan para elaborar restauraciones parciales adhesivas posteriores en los tres laboratorios locales analizados.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. Conclusiones

1. Se constató que la calidad de los materiales dentales (resina compuesta, disilicato de litio y cerámicas híbridas) utilizados en los laboratorios dentales de Guatemala como materia prima para las restauraciones parciales adhesivas posteriores presentan unos estándares de calidad adecuados y corresponden con lo reportado en la literatura.
2. Se determinó que no hay diferencia significativa dentro de las restauraciones de disilicato de litio entre los tres laboratorios nacionales evaluados en el estudio; los resultados de las pruebas con el mismo material son similares para todos los laboratorios estudiados.
3. Se determinó que no hay diferencia significativa dentro de las restauraciones de resina compuesta entre los tres laboratorios nacionales evaluados en el estudio; los resultados de las pruebas con el mismo material son similares para todos los laboratorios estudiados.
4. Se determinó que no hay diferencia significativa dentro de las restauraciones de cerámicas híbridas entre los tres laboratorios nacionales evaluados en el estudio; los resultados de las pruebas con el mismo material son similares para todos los laboratorios estudiados.
5. Se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los materiales utilizados por los tres laboratorios nacionales que participaron del estudio, y que los resultados son similares a los que se reportan en la literatura internacional.
6. Los tres laboratorios difieren en los tiempos y formas de entrega, en la calidad del servicio al cliente y en los costos por restauración, todos presentaron resultados similares en la resistencia a la fractura de los materiales que se utilizan para las restauraciones parciales adhesivas posteriores.

11.2. Recomendaciones

Realizar más estudios que evalúen diferentes materiales restauradores para restauraciones parciales adhesivas posteriores utilizadas por los laboratorios de Guatemala.

Realizar análisis adicionales para monitorear otras características presentes dentro de las restauraciones parciales adhesivas posteriores y su cumplimiento por parte de los laboratorios nacionales.

Realizar más estudios con los materiales empleados para restauraciones parciales adhesivas posteriores en los cuales podamos determinar la adaptación marginal de las restauraciones en las cavidades, el terminado de las restauraciones y los daños que puedan sufrir las piezas dentales al ser sometidas a pruebas de resistencia a la fractura.

12. RECURSOS Y TIEMPO

12.1. Recursos y materiales

- 45 premolares naturales superiores o inferiores extraídos por los programas de cirugía oral y maxilofacial del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social y por el Hospital Roosevelt
- Instrumental rotatorio (fresas de diamante)
- 15 restauraciones parciales adhesivas posteriores de disilicato de litio
- 15 restauraciones parciales adhesivas posteriores de cerámicas híbridas
- 15 restauraciones parciales adhesivas posteriores de resina compuesta
- Escáner intraoral Medit i600
- Materiales para el proceso adhesivo:
 - ácido ortofosfórico Ultraedge de Ultradent al 35%
 - primer y adhesivo Octibond FL
 - cemento U200 3M ESPE
 - silano Ultradent
 - ácido fluorhídrico Ultradent al 9%
- Bases de acrílico autopolimerizable
- Máquina de ensayo para medir la resistencia a la fractura marca Instron

12.2. Análisis de datos

Se utilizó el programa Epi info™ 7.2.5 para el análisis de los datos. Los datos fueron comparados utilizando el análisis de varianza (ANOVA), tomando un intervalo de confianza del 95% y un valor de $p < 0.05$.

12.3. Cronograma y tiempo de trabajo

El tiempo estimado para la realización del trabajo desde la aprobación del protocolo hasta la entrega de resultados fue de un mes y medio, tiempo necesario para realizar la toma de impresión y el pedido de las restauraciones parciales adhesivas posteriores a los laboratorios, para aplicarlas a las piezas dentales y efectuar las pruebas de resistencia a la presión.

	Agosto 2023 - Enero 2024	Febrero 2024	Marzo 2024			
Protocolo						
Revisión por coordinadores de Investigación						
Recolección de datos						
Análisis de datos						
Entrega de resultados						

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dietschi, D., Magne, P., & Holz, J. (1994). Recent trends in esthetic restorations for posterior teeth. *Quintessence international* (Berlin, Germany : 1985), 25(10), 659–677.
2. Gurrea, Jon. (2021). Restauraciones parciales posteriores indirectas. Protocolo clínico. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica*, 23(2), 8-22. https://www.researchgate.net/publication/356912220_Restauraciones_parciales_posteriores_indirectas_Protocolo_clinico_-_Jon_Gurrea
3. Simsek, H., & Derelioglu, S. (2016). In Vitro Comparative Analysis of Fracture Resistance in Inlay Restoration Prepared with CAD-CAM and Different Systems in the Primary Teeth. *BioMed research international*, <https://doi.org/10.1155/2016/4292761>
4. Altier, M., Erol, F., Yildirim, G., Dalkilic, E. (2018) Fracture Resistance and Failure Modes of Lithium Disilicate or Composite Endocrowns. *Nigerian Journal of Clinical Practice* 21 (7), pp: 821-826, | DOI: 10.4103/njcp.njcp_175_17.
5. Andrade, J. P., Stona, D., Bittencourt, H. R., Borges, G. A., Burnett, L. H., Spohr, A. M. (2018) Effect of Different Computeraided Design/ Computer-aided Manufacturing (CAD/CAM) Materials and Thicknesses on the Fracture Resistance of Occlusal Veneers. *Oper. Dent.*, 2018; 43 (5): 539–548. doi: <https://doi.org/10.2341/17-131-L>.
6. Taha, D., Spintzyk, S., Sabet, A., Wahsh, M., Salah, T. (2018). Assessment of marginal adaptation and fracture resistance of endocrown restorations utilizing different machinable blocks subjected to thermomechanical aging. *J Esthet Restor Dent.*, 2018; 30: 319–328. <https://doi.org/10.1111/jerd.12396>
7. Iglesia Puig, M. (2020). Restauraciones de recubrimiento parcial indirectas adheridas en sectores posteriores: indicaciones actuales. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica*, 22(2), 20-38.
8. Ferraris F. (2017). Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and adhesthetics clinical protocol. *Int J Esthet Dent*, 12(4), 482–502.
9. Veneziani M. (2017). Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique. *Int J Esthet Dent*, 12(2): 204-230.

10. Cardoso, J. A., Venuti, P., Almeida, P. J., Costa, R., Lapa, H. C., & Afonso, L. (2023). Clinical guidelines for posterior restorations based on Coverage, Adhesion, Resistance, Esthetics, and Subgingival management. The CARES concept: Part II - full-contour resistive crowns with vertical preparation. *Int J Esthet Dent*, 18(4), 346–365.
11. Dietschi, D., & Spreafico, R. (2019). Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part III. A case series with long-term clinical results and follow-up. *The international journal of esthetic dentistry*, 14(2), 118–133.
12. Kessler, A., Hickel, R., & Reymus, M. (2020). 3D Printing in Dentistry-State of the Art. *Operative dentistry*, 45(1), 30–40. <https://doi.org/10.2341/18-229-L>
13. Ivoclar Vivadent AG (2008), E.max Press, Instrucciones de uso, Lietchestein.
14. Ivoclar Vivadent AG (2009), E.max Cad, Instrucciones de uso Clínica, Lietchestein
15. Amesti-Garaizabal, A., Agustín-Panadero, R., Verdejo-Solá, B., Fons-Font, A., Fernández-Estevan, L., Montiel-Company, J., & Solá-Ruíz, M. F. (2019). Fracture Resistance of Partial Indirect Restorations Made With CAD/CAM Technology. A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of clinical medicine*, 8(11), 1932. <https://doi.org/10.3390/jcm8111932>
16. Sedrez-Porto, J., Da Rosa, W., Da Silva, A., Münchow, E., & Pereira-Cenci, T. (2016). Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 52: 8-14.
17. 3M, 3ESPE Impregum™ Soft Material de Impresión de Poliéter: Perfil técnico del producto. Disponible en https://multimedia.3m.com/mws/media/185490O/impregum-soft-technical-profile.pdf?fn=imp_soft_tech_profile_es.pdf
18. Ting-Shu, S., & Jian, S. (2015). Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 24(4), 313–321. <https://doi.org/10.1111/jopr.12218>
19. McLaren, E. A., Figueira, J., & Goldstein, R. E. (2015). Vonlays: a conservative esthetic alternative to full-coverage crowns. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 36(4), 282–289.

20. Cerutti, A., Mangani, F., Putignano, A., Re, D., (2009). Restauraciones estéticas-adhesivas indirectas parciales en sectores posteriores, Amolca (ed.), Lombardi, A. (trad).
21. VITA, (2023). Cerámica híbrida VITA ENAMIC®, Información para odontólogos.
22. Ritter, A. V., Nunes, M. F. (2003). Longevity of ceramic inlays/onlays: Part II. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 15(1), 60–63. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2003.tb00284.x>
23. El-Mowafy, O., & Brochu, J. F. (2002). Longevity and clinical performance of IPS-Empress ceramic restorations—a literature review. *Journal (Canadian Dental Association)*, 68(4), 233–237.
24. Morimoto, S., Rebello de Sampaio, F. B., Braga, M. M., Sesma, N., & Özcan, M. (2016). Survival Rate of Resin and Ceramic Inlays, Onlays, and Overlays: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of dental research*, 95(9), 985–994. <https://doi.org/10.1177/0022034516652848>
25. Abduo, J., & Sambrook, R. J. (2018). Longevity of ceramic onlays: A systematic review. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 30(3), 193–215. <https://doi.org/10.1111/jerd.12384>
26. Vagropoulou, G. I., Klifopoulou, G. L., Vlahou, S. G., Hirayama, H., & Michalakis, K. (2018). Complications and survival rates of inlays and onlays vs complete coverage restorations: A systematic review and analysis of studies. *Journal of oral rehabilitation*, 45(11), 903–920. <https://doi.org/10.1111/joor.12695>
27. Galiatsatos, A., Galiatsatos, P., & Bergou, D. (2022). Clinical Longevity of Indirect Composite Resin Inlays and Onlays: An Up to 9-Year Prospective Study. *European journal of dentistry*, 16(1), 202–208. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1735420>
28. Asociación Colombiana de Prostodoncia (2021). Protocolos de adhesión en Odontología.

29. Pineda, E., de Alvarado, E., de Canales., F. (1994), Metodología de la investigación: Manual para el desarrollo de personal de salud. 2a ed. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud.

13. ANEXO I

Hoja de recolección de datos

	Laboratorio A Newtons	Laboratorio B Newtons	Laboratorio C Newtons
Disilicato de Litio 1			
Disilicato de Litio 2			
Disilicato de Litio 3			
Disilicato de Litio 4			
Disilicato de Litio 5			
Resina Compuesta 1			
Resina Compuesta 2			
Resina Compuesta 3			
Resina Compuesta 4			
Resina Compuesta 5			
Cerámicas Híbridas 1			
Cerámicas Híbridas 2			
Cerámicas Híbridas 3			
Cerámicas Híbridas 4			
Cerámicas Híbridas 5			



ANEXO 1

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala

**PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN
HOJA DE FIRMAS**

Título del Protocolo de Investigación:

Cooperación de la resina en la fructura en restauración
parciales adhesivas posteriores de resinas composites, clasificación
de tipo mecanico híbridos e híbridos en laboratorios
de Guatemala con las estándares internacionales.

Profesor Asesor:

Juan Antonio Martínez Jarama
(nombre completo)

[Firma]
(firma)

VoBo:

Juan Antonio Martínez Jarama
(nombre completo del Coordinador de la Maestría)

[Firma]
(firma)

Carlos Guillermo Alvarado Domínguez
(nombre completo del Director de Postgrado)

[Firma]
(firma)



ANEXO 2

APROBACIÓN FINAL DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN:

Juan Antonio Martínez
(nombre completo del Profesor Asesor)

[Firma]
(firma)

Bienvenido Arzúeta Hernández
(nombre completo del Coordinador y/o Revisor de Investigación)

B. Arzúeta
(firma)

Juan Antonio Martínez
(nombre completo del Coordinador de Maestría)

[Firma]
(firma)

Carlos Alberto Campos
(nombre completo del Director de Postgrado)

[Firma]
(firma)

Nombres y firmas de los docentes que aprobaron la presentación del protocolo de investigación (mínimo 3).

Juan Antonio Martínez

José Luis Campos

Byron Valenzuela

[Firma]

[Firma]



ANEXO 3

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
HOJA DE FIRMAS**

Título del Trabajo de Investigación:

Comparación de la resistencia a la fractura a postcraquelé
resinas adhesivas posteriores de resina compuesta, disilicatos
de litio y cerámicas híbridas elaboradas en laboratorios
de Guatemala con los estándares internacionales

APROBACIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Juan Antonio Martínez J.
(nombre completo del Profesor Asesor)

[Firma]
(firma)

Bienvenido Arquesa Hernández
(nombre completo del Coordinador de Investigación)

B. Arquesa
(firma)

Juan Antonio Martínez Jarama
(nombre completo del Coordinador de Maestría)

[Firma]
(firma)

Carlos Alvarado Bero
(nombre completo del Director de Postgrado)

[Firma]
(firma)



ANEXO 4

Nombres y firmas de los profesores nombrados en la terna examinadora que aprobaron la tesis final de investigación:

Pedro A. López
(nombre completo)
[Firma]
(firma)

Nandy Avedo Avedo
(nombre completo)
[Firma]
(firma)

Maria del Rosario Godínez
(nombre completo)
[Firma]
(firma)



Ref. adcobiusac.002-2024
Guatemala, 28 de febrero de 2024

Doctor
Gustavo De la Roca García
Programa de Estudios de Postgrado
Maestría de Rehabilitación Oral
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos
Ciudad

Estimado Dr. De la Roca:

Reciba un afectuoso saludo de parte del Comité de Bioética en Investigación en Salud de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Por este medio, informamos a usted que derivado de la revisión del proyecto titulado: **“Comparación de la resistencia a la fractura en restauraciones parciales adhesivas posteriores de resina compuesta, disilicato de litio y cerámicas híbridas elaboradas en laboratorios de Guatemala con los estándares internacionales”** el comité considera que éste protocolo no necesita ser evaluado ya que no involucra sujetos humanos. Dicho proyecto ingresó de forma virtual al correo del comité el día lunes 19 de febrero de 2024.

Agradecemos su interés en avocarse a nuestro comité y felicitamos los objetivos de su proyecto.

Muy atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ana Sofía Fabián Ortiz B.S.
Administradora
Comité de Bioética en Investigación
En Salud –USAC-



Vo.Bo. Lic. Marco Antonio García Enríquez
Presidente
Comité de Bioética en Investigación
En Salud –USAC-