

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Bibliotecas Bucaramanga
Universidad Santo Tomás

**CARILLAS CERÁMICAS EN
PREMOLARES: RELACIÓN ENTRE LA PREPARACIÓN
DENTAL Y RESISTENCIA A LA FRACTURA**

Carlos Alberto Medina Cuadros

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Rehabilitador
Oral**

**Director
Bernardo Enrique Mesa
Td. Tecnólogo en Laboratorio Dental**

**Universidad Santo Tomas, Bucaramanga
División Ciencias de la Salud
Rehabilitación Oral
2015**

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	8
A. Planteamiento del Problema	8
B. Justificación	9
C. Objetivo General	11
1. <i>Objetivos específicos</i>	11
II. MARCO TEÓRICO	12
A. Evolución histórica	12
B. Definición de carilla cerámica	13
1. <i>Ventajas</i>	13
a. <i>Método de tratamiento mínimamente invasivo</i>	13
b. <i>Forma, posición y apariencia superficial</i>	13
c. <i>Color</i>	13
d. <i>Duración</i>	14
e. <i>Transmisión de la luz</i>	14
f. <i>Respuesta de los tejidos</i>	14
g. <i>Rapidez y simplicidad</i>	14
h. <i>Técnica de dificultad media</i>	14
2. <i>Inconvenientes</i>	15
a. <i>Preparación</i>	15
b. <i>Procedimientos de adhesión</i>	15

<i>c. Fractura</i>	15
<i>d. Procedimientos de laboratorio</i>	15
3. <i>Indicaciones</i>	15
<i>a. Diastemas</i>	15
<i>b. Tinciones dentarias</i>	16
<i>c. Malposiciones moderadas</i>	16
<i>d. Dientes deciduos</i>	16
<i>e. Diente conoide</i>	17
<i>f. Cambios en la textura superficial dentaria</i>	17
<i>g. Prolongación del borde incisal y Fracturas dentarias</i>	17
<i>h. Otras indicaciones</i>	17
4. <i>Contraindicaciones</i>	17
C. <i>Composición y propiedades de la cerámica</i>	18
D. <i>Preparaciones dentales para las carillas cerámicas</i>	19
1. <i>Sin reducción dentaria</i>	19
2. <i>Con reducción dentaria</i>	20
<i>a. Carilla convencional: preparación Vestibular</i>	20
<i>b. Carilla convencional: preparación del margen cervical</i>	20
<i>c. Carilla convencional: preparación de las superficies proximales</i>	20
<i>d. Carilla convencional: preparación de la superficie lingual</i>	21
<i>e. Preparación dental de la carilla convencional vrs carilla completa</i>	21

<i>f. Preparación dental no convencional</i>	21
<i>g. Otras Preparaciones dentales</i>	22
E. Complejo diente/cemento/carilla	22
F. Clasificación de la cerámica de acuerdo a su composición	23
1. <i>Cerámica de Silicato</i>	23
<i>a. Cerámica Feldespática</i>	23
<i>b. Cerámica de Alúmina</i>	24
2. <i>Cerámica de Oxido</i>	24
<i>a. Cerámica de oxido de aluminio</i>	24
<i>b. Cerámica de oxido de Zirconio</i>	24
G. Elección del material según indicaciones clínicas para carillas cerámicas	25
H. Éxito estético de las carillas cerámicas	25
I. Factores de fracaso clínico de las carillas cerámicas	26
J. Uso de la máquina de prueba universal	27
K. Estudio in vitro vs estudio in vivo	27
III. MATERIALES Y METODOS	28
A. Tipo de estudio	28
B. Muestra del estudio	28
C. Criterios de selección	28
1. <i>Criterios de inclusión</i>	28
2. <i>Criterios de exclusión</i>	28

D. Variables	28
E. Operacionalización de variables	28
F. Procedimiento	29
G. Consideraciones éticas	35
IV. RESULTADOS	36
V. DISCUSIÓN	42
A. Conclusiones	43
B. Recomendaciones	43
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Premolar natural sano, con un promedio de longitud de corona clínica de 8,5mm	30
<i>Figura 2.</i> Los premolares naturales sanos seleccionados, en los cubos de acrílicos ya rotulados	30
<i>Figura 3.</i> Premolar natural sano con preparación tipo ventana, grupo 1	31
<i>Figura 4.</i> Llave de Silicona previo y preparación con fresas `J` estandarizadas	31
<i>Figura 5.</i> A: Diente sin preparación. B: Diente con preparación tipo ventana. C: Diente con reducción de 2 mm incisal sin chámfer palatino. D: Diente en carilla completa con reducción incisal de 3 mm extendido 2 mm en palatino	32
<i>Figura 6.</i> Verificación con llave de silicona	33
<i>Figura 7.</i> Carilla cerámica feldespática VITA MarkII CAD CAM con el sistema CEREC Sirona	33
<i>Figura 8.</i> Cementación de Carilla Cerámica Feldespatica VITA Mark II, CAD CAM CEREC Sirona	34
<i>Figura 9.</i> Colocación de Premolares con las carillas cerámicas cementadas en la Maquina Universal de Fuerza	35
<i>Figura 10.</i> Distribución del tiempo de fractura	36
<i>Figura 11.</i> Distribución de la resistencia a la fractura total	37
<i>Figura 12.</i> Distribución del tiempo de preparación dental según la marca	38
<i>Figura 13.</i> Distribución del tiempo de preparación dental según la marca	39
<i>Figura 14.</i> Medias del tiempo de fractura según tipo de preparación	40
<i>Figura 15.</i> Medias de la resistencia a la fractura según tipo de preparación	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de variables	31
Tabla 2. Distribución general del tiempo de fractura y resistencia a la fractura medidas de tendencia central y dispersión	36
Tabla 3. Distribución del tiempo de fractura según el tipo de preparación	37
Tabla 4. Distribución de la resistencia a la fractura según el tipo de preparación	38
Tabla 5. Comparaciones múltiples diferencias de medias del tiempo de fractura según el tipo de preparación	39
Tabla 6. Comparaciones múltiples diferencias de medias del resistencia a la fractura según el tipo de preparación	40

LISTA DE APENDICES

Apéndice 1	Resistencia a la fractura A1	51
Apéndice 2	Resistencia a la fractura A2	51
Apéndice 3	Resistencia a la fractura A3	51
Apéndice 4	Resistencia a la fractura A4	51
Apéndice 5	Resistencia a la fractura A5	51
Apéndice 6	Resistencia a la fractura A6	51
Apéndice 7	Resistencia a la fractura A7	51
Apéndice 8	Resistencia a la fractura A8	51
Apéndice 9	Resistencia a la fractura A9	51
Apéndice 10	Resistencia a la fractura A10	51
Apéndice 11	Resistencia a la fractura A11	51
Apéndice 12	Resistencia a la fractura A12	51
Apéndice 13	Resistencia a la fractura A13	51
Apéndice 14	Resistencia a la fractura A14	51
Apéndice 15	Resistencia a la fractura A15	51
Apéndice 16	Resistencia a la fractura A16	51
Apéndice 17	Resistencia a la fractura A17	51
Apéndice 18	Resistencia a la fractura A18	51
Apéndice 19	Resistencia a la fractura A19	51
Apéndice 20	Resistencia a la fractura A20	51
Apéndice 21	Resistencia a la fractura B1	51
Apéndice 22	Resistencia a la fractura B2	51
Apéndice 23	Resistencia a la fractura B3	51
Apéndice 24	Resistencia a la fractura B4	51
Apéndice 25	Resistencia a la fractura B5	51
Apéndice 26	Resistencia a la fractura B6	51
Apéndice 27	Resistencia a la fractura B7	51
Apéndice 28	Resistencia a la fractura B8	51
Apéndice 29	Resistencia a la fractura B9	51
Apéndice 30	Resistencia a la fractura B10	51
Apéndice 31	Resistencia a la fractura B11	51
Apéndice 32	Resistencia a la fractura B12	51
Apéndice 33	Resistencia a la fractura B13	51
Apéndice 34	Resistencia a la fractura B14	51
Apéndice 35	Resistencia a la fractura B15	51
Apéndice 36	Resistencia a la fractura B16	51
Apéndice 37	Resistencia a la fractura B17	51
Apéndice 38	Resistencia a la fractura B18	51
Apéndice 39	Resistencia a la fractura B19	51
Apéndice 40	Resistencia a la fractura B20	51

Apendice 41	Resistencia a la fractura C1	51
Apendice 42	Resistencia a la fractura C2	51
Apendice 43	Resistencia a la fractura C3	51
Apendice 44	Resistencia a la fractura C4	51
Apendice 45	Resistencia a la fractura C5	51
Apendice 46	Resistencia a la fractura C6	51
Apendice 47	Resistencia a la fractura C7	51
Apendice 48	Resistencia a la fractura C8	51
Apendice 49	Resistencia a la fractura C9	51
Apendice 50	Resistencia a la fractura C10	51
Apendice 51	Resistencia a la fractura C11	51
Apendice 52	Resistencia a la fractura C12	51
Apendice 53	Resistencia a la fractura C13	51
Apendice 54	Resistencia a la fractura C14	51
Apendice 55	Resistencia a la fractura C15	51
Apendice 56	Resistencia a la fractura C16	51
Apendice 57	Resistencia a la fractura C17	51
Apendice 58	Resistencia a la fractura C18	51
Apendice 59	Resistencia a la fractura C19	51
Apendice 60	Resistencia a la fractura C20	51
Apendice 61	Resistencia a la fractura D1	51
Apendice 62	Resistencia a la fractura D2	51
Apendice 63	Resistencia a la fractura D3	51
Apendice 64	Resistencia a la fractura D4	51
Apendice 65	Resistencia a la fractura D5	51
Apendice 66	Resistencia a la fractura D6	51
Apendice 67	Resistencia a la fractura D7	51
Apendice 68	Resistencia a la fractura D8	51
Apendice 69	Resistencia a la fractura D9	51
Apendice 70	Resistencia a la fractura D10	51
Apendice 71	Resistencia a la fractura D11	51
Apendice 72	Resistencia a la fractura D12	51
Apendice 73	Resistencia a la fractura D13	51
Apendice 74	Resistencia a la fractura D14	51
Apendice 75	Resistencia a la fractura D15	51
Apendice 76	Resistencia a la fractura D16	51
Apendice 77	Resistencia a la fractura D17	51
Apendice 78	Resistencia a la fractura D18	51
Apendice 79	Resistencia a la fractura D19	51
Apendice 80	Resistencia a la fractura D20	51

I. INTRODUCCIÓN

Con la evolución de los procedimientos clínicos en tratamientos de estética dental, se realizan diversos tipos de preparación dental para carillas cerámicas en los premolares que intervienen en el plan de tratamiento estético y funcional; teniendo en cuenta el diseño general, posición, configuración de los márgenes, espacio libre oclusal necesario, y entre otros. Estos tipos de diseño, se han estructurado con la finalidad de obtener una rehabilitación con éxito, sin embargo existe controversia por establecer cuál es la preparación ideal; sin dejar atrás las diferentes circunstancias clínicas y los materiales cerámicos seleccionados para cada tipo de paciente. Las alteraciones de forma o color en los dientes posteriores saludables, representan una de las condiciones clínicas que demandan el uso de una carilla de cerámica muy fina en ese sector. Toda esta situación clínica ha contribuido en el uso de la carilla cerámica como una técnica moderna funcional que compromete mínimamente la estética del sector posterior.⁽³⁷⁾

El éxito del tratamiento con carillas cerámicas en premolares puede verse afectado por factores tales como: el color de la estructura subyacente, la carga a la cual será sometido y la preparación dental. Según lo anterior, el tipo de preparación dental y la carga a la cual están sometidos los premolares deben estar relacionados con los objetivos a conseguir; tales como la mejora de las propiedades mecánicas, mejora de las propiedades ópticas y una longevidad del tratamiento, aunque son muy escasos los estudios sobre preparación de premolares para restauraciones de cerámica de cobertura parcial.⁽³⁸⁾

Los datos clínicos disponibles a largo plazo para las restauraciones cerámicas de cobertura parcial en premolares, revelan que la fractura sigue siendo la complicación más común, a pesar de los tipos de preparaciones y los espesores de cerámica, siendo la cerámica feldespática una de las más utilizada en la mayoría de los estudios.

Es importante comprender las ventajas, limitaciones, requerimientos y propiedades de la cerámica dental para minimizar el riesgo de fractura que precisan reparaciones costosas o la necesidad de reemplazar la pieza de restauración por completo; causando incomodidad y un número de visitas innecesarias del paciente.⁽³⁷⁾

I.A. Planteamiento del Problema

Actualmente existe controversia entre la efectividad de realizar preparaciones para carillas cerámicas en premolares, es escasa la información sobre el efecto de las fuerzas masticatorias durante el funcionamiento de los premolares y el soporte de carga de la carilla. A pesar de los avances tecnológicos en los sistemas cerámicos, con propiedades mecánicas mejoradas, que permiten que sea utilizada en la zona posterior, se observa que el uso de carillas cerámicas en la región anterior está claro, pero no hay consenso sobre el uso de en la región posterior. Esto es porque los sistemas de cerámica, aunque ha mejorado sistemáticamente, muestran limitaciones mecánicas cuando se utiliza en la región posterior debido a la incapacidad inherente de la cerámica para absorber satisfactoriamente las fuerzas compresivas, lo que resulta en la aparición de pequeñas grietas, fracturas y defectos que conducen a fallos del sistema ⁽³⁹⁾

Son pocas las investigaciones *in vitro* que se pueden encontrar con relación a la influencia de las preparaciones para carillas cerámicas en premolares y la resistencia a la fractura^(4, 10) ya que está presente la dificultad para desarrollar sistemas similares al medio intraoral, ⁽³⁷⁾ que proporcionen condiciones ideales tales como: humedad, temperatura y fuerzas oclusales.

En la actualidad existe una gran demanda por restauraciones que proporcionen estética y durabilidad, lo cual ha generado un incremento en el uso de las carillas cerámicas en zona de premolares, que intervienen en la exposición de la sonrisa al momento de realizar tratamientos de estética dental. ⁽²⁾ Uno de sus principales objetivos es restaurar el premolar sin necesidad de realizar una preparación extensa o completa; ^(4, 5, 6, 7) como se presenta en el caso de las coronas. ⁽¹⁾ A su vez permiten realizar correcciones morfológicas, sin generar un compromiso gingival, proporcionando biocompatibilidad, estabilidad en color y contorno; siendo evidente su desempeño en un componente estético- funcional. Otros tratamientos conservadores como la microabrasión y blanqueamiento están indicados para premolares pigmentados; sin embargo las carillas cerámicas son la opción ideal para premolares que demandan compromiso estético⁴. Por medio de estos tratamientos conservadores se consigue mantener los componentes dentales y la vitalidad pulpar. ^(5, 8) En premolares desgastados, pigmentados o fracturados se han desarrollado carillas con diferentes diseños en la preparación dental según la necesidad. ^(4, 9, 10) .

El objetivo de las investigaciones realizadas sobre las propiedades de la cerámica, es utilizar las ventajas y minimizar las desventajas de dicho material considerando factores como la resistencia a la fractura marginal y la longevidad. ⁽¹¹⁾ Estudios previos que han medido de forma cuantitativa el comportamiento clínico de la cerámica a la fractura; estimaron una variante de resistencia al estrés de 45 a 95 MPa. ⁽¹¹⁾ El fracaso al estrés fue de 50% reportado en estos estudios sobre coronas cerámicas. La disminución de los valores de resistencia observadas clínicamente son el resultado de la sensibilidad, es decir, baja tenacidad a la fractura de las restauraciones cerámicas fabricadas debido a la presencia de defectos o irregularidades en la superficie de dichas restauraciones. ⁽¹¹⁾ Según diversas investigaciones *in vitro* las cuales simulan una descarga de fuerza al impacto, y estudios de fotoelasticidad, dicho material es frágil;

los estudios de durabilidad en las carillas cerámicas desde 1 mes hasta 15 años, ^(4, 5, 8) han reportado resultados de fracaso por pérdida de adherencia, microfiltración, caries o fractura. ^(4, 8) La fractura representa el 67% de fracaso después de un periodo observacional de 15 años pos-operatorio. La magnitud y el ángulo de carga incisal influye en el éxito a largo plazo. ⁽⁵⁾ Por otra parte la presencia de cracks pos-operatorios son la consecuencia de la microfiltración, inadecuada técnica de polimerización y termocurado. ⁽¹²⁾ El fracaso del tratamiento puede darse antes y durante la cementación de las carillas cerámicas, debido a una incorrecta manipulación de la restauración; ⁽⁸⁾ donde el operador es el responsable durante el procedimiento.

Teniendo en cuenta lo anterior, se genera la inquietud por identificar la posible influencia del diseño de la preparación dental y su extensión hacia la zona palatina o lingual. ⁽⁸⁾

I.B. Justificación

Es importante identificar los factores que pueden influir en el éxito de las carillas cerámicas en premolares, tales como: superficie del premolar, espesor de la porcelana, tipo y sistema adhesivo utilizado, adaptación marginal, estado periodontal, morfología dental, geometría de la preparación, contactos funcionales y parafuncionales en oclusión. ⁽⁵⁾ Una pobre higiene oral, fluorización o desmineralización severa del premolar son factores considerados para ser contraindicado el uso de carillas cerámicas; ⁽³⁾ de igual forma que en oclusiones con excesiva carga durante la función. Algunos autores afirman que deben estar sujetas solo en oclusiones con mínima carga. De acuerdo con esto Toh y col sugieren que sean usadas para un componente estético más no funcional, mientras que Friedman identifica las carillas cerámicas como una técnica de restauración que puede ofrecer un componente funcional y estético ante el estrés. ⁽⁵⁾

En relación con la adhesión en las carillas cerámicas, se desea disponer por lo menos en un 50 -70% de superficie con esmalte consiguiendo un mayor grabado. Otros estudios encuentran que el 52% de las carillas realizadas han involucrado la dentina a nivel marginal; ^(5, 14) esto es debido a que el espesor de esmalte en el tercio gingival es menor que en el resto de la superficie vestibular del premolar ^(5, 14) La fuerza de adhesión de la dentina es limitada por la presencia de humedad, sin embargo puede llegar a conseguirse. ⁽¹⁴⁾

En el complejo carilla/ cemento/ premolar; la carilla cerámica será el elemento más débil, así mismo entre mas preservación exista en la preparación dental aumentará significativamente la resistencia a la fractura. ⁽⁵⁾ Según lo anterior, es importante tener en cuenta las diferentes preparaciones dentales que han sido diseñadas y descritas en la literatura ^(5, 7, 9) donde el remanente dental determina si está indicado realizar una reconstrucción en composite o en cerámica.

Se han realizado innumerables estudios de carillas cerámicas en dientes anteriores que nos muestran un patron; Highton y col, determinaron el nivel de concentración de estrés en las carillas cerámicas, el cual puede ser reducido extendiendo la preparación dental del margen incisal consiguiendo distribuir las cargas oclusales sobre una

superficie más amplia que la preparación tipo “ventana”.⁽⁵⁾ Friedman reporta que el recubrimiento del borde incisal incrementa la adhesión y retención de la carilla al diente, mientras que Clyde y Gilmour señalan que la preparación tipo “ventana” limitada a la superficie del esmalte es resistente a las cargas axiales,⁽⁵⁾ Seymour y col reportaron que la preparación de cubrimiento incisal tiene mejor tolerancia a las cargas oclusales, con un nivel bajo de estrés a la compresión,⁽⁵⁾ mientras que estudios muestran que la preparación tipo “ventana” presenta una resistencia a la fractura similar a la de un diente sano, este diseño de preparación dental se caracteriza por brindar elasticidad, de modo que puede resistir a altas tensiones dinámicas.⁽⁵⁾

Otros autores como Weinberg sugieren una reducción de 1 mm del borde incisal con ángulos redondeados consiguiendo un efecto de translucidez de la carilla. Sheets y Taniguchi describen como preparación ideal, realizar un chamfer pesado por lingual que brinde un adecuado espesor para la cerámica, junto con un borde incisal redondeado. Según Calamia es recomendado realizar un recubrimiento del borde incisal con la carilla esto proporciona mayor resistencia y un mejor asentamiento de la carilla durante la cementación.⁽⁹⁾ En un estudio de análisis de elementos finitos 2D realizado por Troedson y Derand, se sugiere realizar una preparación con chámfer de recubrimiento palatino para conseguir la plena unión de la carilla al diente.⁽⁵⁾

Las evaluaciones clínicas reportan la frecuencia de fractura de las carillas cerámicas en el borde incisal, esto es debido a que dicha superficie se somete a mayor estrés durante la función.⁽⁵⁾ Clínicamente se han encontrado fracturas en mucho de los bordes incisales de las carillas cerámicas debido al gran estrés; es por esto que sugiere realizar un chamfer palatino consiguiendo una mayor resistencia de la cerámica.⁽⁹⁾ Según los diferentes diseños de las preparaciones dentales; realizar un chámfer con hombro redondeado es el diseño que mas proporciona resistencia estructural, sin embargo aun no existe un acuerdo en la posible extensión lingual en las preparaciones para carillas cerámicas.⁽⁵⁾

Teniendo en cuenta los autores citados, existe controversia entre los diseños adecuados de la preparación dental para carillas cerámicas, mucha de la información relacionada es reportada en preparaciones en dientes anteriores sin involucrar premolares que hoy en día intervienen en los tratamientos estéticos funcionales, evidenciándose la necesidad de identificar el tipo de preparación para carilla cerámica ideal en esta zona de importancia funcional y estética, controlando y previniendo las causas y frecuencia de los cracks en estas restauraciones;⁽⁸⁾ a su vez no se aborda con amplitud en los diferentes estudios la relación entre la preparación dental y la resistencia a la fractura de las carillas cerámicas. La combinación de los diferentes materiales junto con la geometría de la preparación hace que el análisis de la resistencia a la fractura sea difícil⁽⁵⁾ debido a la simultánea interacción de muchas variables que pueden afectar el comportamiento mecánico de la restauración a estudiar;⁽⁵⁾ sin embargo al comprender los factores físicos que pueden afectar el éxito clínico de las carillas cerámicas durante la función se puede llegar a predecir la longevidad de dichas restauraciones.⁽⁵⁾ En relación con lo anterior planteado, el objetivo de este estudio in vitro es evaluar la influencia de 3 diferentes diseños de preparación para carillas cerámicas basados en la longevidad y la carga de rotura, en el momento en que se someten las restauraciones a

una carga estática utilizando una maquina de prueba universal, con la finalidad de examinar el modo de fallo y la formación de grietas después de la exposición a la carga.

I.C. Objetivo General

Comparar la resistencia a la fractura de carillas cerámicas maquinadas en premolares con tres tipos de preparaciones dentales

I.C.1. Objetivos Específicos

*Analizar las propiedades mecánicas en tres tipos de preparaciones en premolares para carillas cerámicas con respecto a su resistencia a la fractura.

*Evaluar la resistencia compresiva de las carillas ceramicas en premolares con base en su preparacion.

II. MARCO TEÓRICO

II.A Evolución histórica

Desde años atrás, ha existido el interés por mejorar la apariencia personal, donde la sonrisa siempre ha tenido una gran importancia como parte de la belleza. En el comienzo del desarrollo de la fotografía, en el siglo XIX y a mediados del siglo XX; se consiguió perfeccionar la técnica de filmación, y se pudo detallar más las imperfecciones, siendo este un problema para los actores en Hollywood quienes trabajaban en la industria de la cinematografía.^(15, 16) Charles Pincus en 1938, dentista de Beverly Hills desarrollo láminas de cerámica (carillas)^(17- 19) las cuales se sometían a grandes temperaturas de cocción (1.560 grados C) sobre una lamina de aluminio; luego eran llevadas a la boca y se ferulizaban a los dientes. En aquel entonces por medio de dicha técnica se pudo corregir de una forma temporal las imperfecciones dentales, ya que los actores utilizaban estas carillas solamente para sus grabaciones.^(15, 16, 18-20)

En 1955, Buonocuore introduce la posibilidad de hacer adhesión sobre el esmalte dental, por medio del grabado acido utilizando como método restaurador resinas de unión desarrolladas por Bowen^(17, 18) Esta técnica presento fracasos debido a la presencia de filtración marginal, cambios en el color, desgastes y fracturas del material.⁽¹⁸⁾ Por las propiedades químicas de dicho composite y los inconvenientes para el pulido. Faunce en 1976 propone utilizar de forma directa e indirecta carillas en cloruro de metileno resolviendo muchos de las alteraciones estéticas en el sector anterior;⁽¹⁸⁾ se conseguía una retención mecánica (esmalte grabado y resina de unión) y una adhesión química (resina compuesta y el acrílico de la lamina).⁽¹⁸⁾ Con el paso de los años estas restauraciones presentaron una serie de inconvenientes tales como: unión

limitada y defectuosa, poca resistencia a la abrasión, cambios en el color generando un aspecto poco natural del diente. ⁽¹⁸⁾

Sin embargo es hasta 1972 que Alain Rochette a través de investigaciones identifica la forma de realizar adhesión en el esmalte grabado y restauraciones en porcelana sin grabar. ^(15, 16, 18) A la porcelana se le aplicaba silano, consiguiendo la adhesión química de la carilla a un cemento de resina sin relleno. Dicho método tuvo éxito. ^(15, 16) Es hasta la década de los 80, que Simonsen y Calamia en 1982 realizan un estudio sobre la resistencia de unión entre la porcelana grabada y resinas compuestas; descubriendo el efecto positivo de grabado con ácido fluorhídrico sobre ésta. ⁽¹⁷⁻²⁰⁾ Gracias a dicho descubrimiento se empezó a perfeccionar las técnicas y materiales, abriendo camino al desarrollo de las carillas cerámicas, es así que en 1983 Horn introduce un concepto más claro, donde propone el uso de las carillas cerámicas para cubrir la superficie vestibular en los dientes anteriores como una técnica definitiva de rehabilitación dental. ^(17, 19,20)

Mientras tanto Simonsen y Calamia continuaron en la búsqueda de mejorar el complejo de adhesión; desarrollaron un estudio in vitro utilizando silano sobre las superficie grabada de la porcelana, consiguiendo así una unión química adicional mejorando las propiedades de unión entre esta y la resina cementante. ⁽¹⁸⁾ Es en 1983 que se realizan los primeros estudios in vivo sobre el comportamiento de las carillas cerámicas identificándose muchas de sus características clínicas. ⁽¹⁸⁾

Hoy en día continúa la búsqueda de resultados clínicos que muestren el comportamiento pos-operatorio de las carillas cerámicas y las causas de fracaso de esta. A su vez se desarrollaron diversos sistemas de laboratorio y materiales que mejoraron la técnica y componentes de la cerámica. ⁽²⁰⁾

II.B. Definición de carilla cerámica

Una carilla cerámica se pueden definir como una técnica de reconstrucción indirecta, ⁽¹⁵⁾ la cual es una lamina fina que recubre parcialmente un diente o superficie de los dientes anteriores, ^(15, 16, 18) por medio de un agente cementante de resina compuesta; creándose una unión micromecánica tras el grabado del esmalte. ⁽¹⁶⁾ Tiene como finalidad conseguir un componente estético-funcional. ⁽¹⁵⁾

II.B.1. Ventajas

II.B.1.a. Método de tratamiento mínimamente invasivo

Este método de tratamiento conlleva a realizar una preparación dental conservadora. ⁽²¹⁻²³⁾ La cantidad necesaria de la estructura dental es escasa en comparación a la preparación dental para una rehabilitación con corona. ⁽²²⁾ Para una carilla, el diseño de la preparación está confinada al esmalte, la cual preserva las paredes interproximales, así mismo los contactos naturales; manteniendo el margen gingival. Respeta los principios mecánicos, periodontales, funcionales y estéticos. ⁽²¹⁾ En el caso de que sea necesario realizar una preparación menos conservadora, se elimina hasta un 30% de

la estructura dentaria; mientras que, para una corona se requiere eliminar mas de este porcentaje”.⁽²²⁾

II.B.1.b. Forma, posición y apariencia superficial

Por medio del tratamiento con carillas cerámicas, es posible cambiar la forma del diente a conveniencia del paciente. Un ejemplo de la anterior situación es cuando se necesita convertir un canino en un incisivo lateral. A su vez, es posible ajustar el tamaño del diente. En el caso de una malposición dental leve, se consigue la alineación correcta mediante una preparación bien diseñada.⁽²¹⁾ Una de las grandes ventajas de estas, es que se puede cambiar la textura del esmalte, como lo es en el caso de displasia o distrofia del esmalte.⁽²¹⁾

II.B.1.c. Color

Después de haber intentado utilizar tratamientos conservadores como la microabrasión o el blanqueamiento dental, la opción más adecuada para cambiar el color son las carillas cerámicas,⁽²¹⁾ ya que permiten una apariencia ideal al no contener metal como en el caso de las coronas metal-porcelana.⁽²²⁾ Teniendo en cuenta el color del diente adyacente, la elección de la cerámica, el tipo de cemento a utilizar y la preparación dental, es posible elegir el color más adecuado para mejorar la estética dental.^(18, 21, 24)

II.B.1.d. Duración

Ciertas carillas como la Dicor y Empress con el paso de los años, pueden llegar a pigmentarse, esto es debido a que se utilizan tintes superficiales y se puede generar una abrasión mecánica por componentes como el flúor, presente en los dentífricos. Sin embargo, en general, las carillas cerámicas muestran una excelente resistencia al medio oral en el cual están presentes cambios químicos, térmicos y mecánicos.^(18, 21) Por medio de un glaseado adecuado, la carilla mantendrá un brillo superficial durante un periodo extenso de uso.⁽²²⁾

II.B.1.e Transmisión de la luz

Para la elaboración de la carilla cerámica se realizan segmentaciones, utilizando diferentes capas de cromatismos teniendo en cuenta el sustrato dental; lo cual permite conseguir la reproducción de las características dentales como: fisuras, opalescencia y translucidez. Así mismo, como resultado; se obtiene el grosor adecuado. Con todo lo anterior, la carilla de porcelana transmitirá la luz progresivamente de su espesor,⁽²¹⁾ donde el color final es definido por la cantidad de rayos absorbidos y reflejados por la cerámica, el cemento composite y el diente, en conjunto.^(21, 22)

Por otra parte, una textura inadecuada, una cerámica demasiado opaca, o un composite de adhesión poco translucido, llevaran a tener una carilla grisácea en la cual la curva de los rayos de luz no será progresiva, y el diente no tendrá una apariencia natural.⁽²¹⁾

II.B.1.f. Respuesta de los tejidos

Es importante mantener la salud periodontal. Es por esto que se debe tener en cuenta, la correcta manipulación de los tejidos durante la toma de impresión definitiva, la preparación dental, el ajuste marginal, y la facilidad de acceso al margen gingival de la seda dental. ⁽²¹⁾ En comparación con otro tipo de restauraciones protésicas; diversos autores establecen que las carillas cerámicas preservan la salud del tejido periodontal. ⁽²¹⁾

II.B.1.g. Rapidez y simplicidad

Sin importar el número de carillas que se deban realizar según las necesidades del paciente; es posible por medio de esta técnica de rehabilitación, restaurar dichos dientes en pocas sesiones de consulta. A menudo no es necesario utilizar anestesia durante el procedimiento de preparación dental ^(16, 21) ni hilo separador ya que sus márgenes suelen estar supra gingivales y son de fácil acceso para el material de impresión. ⁽²¹⁾

II.B.1.h. Técnica de dificultad media

Teniendo en cuenta los conceptos, y el conocimiento necesario para realizar una carilla cerámica; la destreza y habilidad del operador requerida es menor en comparación con una preparación dental completa (coronas). Esta técnica es viable para todos los odontólogos con el debido entrenamiento. ⁽²²⁾

II.B.2. Inconvenientes

II.B.2.a. Preparación

Se requiere de práctica y habilidad para realizar las preparaciones dentales, ya que en estas no se permiten rectificaciones. Es necesario utilizar instrumental adecuado con perfiles, diámetros, y rugosidades especiales que permita un diseño adecuado. ⁽²¹⁾ Es ideal realizar una adecuada preparación dental que permita soportar las fuerzas de flexión, junto con una cobertura del borde incisal manteniendo un espacio lingual donde se consigue que la cerámica resista las fuerzas a la compresión. ⁽²¹⁾

II.B.2.b. Procedimientos de adhesión

A pesar de que se pueden conseguir una adhesión perdurable, en la etapa de cementado, se debe tener el mayor cuidado, ya que cualquier error podría llevar al fracaso del tratamiento. ⁽²¹⁾ Es necesario tomarSe el tiempo adecuado para dicho procedimiento. ⁽²¹⁾ Esta etapa consume tiempo y esfuerzos mayores en comparación al cementado no adhesivo de las coronas de recubrimiento total. ⁽²²⁾

II.B.2.c. Fractura

Con la más ligera irregularidad de la preparación dental, se puede fracturar la carilla durante la prueba, ya que sin el adecuado soporte esta suele ser frágil. ^(21, 22) Durante

esta etapa no se debe realizar ninguna presión. Las cerámicas feldespáticas son las más frágiles en comparación con las cerámicas reforzadas como Optec y Empress.

La fractura puede ocurrir durante y después del cementado.⁽²⁵⁾ Más del 90% de las carillas cerámicas presentan fracturas en el borde oclusal o en los ángulos; siendo poco probable encontrar fracturas en la superficie vestibular o cervical.⁽²¹⁾ Es posible que por un inadecuado espesor, o desajuste oclusal se genere la fractura en la carilla.⁽²¹⁾

II.B.2.d. Procedimientos de laboratorio

A pesar de que existen técnicas simples, sistemas y materiales mejorados para las carillas cerámicas, suele ser difícil conseguir una estabilidad durante los procedimientos de elaboración. Existen problemas para mantener el equilibrio ideal en los polvos durante las capas de confección, a su vez, se presenta la dificultad para generar un espesor entre 0,7 y 0,3 mm.⁽²¹⁾

II.B.3. Indicaciones

II.B.3.a. Diastemas

Se presentan por maloclusión, discrepancias en el tamaño dental o enfermedad periodontal. El diastema medio interincisivo es uno de los más frecuentes en la práctica clínica.⁽¹⁵⁾ La incidencia de los diastemas está relacionada con la edad; en los niños de cinco años, puede estar presente hasta en un 97% , donde esta cifra disminuye a medida que se aumenta en edad.⁽¹⁵⁾ Sin embargo la presencia de diastemas dentales en niños está asociada con la maloclusión, siendo este un proceso de desarrollo. En los adultos los diastemas pueden estar presentes por: una excesiva superposición vertical, una angulación mesio-distal, por la inclinación labio-lingual de los incisivos, frenillos o procesos patológicos.⁽¹⁵⁾ Según el estudio realizado por Lavelle en el Reino Unido; existe una prevalencia de 5,5% en las personas de raza negra, un 3,4% en las personas de raza blanca y un 1,7% en la ascendencia asiática; de presentar diastema de línea media maxilar.⁽¹⁵⁾ Los diastemas pueden estar presentes por algún hábito; como la interposición lingual asociada a enfermedad periodontal, mostrándose una pérdida ósea generalizada con un aumento de la corona clínica.⁽¹⁵⁾

Las carillas cerámicas serán un tratamiento conservador consiguiendo cerrar los espacios;⁽²⁶⁾ siempre y cuando no esté indicado realizar ortodoncia, o el paciente no lo acepte. No es aconsejable utilizar una carilla cerámica cuando se supera 1 mm de anchura.⁽²²⁾

II.B.3.b. Tinciones dentarias

Existen múltiples factores que pueden causar una tinción dentaria: las discromías, tinciones intrínsecas (tetraciclinas, fluorosis, dientes desvitalizados, tinción por

amalgama, envejecimiento natural, etc.) pueden modificarse por medio de las carillas cerámicas; sin embargo entre más intensa sea la coloración patológica, será necesario realizar una preparación dental más profunda. ^(21, 22, 26) En relación con lo anterior, la tinción dentaria causada por medicamentos, como la tetraciclina, se presenta por el consumo durante el embarazo y en los niños menores de ocho años, causando alteraciones en el periodo de formación dental, generando en los dientes permanentes un color amarillento o marrón. Por otra parte, existen cambios de color dental debido a traumatismos; ya que en algunos casos se produce una hemorragia interna ocasionando la descomposición local de la hemoglobina. Esta descomposición penetra por los túbulos dentinarios que con el paso del tiempo genera una tinción importante. ⁽¹⁵⁾

II.B.3.c. Malposiciones moderadas

En comparación con la ortodoncia, las carillas cerámicas es un tratamiento más rápido para asimetrías y malposiciones leves. ^(15, 21, 22, 26) Para malposiciones marcadas la solución ideal es la ortodoncia, pero en otros casos esto se puede corregir con coronas de recubrimiento total. ⁽¹⁵⁾

II.B.3.d. Dientes deciduos

Es una condición poco frecuente en la práctica odontológica. Se presenta cuando un diente permanente queda impactado y no es posible su erupción debido a la malposición dental y erupción típica de los dientes vecinos que impiden una proyección ideal. ⁽¹⁵⁾ Eso es muy común en los caninos permanentes, quedado en boca los deciduos. Es así que los dientes deciduos remplazan a los permanentes generando asimetrías en tamaño y forma en comparación a los demás. ⁽¹⁵⁾ La carilla cerámica en un diente deciduo permite recontornear incisal e interproximalmente el diente, preservando la estructura y vitalidad del mismo. Es importante realizar un análisis radiográfico donde es necesario que no exista ningún tipo de reabsorción radicular. ⁽¹⁵⁾

Hay que tener en cuenta que las características del esmalte de un diente deciduo y permanente son diferentes. El primero puede presentar un esmalte aprismatico junto con la línea neonatal de defectos en la zona cervical; por lo tanto podría estar limitada la adhesión de las carillas siendo necesario realizar una preparación selectiva. ⁽¹⁵⁾

II.B.3.e. Diente conoide

En los casos de dientes que presentan una forma cónica, la cual compromete la estética de la sonrisa, una opción para restablecer la armonía dental y la morfología es por medio de las carillas cerámicas. ⁽²⁶⁾ La preparación dental es mínima, ya que lo que se quiere conseguir es una forma incisal y de contornos ideales, junto con el cierre de diastemas. Los incisivos laterales superiores pueden ser unilaterales o bilaterales; son en mayoría los que presentan estas características. ⁽¹⁵⁾

II.B.3.f. Cambios en la textura superficial dentaria

Por alteraciones congénitas como la amelogénesis imperfecta y displasia dental; ^(21, 26) se puede presentar rugosidades excesivas, discontinuación y opacidades en el esmalte; aumentando la retención de la placa bacteriana, junto con cambios en el color del diente. Por medio de las carillas cerámicas se puede conseguir una superficie lisa y uniforme disminuyendo la susceptibilidad a la caries dental. ⁽²²⁾

II.B.3.g. Prolongación del borde incisal y Fracturas dentarias

Cuando se compromete el borde incisal en los dientes anteriores, y se presenta una fractura amplia, las carillas cerámicas son la reconstrucción ideal proporcionando mayor resistencia, restableciendo el comportamiento biomecánico, manteniendo la vitalidad del diente. ^(15, 21, 26) Por otra parte, es posible conseguir un aumento de la corona clínica, realizando una carilla cerámica que permita prolongar el borde incisal; teniendo en cuenta la presencia de maloclusiones dentales y las trayectorias generadas por estas. ^(21, 26)

II.B.3.h. Otras indicaciones

*Es posible crear una función canina corrigiendo la guía anterior al utilizar carillas cerámicas linguales. ^(21, 26)

*Para la presencia de fracturas parciales de la cerámica en las preparaciones dentales completas (corona) se puede realizar una carilla cerámica. ^(21, 26)

II.B.4. Contraindicaciones

*A pesar de poder usar las carillas cerámicas en la mayoría de los casos, es importante tener en cuenta ciertas consideraciones. En situaciones de carga excesiva generando fuerzas inadecuadas, como lo es en pacientes que presentan bruxismo o hábitos parafuncionales; es posible que este tipo de restauración dental fracase, ya que se puede presentar la descementación de la carilla y fractura de la misma o del diente. ^(21, 22)

*Hábitos inadecuados como el morder objetos y la onicofagia; generan una actividad dental incorrecta aumentando la probabilidad de fractura en la carilla. ^(21, 22)

*Una higiene deficiente hace que el paciente mantenga un acumulo de placa considerable, incrementando la susceptibilidad por caries y a enfermedad periodontal; llevando al fracaso del tratamiento; ya que con el paso del tiempo se genera una interface diente-restauración que causa la tinción de la carilla. ^(21, 22)

*Las carillas cerámicas están contraindicadas si la preparación no permite conservar por lo menos el 50% del esmalte, y si los márgenes no se encuentran en los límites del mismo. ⁽²¹⁾

*En el caso de estar presente obturaciones defectuosas, que se quieran cambiar, es preferible que sean remplazadas por obturaciones en ionómero de vidrio o composite; ya que las carillas cerámicas están indicadas en dientes sanos o ligeramente defectuosos.⁽²¹⁾

*Los dientes desvitalizados con el tiempo pueden cambiar de color, siendo un problema estético; que si esta restaurado con carilla cerámica llevará al fracaso del tratamiento.⁽²¹⁾

* En dientes que presentan un tamaño muy pequeño o triangular, como suele ocurrir en los dientes incisivos inferiores.⁽²¹⁾

II.C. Composición y propiedades de la cerámica

La cerámica o porcelana está conformada por cristales, oxígeno, metales ligeros o pseudometales (metaloides) como lo son el aluminio, calcio, litio, magnesio, fosforo, potasio, silicio, sodio, titanio y zirconio; sin embargo son consideradas como de naturaleza inorgánica no metálica.⁽²⁷⁾ La porcelana está compuesta por vitrocerámicas, que son cristales parcialmente cristalizados creados por nucleación y desarrollo del cristales en la fase de matriz de vidrio(1). La estructura del diamante es la principal cerámica de este tipo; esta se genera mediante fuerzas covalentes de los átomos de carbono confiriéndole a la cerámica un módulo de elasticidad alto, y una dureza superior que otros materiales naturales.⁽²⁷⁾

Esta composición crea propiedades físicas, químicas y térmicas especiales; en comparación a los materiales de metal o los acrílicos.⁽²⁷⁾ La cerámica es más resistente a la corrosión que los plásticos; y los materiales metales son mucho más duros que los pasticos y la cerámica. Esta última suele mantener su estabilidad durante un periodo largo de tiempo, y no se ve afectada ante la mayoría de los líquidos, gases y ácidos.⁽²⁷⁾ También tiene una buena resistencia a la deflexión y a la fractura; es el caso del zirconio, que es considerando como un material con excelente resistencia y fuerza, presentado una resistencia a la deflexión similar a la del acero, pero nunca superior a este.⁽²⁷⁾

La mayoría de las porcelanas son de naturaleza refractaria; ya que tienen alta dureza, susceptibilidad a la fractura quebradiza en presencia de tensiones bajas y ser inertes por su composición química. Esto genera una resistencia a la tracción relativamente baja y un porcentaje de elongación cero.⁽²⁷⁾ Es deseable que la cerámica tenga una dureza menor a la del esmalte minimizando el desgaste que puede producirse en el diente antagonista^(27, 28) por los choques masticatorios; a su vez que una superficie fácil de pulir.⁽²⁷⁾ El glaseado de la cerámica confiere un incremento en la resistencia a la fractura, y una reducción en su potencial abrasivo.⁽²⁷⁾

Uno de los principales inconvenientes de la cerámica, es la presencia de fractura quebradiza,^(27, 28) generada principalmente por imperfecciones de la zona a restaurar.

Por otra parte, es importante que el material sea inerte químicamente; evitando la liberación de elementos dañinos, reduciendo el riesgo de que la superficie de la restauración presente irregularidades en su continuidad; como asperezas y a su vez disminuye la probabilidad de la adherencia bacteriana.⁽²⁷⁾ Otra importante propiedad de la cerámica, es que puede imitar al diente natural en su apariencia y su capacidad de aislamiento; ya que presenta baja conductividad térmica, difusión térmica y conductividad eléctrica.⁽²⁷⁾ Lo anterior es debido a la transferencia de electrones externos de los átomos de metal a los átomos no metálicos, generando que los electrones que son inestables tengan estabilidad.

En relación con lo anterior la cerámica presenta pocas cualidades plásticas. Tiene una resistencia a la compresión de 170 MPa, una resistencia a la flexión de 50 a 75 MPa, y una resistencia tensil de unos 25 MPa. Otras características son: modulo elástico de 69-70 GPa (46 GPa para el esmalte), coeficiente lineal de expansión térmica de (12-14) x 10⁻⁶/ grados centígrados; similar a la de la estructura dentaria, y una dureza de superficie de 460KHN (frente a los 340 KHN del esmalte).⁽²¹⁾

II.D. Preparaciones dentales para las carillas cerámicas

Para realizar el diseño de la preparación dental en carillas cerámicas, es importante conseguir una estabilización, refuerzo, retención y adhesión del tratamiento restaurador.⁽²¹⁾ Aunque se quiere preservar la mayor cantidad de esmalte, una preparación poco profunda puede llevar al fracaso de esta. Es importante preservar por lo menos el 50% de esmalte, donde se requiere de instrumentos especiales que involucran las cuatro superficies del diente.^(21, 22) Sin embargo en casos específicos está indicado realizar carillas sin reducción dental.

II.D.1. Sin reducción dentaria

En los casos que es necesario lograr un cambio volumétrico o morfológico como lo es en dientes conoides o con microdoncia; es posible realizar carillas cerámicas sin la necesidad de una preparación dental.⁽²²⁾ Esto puede presentarse cuando se busca posicionar el diente para conseguir una armonía; como en dientes rotados. Es posible que solamente se tenga que realizar un leve tallado para rectificar la línea de inserción, eliminando sobrecontornos o retenciones.⁽²²⁾

II.D.2. Con reducción dentaria

En la mayoría de los casos, es necesario realizar una reducción dental de la cara vestibular; evitando el sobrecontorneado o un espesor de cerámica insuficiente. Si se presentan las anteriores condiciones, es difícil asegurar la resistencia de la restauración. Es importante planificar dicha preparación por medio de modelos de diagnostico, encerado y una llave de silicona que sirva de referencia para controlar la profundidad del diseño.⁽²²⁾

II.D.2.a. Carilla convencional: preparación Vestibular

Es necesario realizar una preparación uniforme del esmalte con una reducción de 0,5mm del tejido. En casos de dientes pigmentados, será necesario hacer esta preparación más profunda, la cual corresponde a 0,7 a 0,8 mm⁽¹⁸⁾ Sin embargo una preparación con la misma profundidad en el tercio cervical; puede llevar a exponer la dentina. Realizar un desgaste menor a 0,3mm puede llevar al fracaso de la carilla. ⁽²¹⁾

Es por esto que se diseñaron instrumentos especiales para realizar dichas preparaciones (TFC1 y el TFC2) que crean surcos guía para el desgaste ideal. Es importante realizar el trazado de surcos horizontales, distanciadas de los márgenes; las cuales ayudan a diferenciar los tercios del diente para confeccionar dicha preparación. ⁽²¹⁾

La reducción de la superficie vestibular debe hacerse con dos angulaciones distintas, las cuales confieren una reducción de acuerdo al perfil de dicha superficie. Se presentan dos convergencias: superficie vestibular y lingual. ⁽²¹⁾ Teniendo en cuenta las anteriores indicaciones, se crea un chámfer gingival por la reducción axial, junto con la reducción proximal distanciándose de los contactos. ⁽²¹⁾

Crispin en 1993 establece un esquema para realizar preparaciones dentales en carillas cerámicas que corresponden al tipo de diente. Cumple con la norma de conservar el 50% del esmalte. ⁽²¹⁾

II.D.2.b. Carilla convencional: preparación del margen cervical

Este debe tomar un perfil de un mini-bisel o de chámfer redondeado con una profundidad de 0,3mm y posicionado solo 0,5 mm subgingival; ⁽¹⁸⁾ permitiendo reproducir el perfil natural del diente. A su vez esto genera una línea de acabado exacta con fácil acceso para el material de impresión. Proporciona mayor resistencia a la fractura durante la cementación o prueba clínica. ⁽²¹⁾

II.D.2.c. Carilla convencional: preparación de las superficies proximales

La extensión interproximal crea un acople que mejora la estabilidad y propiedades de la carilla. Es necesario no romper contactos; generando un límite con bisel redondeado que permite brindar un grosor suficiente (0,8 a 1mm) y ocultar la zona visible entre la restauración y el diente. ⁽²¹⁾ Entre más extensión haya hacia los contactos interproximales mayor debe ser el grosor de la cerámica; ya que esto debe ser proporcional a la curva proximal. ⁽²¹⁾ Siempre que se pueda, se debe conservar el área de contacto; ya que es una característica anatómica difícil de reproducir. ^(18, 21)

II.D.2.d. Carilla convencional: preparación de la superficie lingual

Existe una controversia por realizar la preparación dental con traslape o no de la superficie oclusal, y determinar la extensión lingual de esta.; pero con las diversas

investigaciones se ha presentado cierta prevalencia de fractura incisal utilizando la técnica de la preparación con margen en el borde.⁽²¹⁾ Según lo anterior, la elección por la mayoría de odontólogos es realizar la preparación con recubrimiento lingual; ya que aumenta las propiedades estéticas de las carillas, facilitar la colocación y pruebas de la carilla y permite colocar el margen fuera del área de contacto.⁽²¹⁾ Se debe reducir por lo menos 1mm de la superficie oclusal, pero en caninos e incisivos inferiores se utiliza un espesor mayor, de 1,5 a 2mm.⁽²¹⁾

II.D.2.e. Preparación dental de la carilla convencional vrs carilla completa

La tradicional preparación dental consta de evitar las áreas de contacto, extendiéndose a la superficie palatina q corresponde al tercio oclusal. Se realiza con una reducción facial de 0,5mm, creándose una línea terminal en interproximal junto con una reducción incisal de 1,5 a 2,0 mm.⁽⁷⁾ Esta preparación tiene como objetivo la adhesión de la carilla solamente en esmalte proporcionando un asentamiento adecuado durante la cementación y a su vez ocultado la interface proximal sin necesidad de eliminar las zonas de contacto.⁽⁷⁾

Por otra parte el término “carilla completa” se relaciona con el tipo de preparación donde se rompen uno o ambos contactos interproximales extendiéndose en la superficie palatina.⁽⁷⁾ Esto contribuye a proporcionar mayor estética permitiendo la transmisión de la luz en el área generando una apariencia natural del diente, a su vez de realizar cambios funcionales.⁽⁷⁾ Una de las posibles ventajas de esta preparación es que proporciona mayor resistencia a la fractura al comprometer las superficies interproximales, las cuales serán paralelas al eje axial.⁽⁷⁾ Es así que una carilla completa puede tener mayor retención y resistencia junto con una mayor duración. Sin embargo las ventajas de la preparación para carilla completa en relación con la carilla tradicional no están fuertemente soportadas por la literatura disponible.⁽⁷⁾

II.D.2.f. Preparación dental no convencional

En ocasiones no es posible realizar una preparación dental según las medidas convencionales, ya que en dientes con fractura o desgaste oclusal; se debe tener en cuenta que ya se ha perdido parte del esmalte creando una modificación de la técnica.⁽²²⁾ En estos casos es ideal utilizar la llave de silicona construida a partir del encerado diagnóstico. Por medio de esta se podrá apreciar cuanta estructura dentaria falta para lograr la forma y volumen dentario ideal.⁽²²⁾ La estructura dental ausente se debe considerar como ya tallada, ya que las referencias de profundidad para la preparación no deben ser medidas a partir del diente clínico sino desde la superficie interna de la llave en silicona, siendo necesario tallar una cantidad exclusiva para llegar a una profundidad de 0,5 a 0,7 mm.⁽²²⁾ Es necesario emplear una fresa diamantada con el calibre de la profundidad a la que se quiere llegar, realizando los surcos guía para el control del desgaste.⁽²²⁾

II.D.2.g. Otras Preparaciones dentales

Otros diseños de preparación dental son: el tipo “ventana”; limitada a la superficie facial, la cual soporta contactos oclusales pero la proporción del esmalte suele quedar frágil.

La preparación en bisel, es otro diseño; en la cual se realiza una terminación en la superficie vestibular y borde incisal, realizada para crear un bisel de 0.5 – 1 mm ⁽⁶⁾ algunos autores establecen que esta es la preparación ideal. ⁽¹⁸⁾

Una de las menos usadas, es la preparación dental en filo de cuchillo; ya que la carilla queda débil y susceptible a la fractura. ⁽¹⁸⁾

II.E. Complejo diente/cemento/carilla

La carilla cerámica se une a la estructura dental por medio de técnicas adhesivas; como el cemento de composite. En mayoría, el éxito de la carilla cerámica se determina por la resistencia del complejo diente/cemento/carilla; ya que estos elementos deben comportarse como si fueran uno solo. ⁽²⁰⁾ Stacey realizó un estudio in vitro donde obtuvo un complejo diente/cemento/carilla muy resistente, con una fuerza de 63 MPa, mientras que el esmalte por si solo reporto una fuerza de 31 MPa. Esto supone que una estrecha aposición del esmalte y la superficie de la cerámica; influye en la resistencia del complejo. ⁽²⁰⁾ Un ejemplo de lo anterior, es la investigación de Andreasen, Stokes y Hood donde restauraron incisivos extraídos con carillas cerámicas; los cuales recobraron su resistencia. Por otra parte, en estudios de laboratorio, se examinó ultra-morfológicamente la interface entre el adhesivo y la cerámica; confirmándose la alta retención del cemento de composite en la restauración; identificándose también la penetración micro-mecánica del cemento de composite a través de las microretenciones creadas por el agramado ácido en el esmalte.

Magne y Douglas demostraron a través de un estudio in vitro, que las carillas cerámicas restauran el comportamiento mecánico del diente intacto, incluso cuando la adhesión no se da en esmalte, sino en dentina. En esta situación es importante optimizar la técnica adhesiva. Por otra parte los cambios térmicos cíclicos pueden inducir al desarrollo del fracaso del complejo. ⁽²⁰⁾ Un insuficiente espesor de la cerámica y del cemento llevan a favorecer la presencia de agrietamiento, influyendo en la distribución de la tensión ejercida durante las fuerzas masticatorias; ⁽²⁰⁾ ya que en estas condiciones las tensiones suelen ser más altas tanto en la superficie de la restauración como en la interfaz de la misma.

En relación con los estudios in vivo realizados por diferentes investigadores, en un tiempo de seguimiento de 10 años, se identificó el fuerte vínculo entre una carilla cerámica y el tejido dental subyacente en un tiempo de corto y mediano plazo, teniendo como resultado una tasa de fracaso muy baja (0-5%) debido a la pérdida de la unión y la fractura. ⁽²⁰⁾

Algunos autores establecen que existe un gran fracaso in vivo de las carillas cerámicas bajo una restauración de composite; ya que es menor el estrechamiento entre el cemento de composite y la carilla cerámica.⁽²⁰⁾

II.F. Clasificación de la cerámica de acuerdo a su composición

Existen diversas clasificaciones para la cerámica. En relación con la composición esta se divide en dos grupos: cerámicas de silicato y cerámicas de óxido.

II.F.1. Cerámica de Silicato

Se caracteriza por tener una composición de cuarzo, feldespato y caolín, siendo el componente básico el dióxido de sílice. Se presentan en una fase heterogénea compuesta por cristales rodeados de una fase vítrea.⁽¹⁷⁾ Dependiendo de las diferentes proporciones de cada uno de estos materiales y del tamaño de grano en q se presenten; puede producirse vidrio, gres cerámico y porcelana.⁽¹⁷⁾ Según la composición, la cerámica de silicato se clasifica en feldespática o porcelana de alúmina.

II.F.1.a. Cerámica Feldespática

El material predominante es el óxido de sílice o cuarzo en proporciones de 46-66%, mientras que solo contiene un 11-17% de alúmina. Esta es subclasificada en:

- Porcelana convencional de feldespato: presenta muy buena estética, solo que tiene la desventaja de ser más frágil que otras; ya que tiene una resistencia a la fractura de 56.5 MPa^(17, 29, 30) Ejemplos de esta cerámica son: d-SING, Vintage, Luxor, Duceram, Flexoceram, Vivodent PE, IPS Classic, Empress esthetic.
- Porcelanas feldespáticas de alta resistencia: estas se dividen en las porcelanas feldespáticas reforzadas con óxido de litio y las porcelanas feldespáticas reforzadas con cristales de leucita. En relación con la última; presentan una composición química de cuarzo comprimido, el cual corresponde al 68% y óxido de aluminio en un 18%.⁽¹⁷⁾ Por medio del procesamiento de prensado de la composición se logra conseguir una perfecta distribución de los cristales de leucita en la matriz de vidrio y reducir la porosidad del material generando una precisión en el ajuste de la porcelana a la preparación dental.⁽¹⁷⁾ Es por esto que se consigue el incremento de la resistencia sin afectar la propiedad de translucidez. Presenta una resistencia a la flexión de 160-300 MPa. Ejemplos de este tipo de porcelana incluye: IPS-Empress I, Optec HSP, Mirage, Finesse, Cergogold. La porcelana feldespática reforzada con óxido de litio, tiene una composición de cuarzo comprimido (57-80%) , óxido de litio (11-19%) y óxido de aluminio (0-5%).⁽¹⁷⁾ Al presentar un gran volumen en las partículas cristalinas, que corresponde al 60% y una estructura homogénea, se puede conseguir una resistencia a la flexión de 320-450 MPa. Estas porcelanas sólo se utilizan para la fabricación de la cofia interna de las restauraciones; estas últimas

son a su vez cubiertas con cerámica de fluor-apatita. ⁽¹⁷⁾ Ejemplos de esta porcelana incluye: IPS Empress II, y la porcelana Style-Press.

II.F.1.b. Cerámica de Alúmina

Esta porcelana contiene un incremento en la proporción de alúmina, que corresponde al 40-85%, ya que el óxido de sílice es reducido en un 60 al 15%; mientras que la proporción del óxido de aluminio no excede el 50% de la composición. Está indicada para el recubrimiento con óxido de aluminio de coronas metálicas, de igual forma esta cerámica puede ser manufacturada. Ejemplos de este tipo de porcelana son: Vitadur N, Alpha Vitadur, NBK 1000, Vita Omega 900. ⁽¹⁷⁾

II.F.2. Cerámica de Óxido

Está compuesta por óxidos simples (óxido de aluminio, dióxido de circonio y dióxido de titanio), y óxidos complejos (espinela, ferrita). Son materiales policristalinos con poca o ninguna fase vítrea, confiriéndole opacidad al material; la cual está indicada para cofias internas en restauraciones cerámicas. ⁽¹⁷⁾

II.F.2.a. Cerámica de óxido de aluminio

Ejemplos de este tipo de porcelana incluye:

- Alúmina In-Ceram: tiene un 85% de partículas de óxido de aluminio de medición de 2-5 mm de diámetro. al contener tan alto porcentaje de alúmina incrementa la resistencia a la flexión en 400 - 600 MPa. ⁽¹⁷⁾
- In-Ceram espinela: con una mezcla de magnesio y óxido de aluminio aumenta la translucidez en la porcelana. ⁽¹⁷⁾ Esto es gracias a la composición cristalina de la espinela, aumentando las propiedades ópticas isotrópicas.
- In-Ceram circonio: está compuesta por óxido de aluminio 67% y 33% de óxido de circonio. La anterior composición genera una resistencia a la flexión de 600-800 MPa. ⁽¹⁷⁾
- Procera All-Ceram: fue desarrollada en 1993 por Andersson y Odén. Este material contiene óxido de aluminio en un 99,9%, con una resistencia a la rotura de 680 MPa, y es a su vez está recubierta con cerámica de alúmina convencional. ⁽¹⁷⁾

II.F.2.b. Cerámica de óxido de Zirconio

Es un material policristalino con una estructura tetragonal, la cual es estabilizada por la presencia del óxido de itrio. Se conforma de una masa de cristales compactados y prácticamente fusionados, disminuyendo casi por completo la presencia de las porosidades en el material.⁽¹⁷⁾ Lo anterior es posible gracias al procesamiento de núcleo aplicado en el laboratorio dental, sobre la base de las técnicas de CAD-CAM⁽¹⁷⁾. Un ejemplo de esta cerámica es la DC-Zircon (DCS), del sistema de CDS-Precident, la cual está compuesta por un 95% de óxido de zirconio y un 5% de óxido de itrio. La presencia del zirconio refuerza la porcelana, presentando una resistencia a la fractura de 900 MPa y una dureza de 1200 Vickers. Otros productos disponibles son Lava y Everest.⁽¹⁷⁾

II.G. Elección del material según indicaciones clínicas para carillas cerámicas

Para una adecuada elección del tipo de cerámica, es importante identificar las características clínico-funcionales de los dientes que se quieren restaurar. Se debe tener en cuenta las cargas masticatorias presentes en el diente a rehabilitar; según lo anterior se clasifica al paciente en:

- Paciente tipo I: Pacientes los cuales, sus dientes a restaurar no soportan carga masticatoria. Son candidatos para carillas convencionales.⁽¹⁷⁾ Por otra parte, también se debe contemplar las características ópticas según la necesidad del tratamiento; siendo necesario categorizar al paciente en:

- Paciente IA: Son pacientes indicados para recibir carillas cerámicas estéticas simples, ya que el sustrato dental no presenta alteraciones de color. La mayoría de este tipo de tratamiento, se realiza con la finalidad de cambiar morfológicamente al diente. Debido a las condiciones, la preparación dental no requiere brindar un mayor espesor para la cerámica. Es recomendado usar cerámica feldespática convencional, ya que brinda excelentes características ópticas. En relación con la presencia de diastemas interincisales de más de 2 mm es recomendado usar cerámica feldespática de alta resistencia; ya que además de brindar buenas cualidades estéticas, también presenta excelente resistencia a la fractura.⁽¹⁷⁾

- Paciente IB: Son pacientes de igual forma, indicados para recibir carillas cerámicas simples, aunque en este caso el sustrato dental presenta alteración de color. Por lo tanto, y con independencia de la necesidad de modificaciones de forma; el material cerámico seleccionado debe ser capaz de ocultar el color del sustrato subyacente. Es necesario utilizar diferentes grados de opacidad con el fin de ocultar las alteraciones de color. La preparación dental suele ser más profunda (0,8-1 mm) y ligeramente subgingival. Los materiales indicados en estos casos son cerámicas que ofrecen la posibilidad de seleccionar la opacidad del material de base, independientemente del grado de la resistencia.⁽¹⁷⁾

- Pacientes tipo II: en estos casos los dientes están expuestos a carga funcional y es necesario un tratamiento estético- funcional. Se requieren de carillas cerámicas de alta resistencia. En relación con lo anterior se recomienda utilizar carillas cerámicas feldespáticas de alúmina de alta resistencia y cerámica de óxido. ⁽¹⁷⁾

II.H. Éxito estético de las carillas cerámicas

Las carillas cerámicas brindan gran estética en el tratamiento de rehabilitación dental; siendo un acuerdo general entre los profesionales. Sin embargo, para conseguir un éxito estético es importante tener en cuenta todos los elementos que pueden influir en este; ya que depende de la opacidad del cemento y grosor de la carilla cerámica. Existe una mayor dificultad en conseguir una apariencia estética en un diente con alteración en su color, que en un diente natural que será restaurado para mejorar su forma. ⁽²⁰⁾

En cuanto a la estética (la estabilidad del color y la suavidad de la superficie) de las carillas cerámicas después de varios años de funcionamiento clínico; diversos estudios identifican el éxito de la estética en las carillas cerámicas; sea en un corto, mediano o largo plazo. Además, la aceptación del paciente de las carillas de porcelana en estos estudios clínicos fue alta, con un porcentaje de 80 a 100%. ⁽²⁰⁾

II.I. Factores de fracaso clínico de las carillas cerámicas

En diferentes estudios se establece que el éxito de las carillas cerámicas, puede llegar a ser hasta de 10 años. Sin embargo muchas de las causas de fracaso son debidas a errores durante el tratamiento clínico tales como:

- Selección del caso: dientes muy oscuros, bruxismo.
- Preparación: posición y forma de los márgenes, soporte inadecuado, espesor insuficiente.
- Temporalización: restauraciones provisionales más ajustadas, cemento temporal inadecuado.
- Procesos de laboratorio: incorrecta elección de la cerámica o falta de preparación técnica.
- Pruebas y manejos: fracturas accidentales.
- Elección del cemento: opacidad, espesor, saturación.
- Etapa de cementación: manipulaciones deficientes, productos inadecuados.
- Comunicación con el paciente: poca comprensión de las necesidades del paciente, deficiente comunicación de datos al laboratorio protésico.

Según un estudio realizado en 170 pacientes, con un seguimiento clínico de 10 años, presentaron un total de 1.024 carillas cerámicas. A dichas carillas se les realizó un análisis de fracaso clínico estableciéndose según los fracasos mecánicos, biológicos y estéticos. ⁽²¹⁾ En relación con los fracasos mecánicos solo un 3.3% de las carillas cerámicas presentaron fractura, y con una mayor frecuencia en el borde incisal, afectando principalmente a las carillas sin el recubriendo de este. Muy rara vez ocurre la descementación de las carillas, en este estudio, solo una se descementó, probablemente por un error en la técnica. ⁽²¹⁾

En los fracasos biológicos, solo un 2,4% presentaron hipersensibilidad posoperatoria. En la actualidad es poco frecuente que se presente este tipo de fracaso, gracias al uso de los adhesivos modernos. La presencia de infiltración marginal con el paso de los años disminuyó, debido a la mejor precisión de las carillas por nuevas técnicas y cementos adhesivos incorporados.⁽²¹⁾ Por otra parte, en los fracasos estéticos, se presentan defectos superficiales en pocos casos, con el paso de los años. En los dientes que se presentaba alteración de color dental, suele mostrar mayor fracaso estético que los dientes sin esta alteración. Solo 59 casos (6%) en este estudio, presentaron fracasos mecánicos y biológicos, siendo este mismo índice para las restauraciones metal-cerámicas. Actualmente el porcentaje de fracasos estéticos no se excede en comparación a otro tipo de restauración cerámica.⁽²¹⁾

II.J. Uso de la tecnología CAD CAM

El diseño asistido por ordenador (CAD), es la utilización de un sistema informático para la creación, el análisis, la modificación o la optimización de un diseño. El diseño CAD produce un archivo informático. Éste generalmente está preparado para su impresión en 3D o para el mecanizado posterior.⁽⁴¹⁾

El diseño CAD se puede utilizar para diseñar figuras y curvas en un espacio bidimensional o superficies, curvas y cuerpos sólidos en un espacio tridimensional. En el caso de la Odontología, el escaneado convierte el diente preparado en una imagen tridimensional.

La fabricación asistida por ordenador (CAM) es la fabricación de piezas mediante máquinas-herramienta controladas por ordenador. Una máquina herramienta es un tipo de máquina que se utiliza para dar forma a materiales sólidos. El propósito principal de la fabricación CAM es crear un proceso de fabricación más rápido y que sea más preciso y más repetible y se basa en un diseño CAD previo.⁽⁴²⁾

El escaneado 3D es el análisis de un objeto para recabar información de su superficie obteniendo un modelo digital tridimensional del mismo.

En el campo dental el ordenador traduce la información del escaneado en un mapa tridimensional de la boca del paciente. Luego el operador diseña la forma de la restauración utilizando el ordenador. El diseño de la restauración es utilizado por la máquina de fresado para crear la forma del material de restauración.

Todo proceso CAD/CAM en Odontología comienza con la digitalización de la superficie sobre la que va a ir la restauración. Para poder pasar el diente preparado a una imagen virtual, existen distintos métodos de digitalización disponibles, que son derivados de los que existen en la industria para otras aplicaciones.⁽⁴⁴⁾

El sistema CAD/CAM se puede clasificar en dos tipos según el método de producción. El sistema directo en clínica es el que escanea la preparación directamente en boca y fabrica la restauración allí mismo o de forma indirecta enviando los datos al laboratorio. El más conocido mundialmente de fabricación in situ es el sistema CEREC. Con este sistema se eliminan la toma de impresión y el vaciado, disminuyendo así dos pasos que influyen en la precisión del resultado final. Sin embargo, nos encontramos con el área reducida de la boca que hace que se introduzcan más errores. Es el método de CAD/CAM óptico más utilizado, se diseñó para aunar en una única unidad móvil los procesos de escaneo óptico y fabricación de la restauración dirigida por ordenador. Su gran versatilidad permite el empleo de numerosos materiales. En 2001 surgió el sistema Cerec® In-Lab ampliando el rango de materiales.⁽⁴⁵⁾

II.K. Uso de la máquina de prueba universal

Esta máquina es formada por “columnas”, con bastidor de inversión soportado por un gato hidráulico a través de un asiento esférico. La célula de carga electrónica está insertada dentro del vástago del gato. Gracias a esta composición puede ejercer una aplicación de fuerza autolineal, eliminándose de esta forma molestos esfuerzos transversales y momentos de flexión.^(30, 31)

En el momento de la ejecución de un ensayo clínico, es posible visualizar en tiempo real y memorizar automáticamente los datos obtenidos, de diferentes maneras:

- almacenados para crear un archivo electrónico.
- impresos en papel.
- organizados y visualizados gráficamente.
- procesados para la elaboración de certificados y gráficos.

El programa de software del equipo comprende ensayos de tracción, compresión y flexión de diferentes tipos de materiales; tales como los metales. Los resultados hacen referencia al límite elástico inferior o convencional, la determinación de la resistencia de tracción y la determinación del alargamiento de rotura (%).^(30, 31) Por medio del uso de esta máquina, es posible realizar un cambio automático de control de fuerza y de control de deformación; en el momento que se alcanza el límite elástico; así mismo puede ser interrumpido en una determinada carga. Para el ensayo de compresión son posibles muestras de diámetro entre 16 y 30 mm; la velocidad de incremento de carga puede seleccionarse entre 2 y 15 N/mm²/s. Tiene una capacidad máxima de 600 kN.^(30, 31)

II.L. Estudio in vitro vs estudio in vivo

En la actualidad existen diferentes estudios realizados sobre carillas cerámicas. Dentro de estos, se presentan modalidades para la ejecución de los mismos; siendo importante

conocer que tanto los estudios in vivo como los estudios in vitro pueden proporcionar información valiosa para la investigación.

En relación con los estudios in vivo, existe mayor dificultad por razones evidentes; ya que es necesario un seguimiento exhaustivo de los pacientes que hagan parte del estudio y a su vez es necesario proporcionar condiciones ideales durante el desarrollo de la investigación.⁽⁴⁾ Para los estudios in vitro se presenta cierta dificultad en la estandarización de los dientes requeridos. Diversos autores identifican la dificultad en utilizar dientes naturales, ya que encontrar similitud unos con otros en la morfología y proporción estructural es poco probable; mientras que al utilizar dientes sintéticos estas propiedades se pueden crear. Sin embargo no es viable utilizar dientes sintéticos ya que estos no proporcionan información acertada debido a su escasa composición natural.⁽⁴⁾

III. MATERIALES Y METODOS

III.A. Tipo de estudio

En esta investigación se pretende realizar un estudio observacional descriptivo, tipo experimento in vitro; caracterizado por la manipulación artificial del factor de estudio por el investigador y por la asignación de los piezas dentales en grupos llamados control y experimental.

III.B. Muestra del estudio

80 premolares maxilares con un promedio de longitud de corona clínica de 8,5mm naturales sanos; divididos aleatoriamente en 4 grupos: el grupo 1 como grupo control, no se le realizara ningún tipo de preparación dental. El grupo 2, 3, 4 se refiere a cada uno de los tipos de preparación para carilla dental para premolares incluidos en este estudio.

III.C. Criterios de selección

III.C.1. Criterios de inclusión

- Premolares maxilares naturales sanos.
- Corona clínica sana sin restauraciones, alteraciones del esmalte o fractura.

III.C.2. Criterios de exclusión

- Premolares con fractura radicular.
- Premolares con tratamiento de conducto.
- Carillas cerámicas que en el momento de cementación presenten fallas.

III.D. Variables

- Tipo de preparación dental
- Fuerza aplicada
- Resistencia a la fractura

III.E. Operacionalización de variables

Tabla 1. *Tabla de variables*

VARIABLE	DEFINICION	CATEGORIZACION
Tipo de preparación dental	Diseño de la reducción geométrica del esmalte considerando las medidas respectivas según el tipo de preparación dental.	- Preparación tipo ventana. - Preparación de recubrimiento oclusal sin chámfer papalino. - Preparación hasta oclusal, de 0,5 mm de profundidad abarcando la cúspide Vestibular hasta el surco central; la cara proximal se prepara siguiendo la proyección de la superficie vestibular y superficie oclusal hasta unir las de forma oblicua con una profundidad de 0,5 mm
Resistencia a la fractura	Determina la fuerza máxima que pueden soportar las carillas cerámicas antes de sufrir una deformación plástica o fractura.	Se expresa en unidades de fuerza por la raíz cuadrada de la longitud de la fractura: MPa.
Fuerza aplicada	Agente capaz de modificar la cantidad de movimiento o la forma de los materiales.	Cantidad en Newtons aplicada a las carillas cerámicas hasta que se fracture.

- **Plan de análisis estadístico**

**Plan Univariado*

Para las variables cuantitativas se utilizarán medidas de tendencia central como la media o mediana; medidas de dispersión como la desviación estándar, el mínimo, máximo y rango.

**Plan Bivariado: Técnicas estadísticas implementadas*

- Prueba de Kruskal-wallis.
- Prueba U de Mann Whitney.
- Ajuste de Bonferroni

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	ESCALA DE MEDICION
Resistencia a la fractura	Fuerza aplicada	. Binomial-Razón
	Tipo de preparación dental	Binomial- multinomial

III.F. Procedimiento

- Inicialmente se realizó una revisión bibliográfica sobre los temas de interés, tales como los tipos de diseño para las preparaciones dentales en carillas cerámicas, propiedades físicas y mecánicas de las mismas.
- A continuación se realizará la búsqueda de los premolares naturales sanos, solicitándolos a consultorios y clínicas particulares a través de las actas de donación. Estos premolares serán debidamente desinfectados en una solución de timol al 0.1% para eliminar los restos de tejidos blandos y conseguir un efecto fungicida. Se procede a almacenar los dientes en la misma solución por un periodo de tiempo menor a 3 meses. (Figura 1)

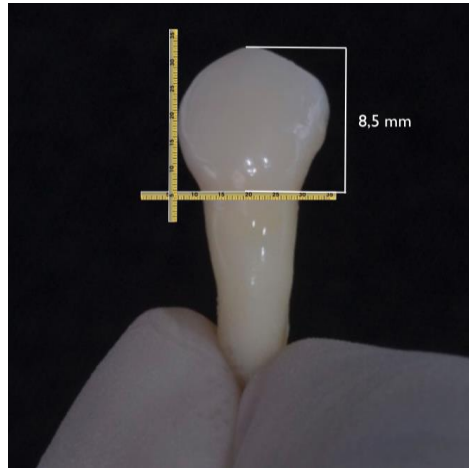


Figura 1. Premolar natural sano, con un promedio de longitud de corona clínica de 8,5mm

- Una vez recopilados los dientes se seleccionan 80 premolares según los criterios de inclusión y exclusión para conformar los diferentes grupos; cada grupo está formado por 20 premolares: el primer grupo (grupo control) no presenta ningún tipo de preparación dental. El segundo grupo (grupo 2) presenta una preparación tipo “ventana” la cual solo involucra la superficie vestibular del premolar terminando en la superficie oclusal. El tercer grupo (grupo 3) presenta una preparación con recubrimiento oclusal sin chámfer por palatino, y reducción de 2mm de la superficie oclusal. Por último, el cuarto grupo (grupo 4) presenta una preparación de carilla completa con 3 mm de reducción incisal y 2 mm extendido por palatino. la selección de los 80 dientes se realiza al azar.
- Posteriormente de haber conformado los grupos, se procede a colocar cada premolar en un cubo de acrílico, el cual solo cubre la porción radicular dejando libre la línea de unión cemento esmalte. (*Figura 2*)



Figura 2. Los premolares naturales sanos seleccionados, en los cubos de acrílicos ya rotulados.

Luego, los premolares fueron preparados en su superficie vestibular, siguiendo las dos inclinaciones anatómicas de su superficie, a una profundidad de 0,3 mm y 0,5 mm en la mitad gingival y oclusal respectivamente. (*Figura 3*)

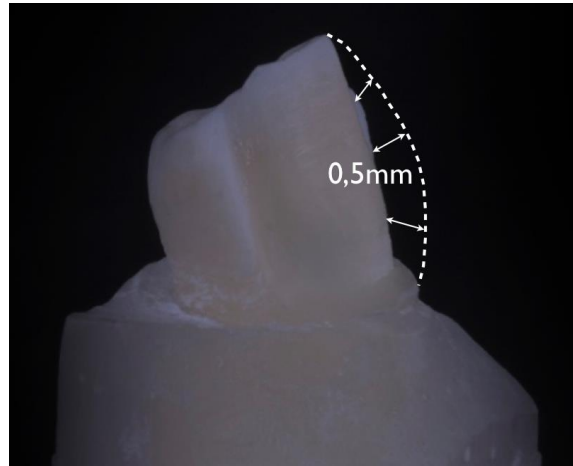


Figura 3. Premolar natural sano con preparación tipo ventana, grupo 1

- En oclusal, se preparó a 0,5 mm de profundidad y se abarcó la cúspide Vestibular hasta el surco central; la cara proximal se preparó siguiendo la proyección de las preparaciones de la superficie vestibular y superficie oclusal hasta unir las de forma oblicua con una profundidad de 0,5 mm (*Figura 4*)



Figura 4. Llave de Silicona y control de la profundidad de la preparación.

Luego de la anterior, se tienen en cuenta las especificaciones de cada preparación dental según el grupo; de la siguiente manera:

- En la preparación dental tipo “ventana” que corresponde al grupo 2, no se realiza ningún tipo de reducción oclusal terminado en un bisel justo en la unión oclusal de la superficie vestibular con la palatina (*Figura 5*).
- Para la preparación dental del grupo 3, se realiza un recubrimiento del borde oclusal con una reducción de 2 mm, la cual no termina en chámfer palatino (*Figura 1*).
- La preparación dental del grupo 4, presenta un diseño de carilla completa, donde se realiza una reducción oclusal de 3 mm con extensión sobre la superficie palatina de 2 mm (*Figura 5*).

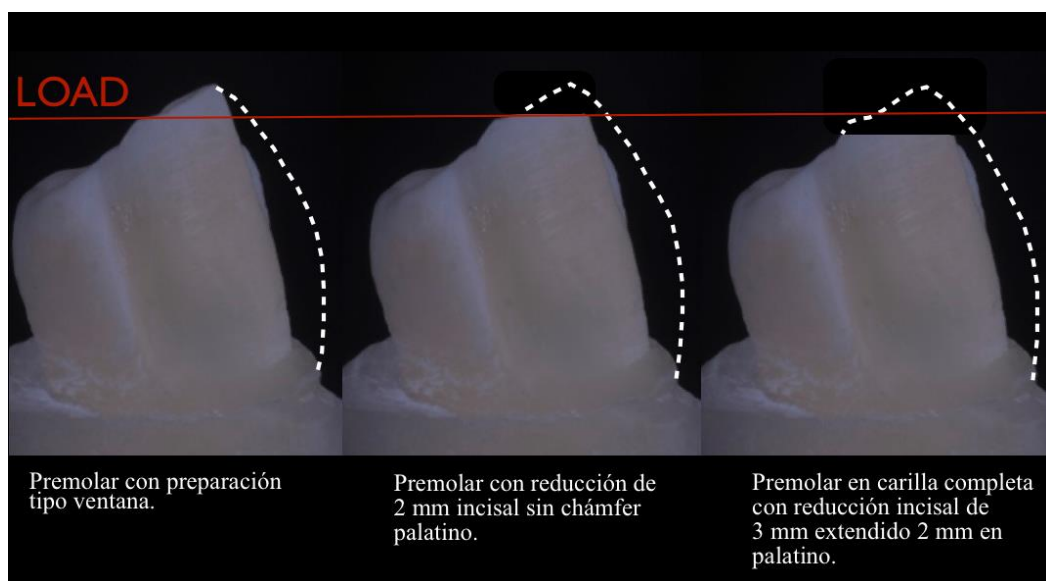


Figura 5. A: Premolar sin preparación. B: Premolar con preparación tipo ventana. C: Premolar con reducción de 2 mm incisal sin chámfer palatino. D: Premolar con carilla completa con reducción incisal de 3 mm extendido 2 mm en palatino.

- Luego de realizar las preparaciones dentales, se procede a eliminar ángulos agudos o asperezas utilizando la fresa troncocónica.
- Después de finalizar el pulido de las preparaciones dentales, a continuación se escoge un premolar guía de cada tipo de preparación dental, en el cual se verifica las medidas que corresponden al diseño. Se procede a tomar una llave en silicona (Putty 3M ESPE) como guía para realizar la estandarización de las restauraciones ya diseñadas. Se coloca cada llave de silicona según corresponda a la preparación, con la finalidad de examinar cuidadosamente la confección geométrica, y en caso de que sea necesario se realizan los ajustes en el diseño. (*Figura 6*)

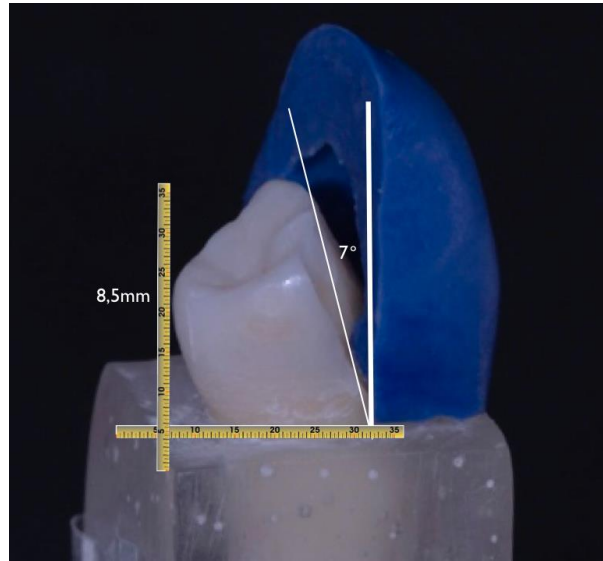


Figura 6. Verificación con llave de silicona

- Paso a seguir, fue el envío al laboratorio para realizar la digitalización de las preparaciones de los premolares con el Escáner InEos del sistema CEREC Sirona digitalizando cada preparación individual en un promedio de 60 segundos, por ser un Scanner óptico de última generación basado en la proyección digital del modelo: con una precisión de $12\ \mu\text{m}$ y un autofocus de cámara que garantizaron unos datos de escaneado de una calidad excelente, adecuados para los requisitos de precisión más altos. Se procedió al proceso de maquinado en la Fresadora Compacta CEREC Scan Sirona, de las carillas cerámicas con los bloques Feldespáticos Vita Mark II. (Figura 7).

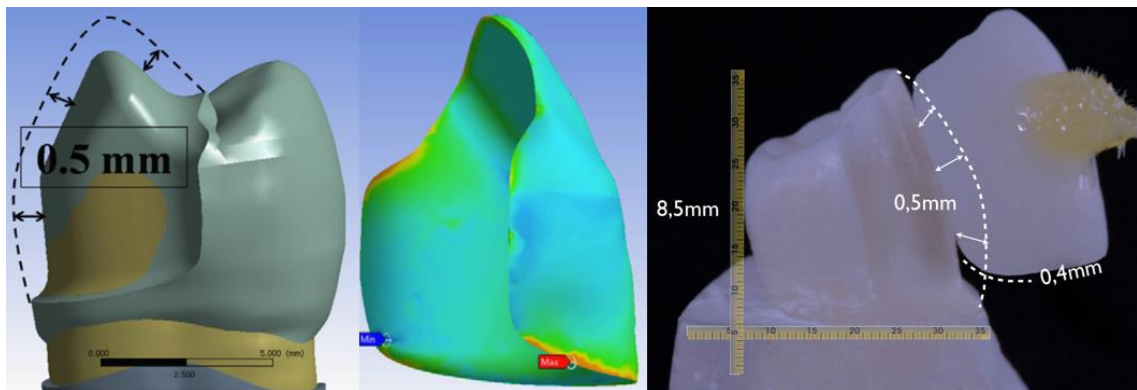


Figura 7. Digitalización de Modelos y maquinado de Carilla cerámica feldespática VITA MarkII CAD CAM con el sistema CEREC Sirona

- Una vez que se procesan las carillas cerámicas se procede a realizar la prueba de estas. Luego se tiene en cuenta los siguientes pasos para la cementación:

Se limpiaron los premolares usando una pasta pómez sin flúor, se enjuagó y secó con aire ligeramente.

Se probaron las carillas para verificar el ajuste y la estética.

El ajuste fue aceptable, se removió la carilla, se enjuagó el premolar y la carilla profusamente, se secó y se continuó con el procedimiento adhesivo.

Se limpió la superficie adhesiva de la carilla aplicando ácido fosfórico al 35% por 15 segundos, se lavó y secó.

Se Aplicó una capa única de Primer a la superficie adhesiva de la carilla y se secó.

Se aplicó 2 capas consecutivas del Adhesivo Dental 3MTM Single Bond sobre la superficie del premolar

Se secó gentilmente por 2-5 segundos. No se Fotopolimerizó

Se Aplicó una capa de adhesivo sobre la superficie adhesiva de la carilla tratada con silano.

Se secó gentilmente por 2-5 segundos.

No se Fotopolimerizó

Se Aplicó el cemento RelyX Vener Cement a la carilla, se asentó la carilla con una presión gentil.

Se Polimerizó por un instante la carilla en su sitio fotopolimerizando sobre la superficie vestibular por 20 segundos.

Se Limpió el cemento excedente de los márgenes.

Se Fotopolimerizó cada área y margen de la carilla por 30 segundos. (Figura 8)



Figura 8. Cementación de Carilla Cerámica Feldespatica VITA Mark II, CAD CAM CEREC Sirona

- Posteriormente, las muestras fueron colocadas en una Máquina Universal de Fuerza en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería Mecatronica de la Universidad Santo Tomás, hasta lograr su fractura por fuerzas de compresión (N) a una velocidad de 1 mm/min, con una carga inicial de 150 N en la parte superior de la cúspide hacia el eje longitudinal del premolar, posteriormente la carga fue aumentando hasta conseguir la fractura de la carilla. Este procedimiento se hace con el grupo 2,3,4. A continuación se evaluaron los resultados de acuerdo a las estadísticas correspondientes. Se hizo la discusión de los resultados y así mismo las conclusiones, y recomendaciones pertinentes. (Figura 9)



Figura 9. Colocación de Premolares con las carillas cerámicas cementadas en la Máquina Universal de Fuerza.

III.G. Consideraciones éticas

RESOLUCION N° 008430 DE 1993 (4 DE OCTUBRE DE 1993): por la cual se establece las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

Según el título 1 (Disposiciones Generales) en su artículo 11 respecto a las clasificaciones de las categorías de tipos de estudio, el estudio se clasifica como Investigación Sin Riesgos ya que no se tomarán en cuenta datos relevantes de los pacientes, puesto se realizará estudio de laboratorio

IV. RESULTADOS

El total de las preparaciones realizadas fueron de 60 carillas divididas en cuatro tipos de preparaciones cada grupo se conformo con 20 muestras, en todas las ocasiones la cerámica que se utilizó fue la feldespática VITA Mark II. El tiempo de fractura promedio en general fue de 4,8 segundos con un desviación de 2,4 segundos con respecto a la media, la resistencia a la fractura en promedio fue de 584,2 Mpa con una desviación de 309,44 Mpa (tabla 1, figura 10 y 11).

Tabla 2. Distribución general del tiempo de fractura y resistencia a la fractura medidas de tendencia central y dispersión.

Variable	Media	Ic de media	Desviación estandar	Mínimo	Máximo	Mediana
Tiempo de fractura	4,83	4,29-5,38	2,45	1,4	14,4	4,22
Resistencia a la fractura	584,29	515,43-653,16	309,44	-234,4	1565,6	506,25

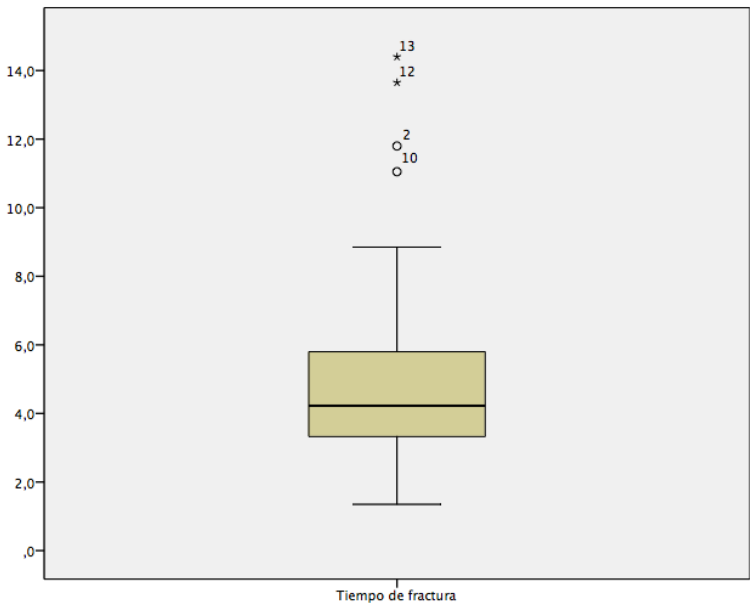


Figura 10. Distribución del tiempo de fractura.

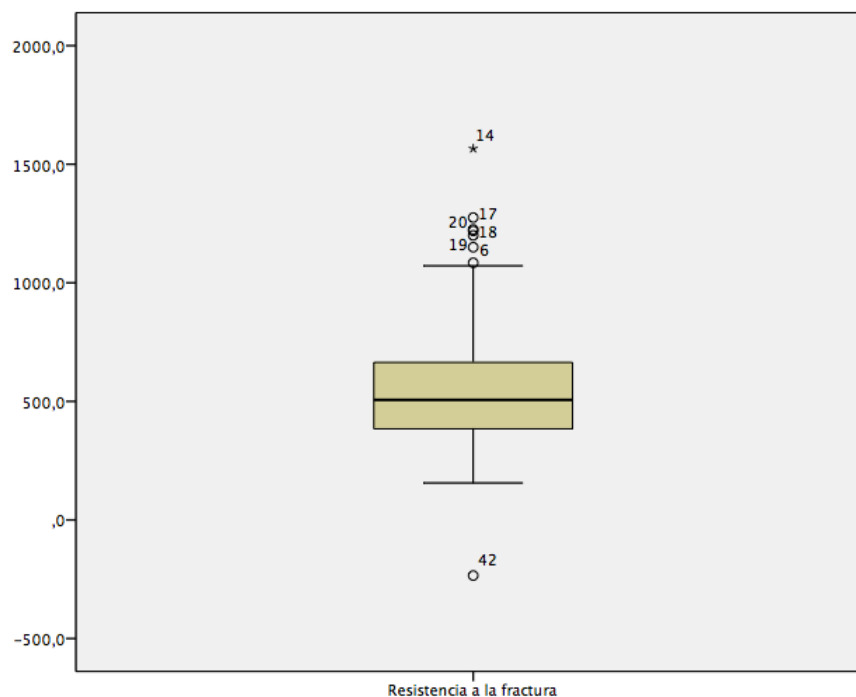


Figura 11. Distribución de la resistencia a la fractura total.

Se realizaron pruebas de homogeneidad y heterogeneidad de Kolmogorov-Smirnov, para el tiempo de fractura según las categorías de tipo de preparación donde los valores de p por lo menos para una de las cuatro categorías presentó valores $<0,000$ lo que sugirió un comportamiento no normal para la variable, la prueba estadística a utilizar es Anova de Kruskal Wallis.

La media del grupo control presentó el mayor tiempo de fractura, entre la preparaciones la preparación de ventana presentó una mediana de tiempo de fractura de 4,3 segundos, destacando que dentro de esta categoría el tiempo mayor fue de 6,4 segundos. Las demás categorías se encontraron con valores promedios muy cercanos a la preparación de ventana, esto se aprecia mejor en la (tabla 2 y figura 12).

Tabla 3. Distribución del tiempo de fractura según el tipo de preparación.

Variable	Media	Ic de media	Desviación estandar	Mínimo	Máximo	Mediana
Tipo de preparación						
Grupo control	7,56	6,16-8,96	2,98	4	14,4	6,92
Preparación Ventana	4,19	3,56-4,82	1,34	1,9	6,4	4,32
Preparación Sobrepasso Palatino de 2mm	3,70	2,86-4,55	1,80	1,4	8,9	3,55
Preparación Sobrepasso de 3mm	3,88	3,52-4,25	0,77	2,4	5,1	4,02

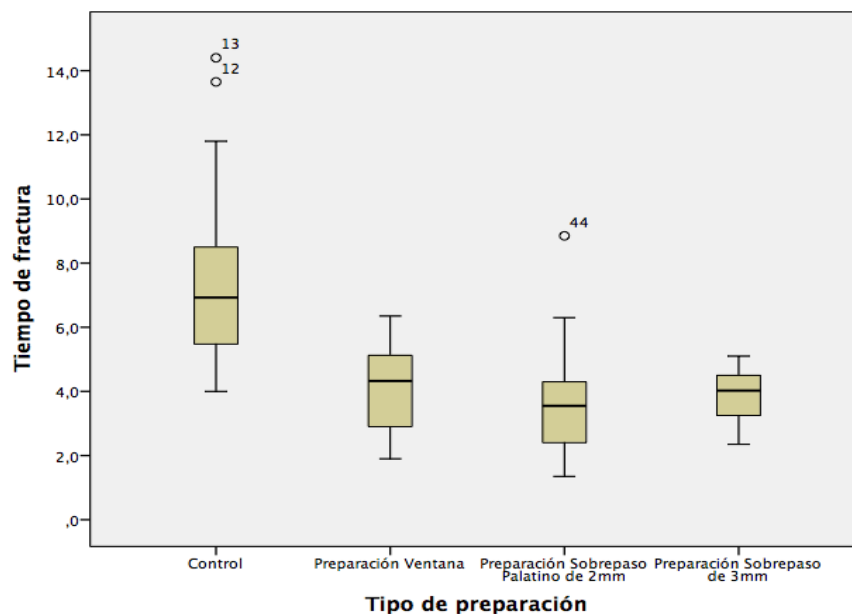


Figura 12. Distribución del tiempo de preparación dental según la marca.

Para la resistencia a la fractura se realizaron pruebas de homogeneidad y heterogeneidad de Kolmogorov-Smirnov, según las categorías de tipo de preparación donde los valores de p en dos de las cuatro categorías presentaron valores $<0,000$ lo que sugirió un comportamiento no normal para la variable, la prueba estadística a utilizar es Anova de Kruskal Wallis.

El grupo control presenta los mejores resultados de resistencia a la fractura, pero dentro de la preparaciones la preparación sobrepaso de 3mm es la que presentó mayor resistencia a la fractura con un valor promedio de 467,8 Mpa seguido de la preparación en Ventana con promedio de 443,1 Mpa en último lugar se encontró la preparación Sobrepaso Palatino de 2mm con un promedio de 377,9 Mpa. Entre las tres preparaciones la que presentó el mayor valor de resistencia a la fractura fue la preparación Ventana con un registro de 600 Mpa (tabla 3 y figura 13).

Tabla 4. Distribución de la resistencia a la fractura según el tipo de preparación.

Variable	Media	Ic de media	Desviación estandar	Mínimo	Máximo	Mediana
Tipo de preparación						
Grupo control	1048,28	959,79-1136,77	189,07	728,1	1565,6	1004,68
Preparación Ventana	443,12	381,26-504,98	132,18	156,3	600	487,5
Preparación Sobrepaso Palatino de 2mm	377,96	294,03-461,90	179,34	-234,4	575	395,31
Preparación Sobrepaso de 3mm	467,81	431,36-504,26	77,88	318,8	568,8	500

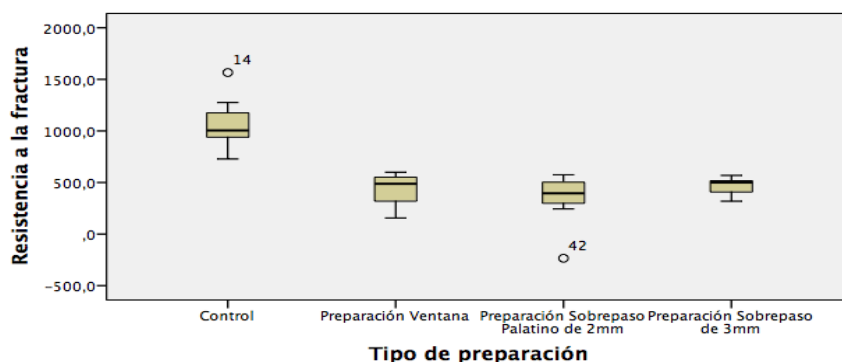


Figura 13. Distribución del tiempo de preparación dental según la marca.

La prueba anteriormente señalada tuvo un valor de $p < 0,000$ sugiriendo que la distribución del tiempo de fractura fue diferente entre las categorías del tipo de preparación, se utilizó la prueba posthoc de Bonferroni para comparar entre las categorías del tipo de preparación lo que arrojó como resultado que el grupo control presentó mayor tiempo de fractura sus valores de p con respecto a las demás categorías fueron $< 0,000$, teniendo en cuenta que esto es un control entre las categorías de preparaciones realizadas las demás categorías no presentaron diferencias en el tiempo de fractura (tabla 4 figura 14).

Tabla 5. Comparaciones múltiples diferencias de medias del tiempo de fractura según el tipo de preparación.

(I) Tipo de preparación	(J) Tipo de preparación	Diferencia de medias (I-J)	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Control	Preparación Ventana	3,3750*	,000	1,740	5,010
	Preparación Sobrepaso Palatino de 2mm	3,8575*	,000	2,222	5,493
	Preparación Sobrepaso de 3mm	3,6775*	,000	2,042	5,313
Preparación Ventana	Control	-3,3750*	,000	-5,010	-1,740
	Preparación Sobrepaso Palatino de 2mm	,4825	1,000	-1,153	2,118
	Preparación Sobrepaso de 3mm	,3025	1,000	-1,333	1,938
Preparación Sobrepaso Palatino de 2mm	Control	-3,8575*	,000	-5,493	-2,222
	Preparación Ventana	-,4825	1,000	-2,118	1,153
	Preparación Sobrepaso	-,1800	1,000	-1,815	1,455

Preparación Sobrepaso de 3mm	de 3mm				
	Control	-3,6775*	,000	-5,313	-2,042
	Preparación Ventana	-,3025	1,000	-1,938	1,333
	Preparación Sobrepaso Palatino de 2mm	,1800	1,000	-1,455	1,815

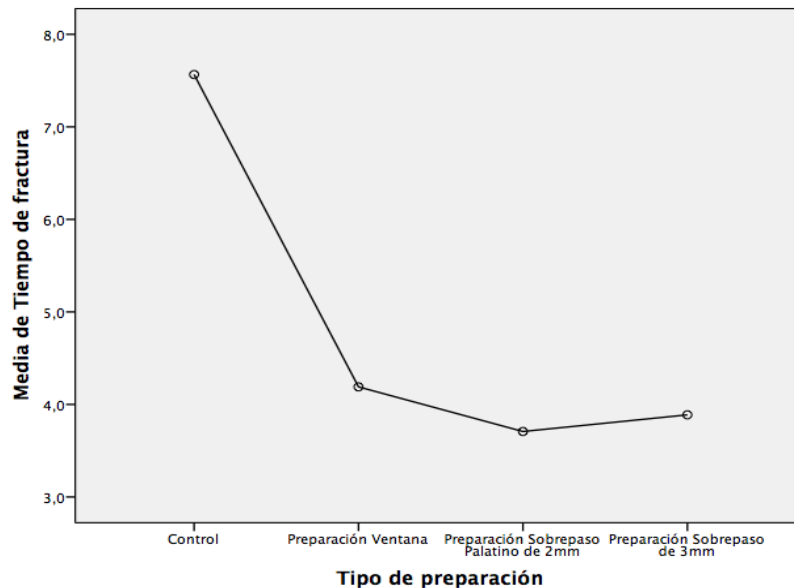


Figura 14. Medias del tiempo de fractura según tipo de preparación.

La prueba de Anova de Kruskal Wallis tuvo un valor de $p < 0,000$ sugiriendo que la distribución de la resistencia a la fractura es diferente entre las categorías del tipo de preparación, se utilizó la prueba posthoc de Bonferroni para comparar entre las categorías del tipo de preparación lo que arrojó como resultado que el grupo control presentó mayor resistencia a la fractura sus valores de p con respecto a las demás categorías fueron $< 0,000$. Teniendo en cuenta que esto es un control entre las categorías de preparaciones realizadas las demás categorías no presentaron diferencias en el tiempo de fractura pero se destacó que la preparación sobrepaso de 3mm presentó más resistencia a la fractura seguida por la preparación de ventana y en último lugar preparación sobrepaso palatino de 2mm (tabla 5 figura 15).

Tabla 6. Comparaciones múltiples diferencias de medias de la resistencia a la fractura según el tipo de preparación.

(I) Tipo de preparación	(J) Tipo de preparación	Diferencia de medias (I-J)	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Control	Preparación Ventana	605,1563*	,000	475,618	734,694
	Preparación Sobrepaso Palatino de 2mm	670,3125*	,000	540,775	799,850
	Preparación Sobrepaso de 3mm	580,4688*	,000	450,931	710,007

Preparación Ventana	Control	-605,1563*	,000	-734,694	-475,618
	Preparación Sobrepaso Palatino de 2mm	65,1563	1,000	-64,382	194,694
	Preparación Sobrepaso de 3mm	-24,6875	1,000	-154,225	104,850
Preparación Sobrepaso Palatino de 2mm	Control	-670,3125*	,000	-799,850	-540,775
	Preparación Ventana	-65,1563	1,000	-194,694	64,382
	Preparación Sobrepaso de 3mm	-89,8438	,385	-219,382	39,694
Preparación Sobrepaso de 3mm	Control	-580,4688*	,000	-710,007	-450,931
	Preparación Ventana	24,6875	1,000	-104,850	154,225
	Preparación Sobrepaso Palatino de 2mm	89,8438	,385	-39,694	219,382

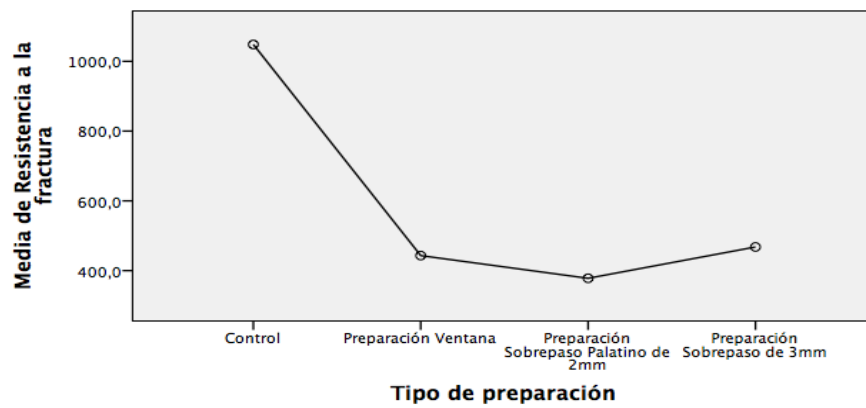


Figura 15. Medias de la resistencia a la fractura según tipo de preparación.

V. DISCUSIÓN

Las muestras de estudio para cada tipo de preparación fueron de 20 muestras utilizando tres técnicas habituales para este tipo de tratamiento descrito anteriormente, varios estudios utilizaron un número de muestras similares aunque oscilan entre 15 y 80 muestras.

En el estudio de Catoviv utilizó la técnica de sobrepaso palatino y esta mostró mayor resistencia a la fractura comparado con la técnica de ventana en premolares.⁽³⁹⁾ En el presente estudio se utilizaron las mismas y arrojó el mismo resultado pero se destacó la preparación sobrepaso de 3 mm.

Las pruebas de Archangelo en premolares sugirieron una distribución normal utilizando la prueba de Anova, esta distribución normal puede deberse a un proceso más riguroso de preparación del diente, cerámica y cementación,⁽³⁷⁾ en el presente estudio la prueba utilizada fue la misma pero con una distribución no normal por eso la diferencia en la prueba estadística utilizada y esto se puede deber al proceso de elaboración de la cerámica y preparación de los premolares.

Se demostraron diferencias significativas con valores de $p < 0,050$ lo que demostró por estos estudios que la técnica de superposición palatina es la que da mayor resistencia a la fractura tuvo, la prueba posthoc utilizada fue Turkey mostrando la múltiple comparación entre grupos;^(5, 14) hecho que coincide con el presente estudio a pesar que la prueba posthoc de Bonferroni no mostrara diferencias estadísticamente significativas pero gráficamente sí las posee.

La reducción de la resistencia a la fractura en los estudios estuvo alrededor del 15% al 25% realizando comparación entre clases de premolares, las preparaciones, premolares sin tratar; además se describieron las características adhesivas de los cementos utilizados para el proceso.^(3, 5)

En el estudio de Guess realizaron una pronunciación de la cerámica en palatino del premolar extenso y no hubo probabilidad de falla, demostrando para ellos que funciona mejor que la preparación de sobrepaso palatino.⁽¹⁰⁾ No se reportó información similar que apruebe o descarte lo descrito por Guess en el estudio realizado en la Santo Tomás, solo se reslató que el tipo de preparación que más resistencia a la fractura hubo fue para el sobrepaso de 3mm técnica que tuvo resultados similares a la preparación de ventana.

En los estudios la unión adhesiva al premolar está ligada a la resistencia y al tiempo de fractura lo cual son factores claves para el éxito para las técnicas de preparación,^(4, 10) conformando esto en un conjunto de pautas indispensables para todo proceso de rehabilitación; en el trabajo no se evaluaron estas características.

V.A. Conclusiones

- La preparación Sobrepaso de 3mm es la que presentó mayor resistencia a la fractura pero sin diferencias significativas con la preparación Ventana y preparación Sobrepaso Palatino de 2mm, esta última es la que presentó menor registro para la resistencia a la fractura.
- La preparación sobrepaso de 3mm presento mayor retención esto se debe a su mayor cubrimiento y condición estructural de la carilla, esto ocasiona una estructura más solida en su conformación, teniendo en cuenta las técnica de preparación de la cerámica y cementación de esta misma la cual son variable que hacen que el modelo se más complejo de evaluar. El sobrepaso a 3mm puede disminuir un poco es desventaja las fragilidad o aumentar la abrasión a los antagonistas.
- La cerámica que se utilizo posee unas propiedades o características muy particulares por su marca, la estabilidad se consideró buena porque el proceso de elaboración de las preparaciones y cerámicas se realizó por personal entrenado utilizando equipos rotatorios y técnicas avaladas, pero la reproducibilidad en estos procesos no se pudo evaluar o corroborar.

V.B. Recomendaciones

- Es recomendable aumentar el número de muestras por preparaciones para que esto sea representativo y poder encontrar diferenciar marcadas por preparaciones.
- Se debe utilizar diferentes marcas de cerámicas para describir ampliamente sus diferencias según preparaciones.
- Las mediciones realizadas deben se efectuarse también con controles negativos y sin controles para describir posibles diferencias en las preparaciones y en los diferentes materiales cerámicos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Guess, P. C.; Schultheis, S.; Wolkewitz, M.; Zhang, Y.; Strub, J. R. Influence of preparation design and ceramic thicknesses on fracture resistance and failure modes of premolar partial coverage restorations. *J. Prosthet Dent.* 2013 Oct, 110 (4): 264 – 73.
2. Schmidt, K. K.; Chiayabutr, Y.; Phillips K. M.; Kois J. C. Influence of preparation design and existing condition of tooth structure on load to failure of ceramic laminate veneers. *J. Prosthet Dent.* 2011 Jun, 105 (6): 374 – 82.
3. Catovic, A.; Kraljevic, K.; Jerolimov V.; Celebic, A.; Kovacicsek, F. The response of human premolars to cyclic loading. *J Oral Rehabil.* 1997 Apr; 24 (4): 320-4.
4. Stappert C OU, Gerds T, Strub J. Longevity and failure load of ceramic veneers with different preparation designs after exposure to masticatory simulation. *The J of Prosthet Dent.* 2005 94(2):132-9.
5. Zaronea F AD, Sorrentinoa R, Ferrob V, Aversab R, Apicellab A. Influence of tooth preparation design on the stress distribution in maxillary central incisors restored by means of alumina porcelain veneers: A 3D-finite element analysis. *Dental Materials.* 2005;21:1178-88.
6. Schmidt K CY, Phillips K, Kois J C. Influence of preparation design and existing condition of tooth structure on load to failure of ceramic laminate veneers. *J of Prosthet Dent.* 2011;105(6):364-82.
7. Tai-Min Lin P-RL, Ramp L C, Essig M E , Givan D A , Yu-Hwa Pan. Fracture resistance and marginal discrepancy of porcelain laminate veneers influenced by preparation design and restorative material in vitro. *J. of Dent.* 2012;40:202-9.
8. Magne P KKR, Belser U C, Hodges J S, DouglasW H. Crack propensity of porcelain laminate veneers: A simulated operatory evaluation. *J Prosthet Dent.* 1999;81:327-34.
9. Castelnuovo J NJ, Kois J. Fracture load and mode of failure of ceramic veneers with different preparations. *The jl of Prosthet Dent.* 2000;83(2):171-80.
10. Petra C. Guessa CFJS. Midterm results of a 5-year prospective clinical investigation of extended ceramic veneers. *Dental materials.* 2008;24:804-13.
11. Thompson J Y SBR, Piascik J. Ceramics for restorative dentistry: Critical aspects for fracture and fatigue resistance. *Materials Science and Engineering.* 2007;27:567-9.
12. Mitova G LU, Rabboa M A, Petschelt A, Pospiecha P. Investigations of subcritical crack propagation of the Empress 2 all-ceramic system. *Dental materials.* 2008;24:267-73.
13. Hahn P. An in vitro assessment of the strength of porcelain veneers dependent on tooth preparation. *J of Oral Rehabilitation.* 2000;27:1024-9.

14. Zarone F M, Epifania E, Leone G, Sorrentino R, Ferrari M. Dynamometric assessment of the mechanical resistance of porcelain veneers related to tooth preparation: A comparison between two techniques. *J Prosthet Dent*. 2006;95:354-63.
15. Rábago J TA. Carillas de porcelana como solución estética en dientes anteriores: informe de doce casos. *RCOE* 2005;10(3):273-82.
16. Cedillo J. Carillas de porcelana sin preparación. *ADM* 2011;68(6):314-22.
17. Fons A, Granell , M; Rueda, C; Martínez, A. Choice of ceramic for use in treatments with porcelain laminate veneers. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006;11:297-302.
18. Suárez F. Estudio del comportamiento clínico de 194 laminas de porcelana como procedimiento restaurador. valoración a tres años[Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 1997.
19. Shaini F. Clinical performance of porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation over a period of 6*5 years. *J of Oral Rehabililation* 1997;24:553-9.
20. Peumans, M; Lambrechts, P; Vanherle, G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J of Dent*. 2000;28:163–77.
21. Touati , B.; Natanson, O. Odontología estética y restauraciones cerámicas. 2000.
22. Peña J M; Álvarez, M. A.; González, P. Técnica y sistemática de la preparación y construcción de carillas de porcelana. *RCOE* 2003;8(6):647-68.
23. Chen Y. A Conservative Approach for Treating Young Adult Patients with Porcelain Laminate Veneers. *J Esthet Restor Dent* 2008;20(4):223–38.
24. Mohammed Aiqahani RM, Maan M. The effects of different shades of resin luting cement on the color of ceramic veneers. *Dental Materials J* 2012; 31(3):354-61.
25. Alghazzawi T. The failure load of CAD/CAM generated zirconia and glass-ceramic laminate veneers with different preparation designs. *The J of Prosthet Dent*.108(6):386-93.
26. Urs C. Belser PM, Michel Macne. Ceramic Laminate Veneers: Continuous Evolution of Indications. *J of Esthetic Dent*. 1997;9(4):197-207.
27. Anusavice KJ. Ciencia de los materiales dentales. 11 ed. Madrid, 2004.
28. Leinfelder K. the Porcelain esthetics for the 21st century. *JADA*. 2000;131:47-51.
29. Sipahi C MO. Interfacial shear bond strength between different base metal alloys and five low fusing feldspathic ceramic systems. *Dental Materials Journal*. 2012;31(3):333-7.

30. Denry I. Recent advances in ceramics for dentistry *Crit Rev Oral Biol Ued.*7(2):134-43.
31. Tecnotest. Acero. . In: Tecnotest, editor. Maquinas universales. p. 475-81.
32. Navarro B. Máquina de Ensayos Universales (MTS Test system 810) In: Monterrey Td, editor. p. 15
33. Kelly R. Ceramics in restorative and prosthetic dentistry. 1997;27:443–68.
34. Batalocco G LH, Ercoli C, Feng C , Malmstrom H. Fracture resistance of composite resin restorations and porcelain veneers in relation to residual tooth structure in fractured incisors. *Dental Traumatology.* 2012;28:75–80.
35. Cho, S. H.; Chang, W. G.; Limb, B. S.; Lee, Y. K. Effect of die spacer thickness on shear bond strength of porcelain laminate veneers. *J Prosthet Dent.* 2006, 95 (3): 201 – 8.
36. Li, Z.; Yang, Z.; Zuo, L.; Meng, Y. A three-dimensional finite element study on anterior laminate veneers with different incisal preparations. *J Prosthet Dent.* 2014, 12 (2): 325-33.
37. Archangelo, C. M.; Rocha, E. P.; Anchieta, R. B.; Martin, M.; Freitas A. C.; Ko, C. C.; Cattaneo, P. M. Influence of buccal cusp reduction when using porcelain laminate veneers in premolars. A comparative study using 3-D finite element analysis. *J. Prosthodont Res.* 2011, 55(4): 221-7.
38. MELLADO, A. B.; ANCHELIA, R. S. & QUEA, C. E. Resistencia a la compresión de carillas cerámicas de disilicato de litio cementado con cemento resinoso dual y cemento resinoso dual autoadhesivo en premolares maxilares. *Int. J. Odontostomat.*, 9(1):85-89, 2015.
39. A. Catovic, K. Kraljevic, V. Jerolimov, A. Celebic, F. Kovacicsek, M. Valentic. The response of human premolars to cyclic loadind. *Journal of oral rehabilitation* 1997 24; 320-324
40. Persson A, Andersson M, Oden A, Sandborgh-Englund G. A three-dimensional evaluation of a laser scanner and a touch-probe scanner. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2006;95(3):194-200.
41. Luthardt RG, Bornemann G, Lemelson S, Walter MH, Huls A. An innovative method for evaluation of the 3-D internal fit of CAD/CAM crowns fabricated after direct optical versus indirect laser scan digitizing. *Int J Prosthodont* 2004;17(6):680-5.
42. Persson M, Andersson M, Bergman B. The accuracy of a high-precision digitizer for CAD/CAM of crowns. *J Prosthet Dent* 1995;74(3):223-9.

43. Luthardt RG, Sandkuhl O, Herold V, Walter MH. Accuracy of mechanical digitizing with a CAD/CAM system for fixed restorations. *Int J Prosthodont* 2001;14(2):146-51.
44. DeLong R, Heinzen M, Hodges JS, Ko CC, Douglas WH. Accuracy of a System for Creating 3D Computer Models of Dental Arches. *Journal of Dental Research* 2003;82(6):438-42.
45. Persson AS, Andersson M, Oden A, Sandborgh-Englund G. Computer aided analysis of digitized dental stone replicas by dental CAD/CAM technology. *Dent Mater* 2008;24(8):1123-30.

VII. ANEXOS