



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLÓGÍA RESTAURADORA  
ÁREA DE BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS**

**ANÁLISIS COMPARATIVO *IN VITRO* DEL SELLADO MARGINAL DE  
RESTAURACIONES CLASE II DE RESINA COMPUESTA REALIZADAS CON  
TÉCNICA INCREMENTAL OBLICUA VERSUS TÉCNICA INCREMENTAL  
HORIZONTAL**

**Mauricio Alejandro Campos Pardo**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL  
Dr. Marcelo Bader M.**

**Adscrito a Proyecto de investigación PRI ODO 10/002  
Santiago – Chile  
2014**

## AGRADECIMIENTOS

A lo largo de mi camino como estudiante universitario han sido diversas las emociones vividas, grandes alegrías por triunfos como tristezas de las cuales reponerse. Pero han sido los pequeños logros y metas cumplidas, los que me han ayudado para formarme como profesional. Muchas personas formaron parte de este camino y espero sigan siendo parte de él, es por esto que dedico una parte de mi trabajo a quienes considero importante en este logro.

- A mis Padres, de los cuales estoy eternamente agradecido. Solo tengo palabras de gratitud hacia ustedes; comprensión, cariño y apoyo incondicional. Estoy orgulloso de formar parte de esta hermosa familia.
- A mi hermana Pilar, mi querida fonoaudióloga. Gracias por soportarme y ser una maravillosa hermana, soy un afortunado.
- A mi Jime, mi amada Dra. López. Es difícil resumir lo importante que eres en mi vida. Amada, compañera y amiga, espero estar mucho tiempo junto a ti ya que le das una infinita felicidad a mis días.
- A mis amigos: Cristóbal, Felipe, Claudio y Nicolás, la vida no es solo estudiar y siempre es importante saber disfrutar y celebrar.
- A mis amigos: Cristian, Oscar, Toshiro, Diego Tapia, Ignacio, Felipe y Diego Rivera, quienes hicieron en diversos momentos de mi vida universitaria, de la facultad, algo más que un lugar de estudio.
- A mis amigos Álvaro, Marcela, Ignacio y Josefa, quienes fueron un gran soporte en momentos difíciles durante la carrera.
- Al Dr. Marcelo Bader y Dr. Pedro Terrazas, por su paciencia y por sobretodo buena disposición para realizar este trabajo desde el primer momento.
- A los docentes que formaron parte de mi formación académica, de los cuales estaré agradecido por guiar mis estudios y permitir aprender esta bella profesión.
- A todos quienes de forma desinteresada me ayudaron en este proceso.

## ÍNDICE

I.	RESUMEN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	3
III.	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	19
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
V.	RESULTADOS.....	27
VI.	DISCUSIÓN.....	32
VII.	CONCLUSIONES.....	36
VIII.	SUGERENCIAS.....	37
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
X.	ANEXOS Y APÉNDICES.....	43

## RESUMEN

**Introducción:** En la confección de restauraciones de Resina compuesta, la técnica incremental oblicua ha sido frecuentemente utilizada. Sin embargo, actualmente se postula que la técnica incremental horizontal daría resultados similares de sellado marginal, siendo una técnica más sencilla y requiriendo un menor tiempo de trabajo clínico. Así se tendría menor posibilidad de cometer errores en el procedimiento de restauración, lo que tendría influencia en lograr una mejor adaptación del material al sustrato y por lo mismo en una menor microfiltración. El presente estudio *in vitro*, tuvo como objetivo determinar si existen diferencias significativas en el grado de penetración de un agente marcador, en la interfaz diente restauración de resinas compuestas Clase II, realizadas con la técnica incremental oblicua y la técnica incremental horizontal.

**Material y métodos:** Se recolectaron 30 molares humanos sanos. En cada diente se realizaron dos preparaciones cavitarias estandarizadas proximales clase II, una ocluso-mesial y otra ocluso-distal. Luego se efectuaron dos restauraciones en cada diente, una ocluso-mesial donde se utilizó una técnica incremental oblicua y otra ocluso-distal en la cual se utilizó una técnica incremental horizontal. Se realizó el proceso de termociclado, (100 ciclos entre 5°C a 60°C) manteniendo los dientes en una solución de azul de metileno por 30 segundos en cada temperatura y templándolos a 23°C durante 15 segundos entre cada baño. Posteriormente los dientes fueron cortados paralelos a su eje mayor y se observaron en un microscopio óptico, con aumento de lupa y con un objetivo con una grilla marcadora para medir el grado de penetración del agente marcador en la pared cervical. Los valores obtenidos fueron analizados con el test de Shapiro Wilk para determinar la distribución de los datos de la muestra, luego de lo cual fueron analizados con un test no paramétrico.

**Resultados:** Los valores de la filtración producida a nivel cervical fueron superiores en el grupo "Técnica incremental oblicua". Sin embargo, no hubieron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,137$ ) entre ambos grupos.

**Conclusiones:** No existe diferencias significativas en el grado de penetración del agente marcador en la interfaz diente restauración para ambas técnicas de restauración, sugiriendo que tienen similar microfiltración.

## MARCO TEÓRICO

### 1. Inicios de las Resinas Compuestas

A mediados del siglo XX, las resinas acrílicas surgieron como material de restauración estético debido a su parecido con el diente, insolubilidad en los fluidos orales, facilidad de manipulación y bajo costo. Sin embargo, presentaban una baja resistencia al desgaste y alta contracción de polimerización lo que causaba la fractura de las paredes de la restauración y una filtración marginal elevada. En la búsqueda de solucionar este problema, se agregó un polvo de cuarzo como partículas de relleno inerte, lo que reducía la contracción de fraguado y la expansión térmica. Así surgen las primeras resinas compuestas, basadas en Polimetilmetacrilato (PMMA) que tuvieron escaso éxito debido a que las partículas de relleno estaban separadas del polímero, provocando filtración, tinción y menor resistencia al desgaste. Esto fue corregido con la aparición de un agente de conexión de silano orgánico, que producía la adhesión entre las partículas de relleno y la matriz (Phillips, 2004).

### 2. Resinas Compuestas actuales

Se definen como una mezcla compleja de resinas polimerizables mezcladas con partículas de rellenos inorgánicos, unidas por un agente de acoplamiento. Además, se incluyen otros aditivos en la formulación, para facilitar la polimerización, ajustar la viscosidad y mejorar la opacidad radiográfica (Rodríguez y cols., 2008; Park y cols., 2008).

Las propiedades de la matriz de resina y los agentes de conexión relleno-matriz actuales han resuelto los problemas que presentaban los primeros materiales restauradores compuestos antes mencionados. Las resinas compuestas se

modificaron para obtener color, translucidez y opacidad, para de esa forma imitar el color de los dientes naturales, haciendo de ellas el material más estético de restauración directa. Inicialmente las resinas compuestas se indicaban solo para la restauración estética del sector anterior. Posteriormente y gracias al desarrollo inducido en estos materiales, la indicación se extendió también hacia el sector posterior. Entre los avances de las resinas compuestas, se reconocen mejoras en sus propiedades, tales como la resistencia al desgaste, manipulación y estética (Phillips, 2004; Rodríguez y cols., 2008).

## 2.1. Componentes

De acuerdo a lo señalado en párrafos anteriores, las resinas compuestas presentan en su composición estructural 3 elementos básicos:

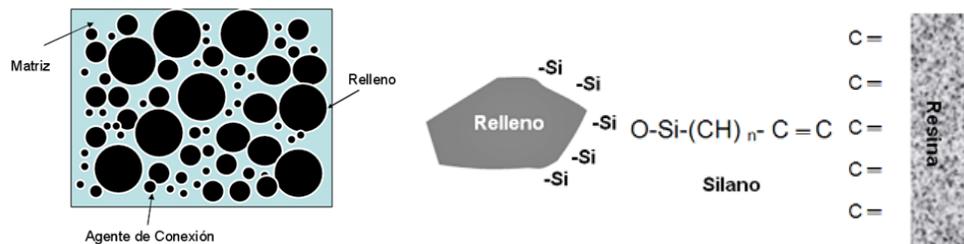
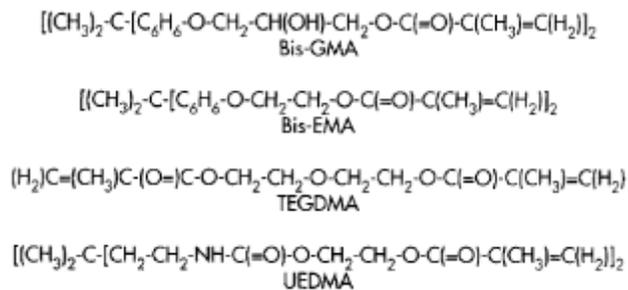


Figura N°1: Componentes de la resina compuesta (Matriz, relleno y agente de acoplamiento).

- Matriz de resina: Corresponde a la fase orgánica y comprende un sistema de monómeros mono, di y trifuncionales; un sistema iniciador de radicales libres e inhibidores de la polimerización (De la Macorra, 1999).

Esta matriz se compone de una resina plástica, en su mayoría formada de monómeros de dimetacrilato alifáticos y/o aromáticos, generalmente Bis-GMA (Bisfenol A metacrilato de glicidil) y UDMA (dimetacrilato de uretano). Tanto la Bis-GMA como el UDMA son monómeros de alto peso molecular y por ello se les

agregan otros monómeros de bajo peso molecular como el TEGDMA (tri-etilenglicol dimetacrilato), el Bis-EMA (Dimetacrilato de Bisfenol A Etoxilado) o el bis-MA (Dimetacrilato de Bisfenol A) para controlar su consistencia y hacerlos menos viscosos. Estos monómeros son los elementos de la matriz de resina, que más se emplean para formar estructuras de polímeros en las resinas compuestas (Graig, 2002; Phillips, 2004; Schneider y cols., 2010).



*Figura N°2: Monómeros utilizados en la matriz orgánica de las resinas compuestas.*

Otro componente de la matriz orgánica, son los sistemas iniciadores de radicales libres, los que pueden ser energizados por una activación química o por una activación lumínica, siendo en la actualidad el último sistema el más ampliamente utilizado. En los sistemas de activación química, se induce la polimerización por medio de un peróxido orgánico iniciador (peróxido de benzoilo) y un activador a base de una amina terciaria aromática (n,n-dihidroxietil-p-toluidina). Estos materiales se presentan en dos pastas separadas para cada componente. Por su parte, el sistema de activación lumínica consiste en una sustancia sensible a la luz, como una alfa-dicetona (canforoquinona) que absorbe la luz visible azul con una longitud de onda entre 400nm y 500nm e interactúa con un iniciador que es una amina alifática terciaria (4-n, n-dimetilaminofetil alcohol, DMAPE) producto de lo cual, se forman los radicales libres que inician la polimerización (De la Macorra, 1999; Graig, 2002; Phillips, 2004).

Los inhibidores son otros elementos de la matriz, utilizados para maximizar la capacidad de almacenamiento antes de polimerizar y la estabilidad química una

vez polimerizada, ya que minimizan o previenen la polimerización accidental o espontánea de los monómeros. La benzoquinona y la hidroquinona son los inhibidores que comúnmente se utilizan (De la Macorra, 1999; Phillips, 2004).

Esta fase orgánica es la encargada del endurecimiento de estos materiales. Cuando se produce la polimerización, los monómeros que se encuentran en forma de un agregado de moléculas libres, deben aproximarse entre sí para reaccionar y formar cadenas poliméricas que se entrecruzan y ensamblan de forma rígida, debido a lo cual se les atribuye el fenómeno de la contracción de polimerización (Fortin y Vargas, 2000; Craig y Powers, 2002; Phillips, 2004).

- Relleno: Corresponde a la fase inorgánica, compuesta por partículas que se le agregan a la matriz resinosa para mejorar la estabilidad dimensional y sus propiedades físicas y mecánicas. Su principal propósito es reforzar la resina compuesta y reducir la cantidad de material de la matriz orgánica. La adición de estas partículas, reduce la contracción de polimerización y el coeficiente de expansión térmica, proporcionando un aumento en la resistencia mecánica y aumentando el módulo de elasticidad (McCabe y Kagi, 1991; Ilie y Hickel, 2011).

Este relleno puede estar constituido principalmente de:

-Cristales de cuarzo y silicato, obtenidas por pulverizado o trituración, cuyo tamaño podría oscilar entre los 0,1µm y 100 µm.

-Sílice, son obtenidas a través de un proceso de precipitado o pirólisis y son esferas de sílice cuyo tamaño oscila entre las 0,1 µm y 0,05 µm (Phillips, 2004; Rodríguez y cols., 2008; Zimmerli y cols., 2010).

Las propiedades de las resinas compuestas, han ido mejorando debido al aumento de la carga del relleno. Dentro de estas mejoras destacan el refuerzo de la matriz de resina, la reducción de la contracción de polimerización, la reducción

de la expansión y contracción térmica, una disminución en la absorción de agua y menor tinción (Phillips, 2004; Puckett y cols., 2007).

- Agente de conexión: Es una molécula de tipo bifuncional, que permite la unión entre la matriz de resina y su relleno de refuerzo, pues ambas fracciones de la resina compuesta son de distinta naturaleza química. Este elemento es necesario para que haya una unión estable, resistente y durable en el tiempo de ambas fases de la resina compuesta. Para lograr esto, los fabricantes tratan la superficie de las partículas de relleno con un compuesto silícico orgánico (vinil-silano), el que posee grupos que son capaces de reaccionar con el relleno y otros que reaccionan con la matriz orgánica. El vinil-silano fue uno de los primeros agentes de unión utilizados, aunque posteriormente se reemplazó por el gama-metacril-oxipropil-trimetoxisilano. Este agente de conexión corresponde a una molécula bipolar que al sufrir hidrólisis se une a las partículas de relleno a través de una unión siloxano y a su vez al poseer grupos metacrilatos, durante el proceso de polimerización forma uniones covalentes con la resina, proporcionando una unión más resistente entre la fase orgánica y el relleno (Fortin y Vargas, 2000; Craig y Powers, 2002; Phillips, 2004).

## **2.2. Clasificación**

Las Resinas compuestas pueden ser clasificadas mediante diversos criterios:

### **2.2.1. Según el tamaño de las partículas de relleno**

- Macrorelleno: Constituido por cristales de cuarzo de tamaño entre las 1 y 100 $\mu$ m, con un porcentaje de relleno en peso de hasta un 80% (60-80%). Actualmente han sido desplazadas por su alta susceptibilidad al desgaste y su rugosidad superficial (Ferracane, 2011).
- Microrelleno: Partículas de sílice de entre 0,1 y 0,05  $\mu$ m, con un porcentaje de relleno en peso de hasta un 50% razón por la cual se ven afectadas las

propiedades mecánicas de la resina. Para lograr obtener un mayor porcentaje de relleno, se cambió la forma de agregar estas partículas, incorporándolas de forma de complejos que pueden ser aglomerados, prepolimerizados o tratados con calor, obteniendo así hasta un 60 % de relleno y excelentes propiedades estéticas (Toledano, 2003; Ilie y Hickel, 2009).

- Híbridas: Son denominados así los sistemas que utilizan rellenos de partículas de diferentes tamaños. Estos surgen para combinar las propiedades de las resinas de macro y microrelleno. En promedio el tamaño de sus partículas más pequeñas varía, siendo las macropartículas de 1 a 5  $\mu\text{m}$  y las micropartículas de 0,04  $\mu\text{m}$ . El porcentaje de relleno en peso es de hasta un 85% y su gran inconveniente es la dificultad de pulido que presentan (Toledano, 2003; Sensi y cols., 2007).
- Microhíbridas: Al igual que las anteriores contienen 2 tamaños de partículas; las de mayor tamaño que son de 1 a 0,4  $\mu\text{m}$  y las menor tamaño de 0,04  $\mu\text{m}$ , con un promedio inferior al micrón. Presenta una alta capacidad de pulido y una buena resistencia al desgaste y fractura (Sensi y cols., 2007).
- Nanorelleno: Contiene partículas de tamaño promedio de 25nm, las que se pueden presentar en forma libre o aglomeradas entre sí. Debido a la reducción del tamaño de las partículas, se puede lograr una mayor carga de relleno consiguiendo reducir la contracción de polimerización y mejorando propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión, a la tracción y a la fractura. Por otra parte, presenta un mejor pulido que los otros tipos de resina compuesta mencionados (Sensi y cols., 2007; De Andrade y cols., 2011).
- Nanohíbridas: Corresponden a la presentación actual de la mayoría de las resinas compuestas y son una evolución de las microhíbridas. Contiene partículas con una amplia distribución de tamaño entre los 5 y 100 nm. La compresión y la resistencia a la fractura de estas resinas son equivalente o

superiores a los otros tipos de relleno. Estas resinas presentan buenas propiedades físicas, mecánicas y estéticas (Tanthanuch y cols., 2014).

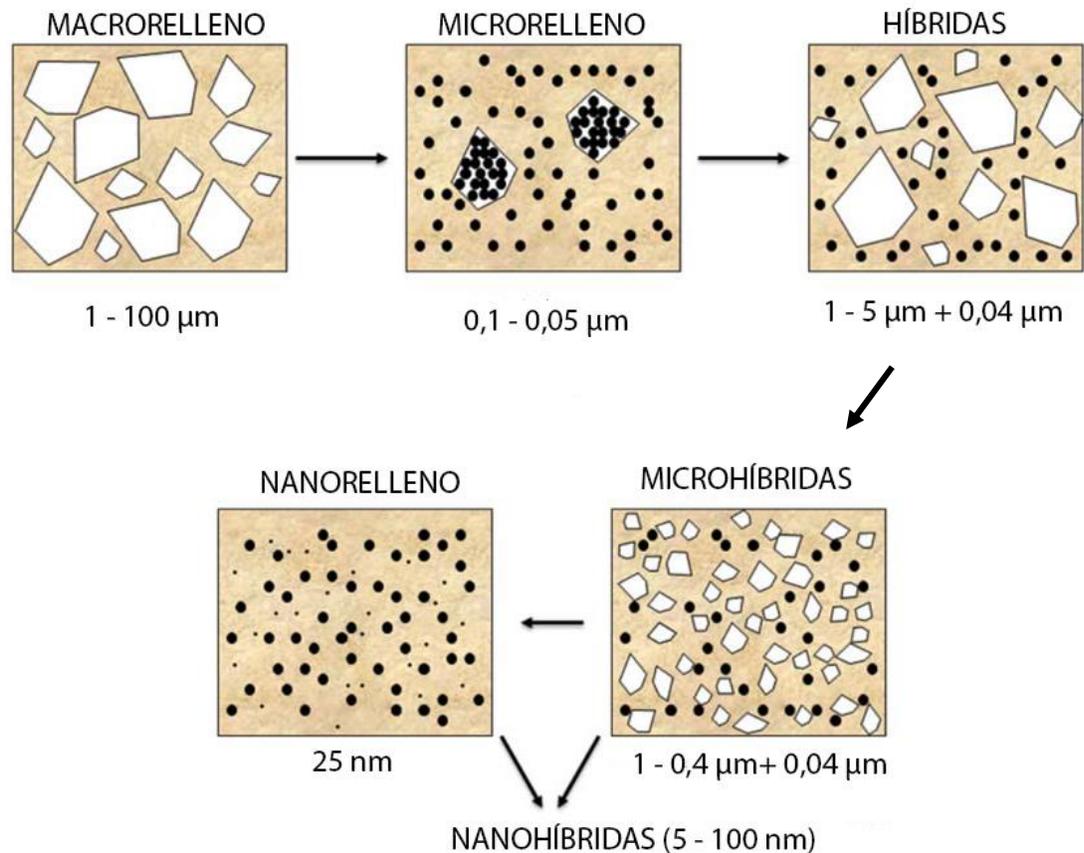


Figura N°3: Tipos de resina según tamaño de partícula de relleno.

### 2.2.2. Según la forma de activación

- Activación química: La autopolimerización o activación química en las resinas compuestas, se realiza cuando se mezclan 2 pastas en la cual una contiene un peróxido orgánico iniciador y la otra un activador de amina terciaria aromática. Esto presenta el inconveniente que al ser obtenido a través de mezcla, se incorpora aire que entra en forma de poros que atrapan oxígeno, el que es un inhibidor de la reacción de polimerización. Otros inconvenientes son, la incapacidad de poder controlar el tiempo de trabajo por parte del operador y la falta de estabilidad de color en el tiempo (Toledano, 2003; Phillips, 2004).

- Activación por luz: La activación por luz utiliza un sistema iniciador fotosensible y una fuente lumínica de activación. El haz de luz con longitud de onda entre 400nm y 500nm incide sobre una canforoquinona que en presencia de un iniciador, una amina alifática terciaria, desencadena la reacción de polimerización (Toledano, 2003; Phillips, 2004).
- Duales: Corresponde a una combinación de activación química y activación por luz en una misma resina (Toledano, 2003).

### **2.2.3. Según el contenido de relleno**

- Condensables: Poseen una mayor cantidad de relleno (por encima del 80%) lo que las hace más resistentes y al poseer menor cantidad de matriz son de mayor viscosidad, por lo mismo son también llamadas resinas de alta viscosidad (Toledano, 2003; Strassler, 2006).
- Convencionales: Poseen una cantidad de relleno entre un 72% y 82%, tienen un bajo índice de desgaste, alta elasticidad y resistencia a la fatiga. Presentan una viscosidad intermedia (Abate, 1998).
- Fluidas: Poseen una menor cantidad de relleno (aproximadamente un 50%), presenta propiedades mecánicas inferiores y una mayor contracción de polimerización. Son también llamadas resinas de baja viscosidad (Toledano, 2003; Sensi y cols., 2007).

## **2.3. Propiedades**

Las resinas compuestas presentan diversas propiedades dentro de las que destacan:

### **2.3.1. Viscosidad**

La viscosidad es la resistencia al desplazamiento que ofrecen unas capas sobre otras. Una elevada viscosidad no permite que el material se extienda y fluya adecuadamente. Los monómeros Bis-GMA y UDMA poseen una alta viscosidad y sumado a la incorporación de sílice de microreellenos, aumentan aún más la viscosidad, haciendo necesaria la incorporación de monómeros de bajo peso molecular (dimetacrilatos) para contrarrestar este efecto en las resinas compuestas (Toledano, 2003; Hervás y cols., 2006).

### **2.3.2. Contracción de polimerización**

Corresponde a una disminución de volumen que se produce como consecuencia de un reordenamiento molecular en un espacio menor de aquel que es requerido en la fase inicial de la reacción de polimerización. Esta contracción volumétrica puede generar una desadaptación entre la restauración y el tejido dentario (Caetano y cols., 2008).

### **2.3.3. Solubilidad**

Las resinas compuestas tienen un muy bajo valor de solubilidad (0,5 mg/cm<sup>2</sup>), que no tiene consecuencias en el medio bucal (Toledano, 2003).

### **2.3.4. Propiedades térmicas**

Se destacan dos propiedades, la conductividad térmica – eléctrica y la variación dimensional térmica. Las resinas compuestas en general, son buenos aislantes térmicos y eléctricos. Por otra parte, la variación dimensional térmica que depende de la fase matriz, se relaciona inversamente con el porcentaje de relleno.

Existen diferencias en el grado de variación dimensional térmico del diente y de la resina compuesta, lo que puede generar desajustes al ser sometido a cambios bruscos de temperatura (Toledano, 2003).

### **2.3.5. Propiedades mecánicas**

Esta agrupa un conjunto de propiedades físicas del material, tales como la resistencia a la tracción, resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y resistencia al desgaste. Estas dependen del porcentaje de relleno, el tipo de material de relleno, del grado de unión que se obtiene entre las partículas y la matriz y del grado de polimerización final de la resina compuesta (Toledano, 2003).

### **2.3.6. Radiopacidad**

Las resinas compuestas de uso odontológico consiguen la radiopacidad incorporando elementos radio opacos, tales como, bario (Ba), estroncio (Sr), zirconio (Zr), zinc(Zn), iterbio(Yb), itrio (Y) y lantano (La) (Rodríguez y cols., 2008).

### **2.3.7. Comportamiento Óptico**

Las resinas compuestas deben adecuarse a la apariencia de los tejidos dentarios a remplazar. Por esto, la translucidez del relleno debe ser similar a la estructura del diente. También es relevante la estabilidad de color que logre el material (Hervás y cols., 2006; Higashi, 2011; Sabatini, 2014).

## **2.4. Problemas de las Resinas Compuestas**

A pesar de sus ventajas, las resinas compuestas presentan algunas deficiencias en cuanto a su desempeño, dentro de las cuales se encuentran la falta de adhesión que ellas presentan por sí solas a las estructuras dentarias, el fenómeno de contracción de polimerización y su coeficiente de variación dimensional térmico disímil al de la pieza dentaria, factores que pueden generar una

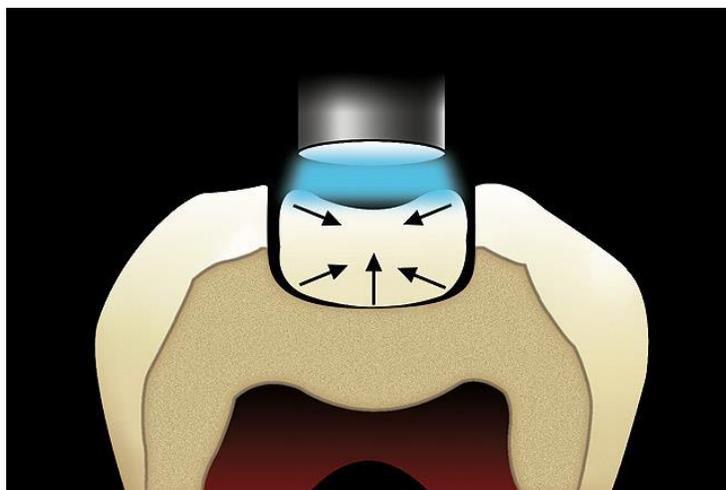
brecha entre el diente y la restauración, provocando una falla en el sellado marginal. (Yazici y cols., 2002)

#### - Falta de Adhesión

Si la resina compuesta no se adhiere a las estructuras dentarias al endurecer, se generará un espacio entre ambas partes, el cual tendrá como consecuencia una filtración marginal y por consiguiente llevará a un fracaso de la restauración, produciendo sensibilidad post operatoria y caries secundaria en las restauraciones realizadas. Es importante considerar que la causa principal del fracaso de las restauraciones con resinas compuestas es la caries secundaria (Rodríguez y cols., 2008).

#### - Efectos de la contracción de polimerización

La contracción de polimerización se entiende como el fenómeno consecuente al re-ordenamiento molecular que ocurre durante la reacción de polimerización de la resina compuesta dental. Esta contracción de polimerización es considerada el mayor inconveniente de estos materiales de restauración (Linden y Jakubiak, 2001).



*Figura N°4: Contracción de polimerización.*

Este fenómeno es inevitable durante la polimerización, debido a que se produce por un acercamiento de los monómeros para poder reaccionar entre sí, generando un menor volumen en la masa final de la resina compuesta. Esto se traduce en una serie de problemas clínicos, tales como la generación de tensiones entre las paredes cavitarias, las que tienden a la deformación del continente de la restauración o a una deflexión cuspídea y a producir fracturas en el esmalte o cracks. Por otra parte se puede formar una brecha marginal que viene a agravar el problema de la falta de adhesión, llevando así al consiguiente fracaso de la restauración (Linden y Jakubiak, 2001; Jiménez, 2004).

- Falla del sellado marginal

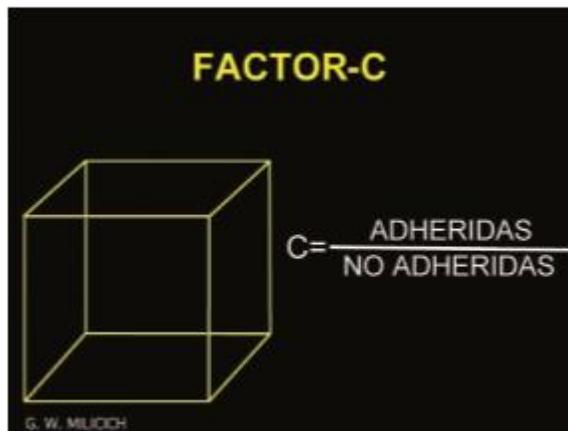
El sellado marginal implica que se establezca una relación entre el material y la superficie dentaria que no deje ningún espacio o brecha que permita la filtración marginal (Macchi, 2007).

Una restauración de resina compuesta poseerá un correcto sellado marginal cuando el grado de adhesión generado con la estructura dentaria, supere las fuerzas generadas por la contracción de polimerización y las fuerzas generadas por los cambios dimensionales térmicos posteriores a la polimerización. Es por esta razón, que una eficiente adhesión de la resina compuesta al esmalte y dentina es fundamental en el éxito de la restauración (Ehrmantraut y cols., 2011).

La integridad y durabilidad del sellado marginal es esencial para el éxito de cualquier sistema restaurador. Sin embargo, uno de los puntos más débiles en las restauraciones de resina compuesta clase II es la microfiltración que contribuye a la sensibilidad post- operatoria, a una alta incidencia de caries secundaria, con posible irritación pulpar y tinción marginal, debido a la transmisión de bacterias, líquidos y moléculas por la brecha marginal entre la superficie cavitaria y el material restaurador, generando clínicamente una falla en la restauración (Majety y Pujar, 2011).

- Factor C

El factor de configuración cavitaria o factor C corresponde a una relación matemática simple, siendo el resultado de dividir la cantidad de paredes donde el material se encuentra adherido (superficie adherida) por la cantidad de superficie del material libre de adhesión (superficie no adherida). Esto permite conocer la magnitud del estrés de polimerización que generará una resina compuesta en una preparación biológica durante su reacción de polimerización (Cedillo, 2010).



*Figura N°5: El factor de configuración cavitaria.*

El factor C y la contracción de polimerización influyen negativamente en los mecanismos adhesivos en forma directamente proporcional: cuanto mayor sea la cantidad de superficie de material libre, no adherida en una preparación, mayor será la capacidad de fluir del material, lo que favorecería la disminución del estrés durante la contracción de polimerización (Lanata, 2003).

Para compensar lo anterior, se desarrollaron las técnicas incrementales de restauración, las que buscan generar un factor C favorable, donde haya la menor cantidad de paredes adheridas posibles y a su vez la mayor cantidad de paredes libres (Cedillo, 2010; Roopa y cols., 2011).

### 3. Técnica Incremental

El uso de la técnica incremental, además de considerar el stress generado por la polimerización, también considera generar una disminución del efecto de la contracción y producir una liberación de las tensiones residuales en el material (Braga y cols., 2006; Cedillo, 2010).

La técnica incremental se caracteriza por la construcción progresiva de la restauración, agregando pequeños incrementos menores a 2mm de grosor de material en capas sucesivas, los cuales se van fotoactivando de manera consecutiva, con el fin de disminuir la magnitud del efecto de la contracción de polimerización y con ello atenuar la tensión residual entre diente y restauración, mejorando así el sellado marginal de la restauración y reduciendo la posibilidad de microfiltración marginal (Deliperi y Bardwell, 2002).

Existen diversas formas de realizar la técnica incremental, entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

- Técnica Horizontal: Se incorporan incrementos en sentido vestíbulo palatino/lingual a lo largo de la preparación cavitaria, hasta llenar la preparación biológica (Deliperi y Bardwell, 2002).
- Técnica Oblicua: Consiste en la incorporación de incrementos triangulares u oblicuos en las paredes de la cavidad, los que son fotoactivados ya sea de forma directa o inicialmente a través de las paredes cavitarias y luego desde la superficie oclusal de forma directa, para así direccionar el vector de contracción hacia la superficie adhesiva (Deliperi y Bardwell, 2002).

- Técnica por Cúspides: Consiste en aplicar incrementos que permiten ir reconstruyendo cada cúspide en forma separada hasta completar la restauración (Deliperi y Bardwell, 2002).

Desde hace varios años, los investigadores han realizado estudios para comparar las técnicas de restauración de resina compuesta. Hansen EK (1986) y Lutz y cols. (1991) propusieron que la técnica oblicua tiende a mejorar la adaptación marginal, resistiendo de mejor forma la tensión de contracción. Por otra parte, Duarte y cols. (2007) realizaron un estudio comparativo de ambas técnicas, donde concluyeron que no existen diferencias estadísticamente significativas al analizar la microfiltración marginal con distintas técnicas de inserción en preparaciones con un alto factor C (Hansen, 1986; Lutz y cols., 1991; Duarte y cols., 2007).

Por años, la técnica más utilizada ha sido la técnica oblicua, sin embargo, en la actualidad se postula que la técnica horizontal daría el mismo resultado de sellado marginal y con la ventaja de ser una técnica más sencilla, requiriendo un menor tiempo clínico y presentando una mayor facilidad en el actuar del clínico (Duarte y cols., 2007).

Dado que la técnica horizontal contraviene los fundamentos relacionados con el factor c para liberar el stress de contracción, lo que implicaría un menor sellado marginal, el presente estudio busca analizar comparativamente el grado de sellado marginal obtenido con restauraciones próximo oclusales realizadas con la técnica incremental oblicua y con la técnica horizontal para determinar si hay diferencias entre ellas (Deliperi y Bardwell, 2002).

Es relevante considerar que a pesar de haber un menor stress de contracción con la técnica oblicua, esta es solo una pequeña diferencia y no implicaría un cambio significativo en el sellado marginal de una restauración clase II, ya que existen otros factores como la resistencia de la unión adhesiva a los sustratos

dentales, la diferencia de coeficientes de expansión térmica entre esmalte, dentina y material de restauración y las fallas durante el proceso restaurativo, los cuales también son influyentes al momento de evaluar el sellado marginal (Soares y cols., 2013; Duarte y cols., 2007).

La importancia del presente estudio, es establecer si existen diferencias en el sellado marginal, al comparar la técnica incremental oblicua con la técnica incremental horizontal, en restauraciones clase II de resina compuesta. Por consiguiente, de los resultados obtenidos se puede obtener información acerca de si es posible utilizar una técnica más sencilla y con menor tiempo clínico, con la cual se tendría menor posibilidad de cometer errores en el procedimiento de restauración, lo que tendría influencia en una menor microfiltración y en la mejor adaptación del material al sustrato (Deliperi y Bardwell, 2002).

## **HIPÓTESIS**

Las restauraciones de resina compuesta Clase II *in vitro*, realizadas con la técnica incremental horizontal, presentan el mismo grado de penetración del agente marcador en la interfaz diente restauración que las realizadas con la técnica incremental oblicua.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar si existen diferencias significativas en el grado de penetración de un agente marcador, en la interfaz diente restauración de resinas compuestas Clase II, realizadas con la técnica incremental oblicua y la técnica incremental horizontal.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el grado de penetración del agente marcador en la interface diente restauración de resinas compuestas Clase II realizadas con la técnica incremental oblicua.
- Determinar el grado de penetración del agente marcador en la interface diente restauración de resinas compuestas Clase II realizadas con la técnica incremental horizontal.
- Analizar comparativamente los resultados obtenidos de los grupos de estudio.

## METODOLOGÍA

Este estudio se realizó en los laboratorios del Área de Biomateriales Dentales del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile. Se llevó a cabo un estudio comparativo *in vitro* para evaluar el sellado marginal de restauraciones de resina compuesta, realizadas con la técnica incremental oblicua y la técnica incremental horizontal.

Para la evaluación y comparación de ambos procedimientos se recolectaron 30 piezas dentarias humanas (molares sanos) recientemente extraídas, las cuales fueron obtenidas previo consentimiento informado (anexo 1) y conservadas en una solución de suero fisiológico en un recipiente de vidrio cerrado para mantener su correcta hidratación, mantenidos a temperatura ambiente hasta el momento de ser utilizados para la fase experimental, cambiando el suero cada 48 horas.

Previo a su uso, las piezas dentarias recién extraídas fueron desinfectadas con timol al 0,1%, durante 24 horas y limpiadas con Curetas Gracey (13-14 Hu-Friedy®), escobillas y agua, para eliminar restos orgánicos que estuviesen adosados en su superficie.

Para realizar el análisis del sellado marginal, se evaluó el grado de penetración de un agente marcador, obtenido a través de la interfaz diente restauración, de acuerdo al protocolo de trabajo aplicado en la asignatura de Biomateriales Odontológicos de la facultad de odontología de la Universidad de Chile, el cual se desarrolló de acuerdo a los siguientes pasos:

- En cada diente se realizaron dos preparaciones cavitarias proximales clase II, una por ocluso-mesial y otra por ocluso-distal.

- Las preparaciones fueron realizadas por el mismo operador, utilizando una pieza de mano de alta velocidad, con una piedra de diamante cilíndrica N°0.8mm, estandarizadas en 4mm de extensión ocluso cervical, 3mm de ancho vestíbulo palatino y 3 mm de profundidad hacia pulpar, lo que fue medido con sonda periodontal.



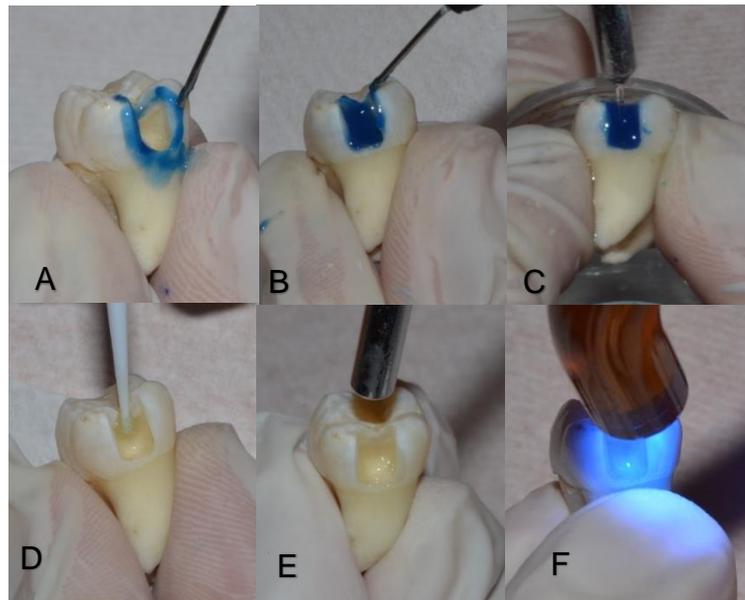
*Figura N°6: Preparación cavitaria visión oclusal.*

Luego en cada una de las preparaciones cavitarias, se confeccionaron restauraciones de resina compuesta Filtek Z350 (3M ESPE) utilizando el sistema adhesivo Single Bond 2 (3M ESPE), según protocolo indicado por el fabricante. Las restauraciones realizadas fueron una ocluso-mesial en que se utilizó una técnica incremental oblicua y otra ocluso-distal en la cual se utilizó una técnica incremental horizontal.

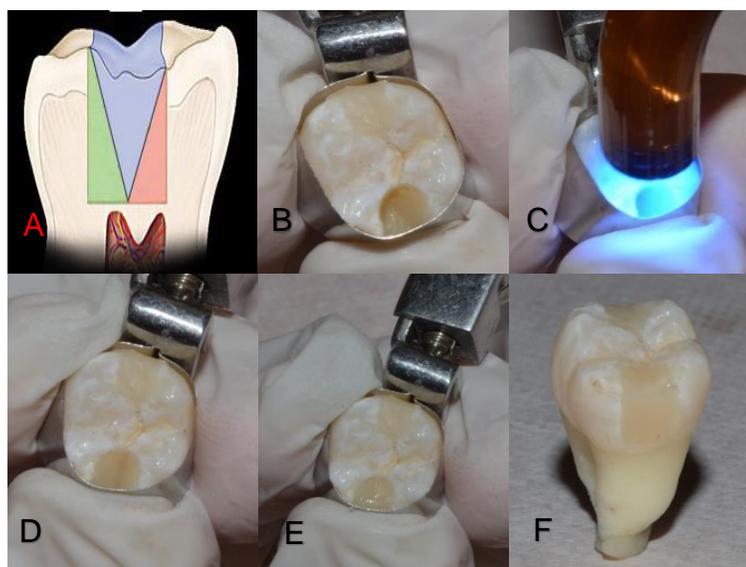
Procedimiento para la Técnica incremental oblicua:

1. Grabado ácido por 10 segundos en esmalte y luego 10 más en dentina y esmalte con ácido ortofosfórico al 37%.
2. Lavado del grabado ácido con spray por 40 segundos.
3. Secado de la cavidad con papel absorbente.
4. Aplicación de la primera capa de sistema adhesivo a la preparación cavitaria frotando por 20 segundos.

5. Aplicación de aire con jeringa triple por 10 segundos a 10 cm. de distancia.
6. Aplicar segunda capa de sistema adhesivo a la preparación cavitaria frotando por 20 segundos.
7. Aplicación de aire con jeringa triple por 10 segundos a 10 cm. de distancia.
8. Fotoactivación del sistema adhesivo por oclusal por 20 segundos.
9. Ubicación de banda matriz metálica.
10. Aplicación de la primera capa de Resina Compuesta, en forma oblicua desde el piso cervical, siguiendo la pared vestibular hasta el borde cavo superficial.
11. Fotoactivación por 30 segundos desde oclusal.
12. Aplicación de la segunda capa de Resina Compuesta en forma oblicua pero en la cara palatino/lingual, hasta el borde cavo superficial.
13. Fotoactivación por 30 segundos desde oclusal.
14. Aplicación de la última capa de Resina Compuesta rellenando hasta oclusal.
15. Fotoactivación por 60 segundos desde oclusal.



*Figura N° 7: Proceso de acondicionamiento ácido y de adhesión. Fig. 7A, 7B, Grabado ácido en esmalte y dentina. Fig. 7C, Lavado con spray. Fig. 7D, 7E, 7F, Aplicación de adhesivo, posterior aplicación de aire (repetición de ambos pasos) y fotoactivación.*

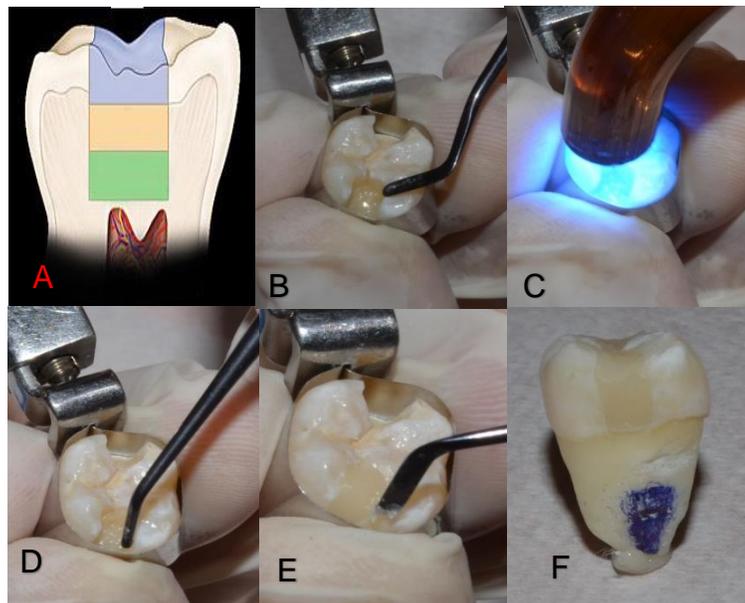


*Figura N°8: Técnica incremental oblicua. Fig. 8A, Esquema técnica incremental oblicua. Fig. 8B, 8C, Aplicación y fotoactivación de la primera capa de Resina Compuesta. Fig. 8D, Aplicación de la segunda capa de Resina Compuesta. Fig. 8E, Aplicación de la tercera capa de Resina Compuesta. Fig. 8F, Vista proximal de la Restauración.*

Procedimiento para la Técnica incremental Horizontal:

1. Grabado ácido por 10 segundos en esmalte y luego 10 más en dentina y esmalte con ácido ortofosfórico al 37%.
2. Lavado del grabado ácido con spray por 40 segundos.
3. Secado de la cavidad con papel absorbente.
4. Aplicación de la primera capa de sistema adhesivo a la preparación cavitaria frotando por 20 segundos.
5. Aplicación de aire con jeringa triple por 10 segundos a 10 cm. de distancia.
6. Aplicar segunda capa de sistema adhesivo a la preparación cavitaria frotando por 20 segundos.
7. Aplicación de aire con jeringa triple por 10 segundos a 10 cm. de distancia.
8. Fotoactivación del sistema adhesivo por oclusal por 20 segundos.

9. Ubicación de banda matriz metálica.
10. Aplicación de la primera capa de Resina Compuesta en la pared cervical de 1mm de grosor, en forma horizontal.
11. Fotoactivación por 30 segundos desde oclusal.
12. Aplicación de la segunda capa de Resina Compuesta por oclusal de 1mm de grosor, en forma horizontal.
13. Fotoactivación por 30 segundos desde oclusal.
14. Aplicación de la última capa Resina Compuesta por oclusal, hasta restaurar completamente la cavidad.
15. Fotoactivación por 60 segundos desde oclusal.



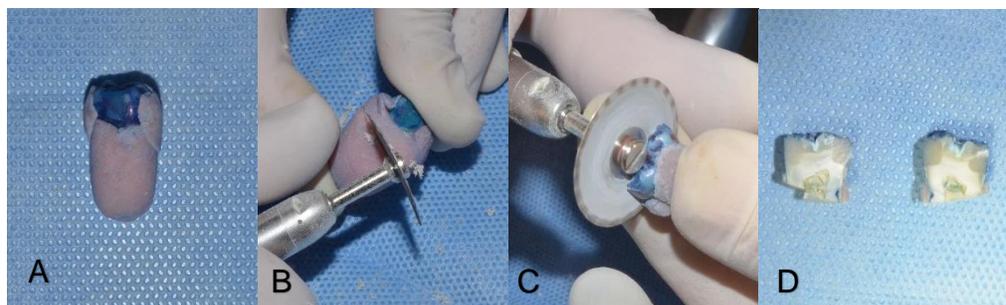
*Figura N°9: Técnica incremental horizontal. Fig. 9A, Esquema técnica incremental horizontal. Fig. 9B, 9C, Aplicación y fotoactivación de la primera capa de Resina Compuesta. Fig. 9D, Aplicación de la segunda capa de Resina Compuesta. Fig. 9E, Aplicación de la tercera capa de Resina Compuesta. Fig. 9F, Vista proximal de la Restauración.*

Una vez concluidas las restauraciones, fueron mantenidas a 37°C y 100% de humedad relativa, en una estufa (Heraeus-kulzer, Germany®) durante 48 horas. Luego las piezas dentarias fueron selladas en sus zonas radiculares con una primera capa de cianocrilato, una segunda de esmalte de uña y finalmente con una

tercera capa de acrílico rosado, para evitar la filtración del agente marcador por otras vías que no fuera la interfaz diente restauración. Se mantuvo un margen libre de 1 mm aproximadamente, alrededor de las restauraciones realizadas.

Luego, se realizó el proceso de termociclado, el cual consiste en la aplicación de 100 ciclos entre 5°C a 60°C manteniendo las piezas dentarias por 30 segundos en cada temperatura, en una solución de 200 ml de azul de metileno al 1% y templándolos a 23°C en agua durante 15 segundos entre cada baño. El compuesto utilizado en los baños se utilizó como marcador de microfiltración en la interfase diente-restauración.

Luego del termociclado los dientes fueron cortados paralelos a su eje mayor, pasando por ambas restauraciones, exponiendo la interfaz diente-restauración, para poder observar el grado de penetración del agente marcador en la interfaz diente restauración. El corte fue efectuado con discos diamantados (Dedeco®) sin refrigeración, a baja velocidad, utilizando un disco cada cinco piezas dentarias. Finalmente, se observaron los dientes en un microscopio óptico, con aumento de lupa y con un objetivo con grilla marcadora para medir el grado de penetración del agente marcador en la pared cervical de cada restauración, lo cual fue llevado a un porcentaje en relación al grado de penetración del agente marcador con respecto a la longitud total de la pared cervical de la restauración.



*Figura N°10: Corte para observar la penetración del agente marcador. Fig. 10A, Diente sellado con acrílico. Fig. 10B, Corte horizontal. Fig. 10C, Corte transversal mesio-distal. Fig. 10D, Diente separado para mirar al microscopio óptico.*

Los datos de ambos grupos fueron tabulados, excluyendo del análisis los resultados expresados como 100% de penetración del agente marcador, puesto que se consideraron como una falla de la técnica adhesiva. Luego fueron sometidos al análisis mediante la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la distribución de la muestra. Posteriormente se estimaron estadígrafos descriptivos que permitieran tener una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los tratamientos estudiados. Finalmente los tratamientos fueron comparados mediante la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. El nivel de significación empleado en todos los casos fue de  $\alpha = 0,05$ .

## RESULTADOS

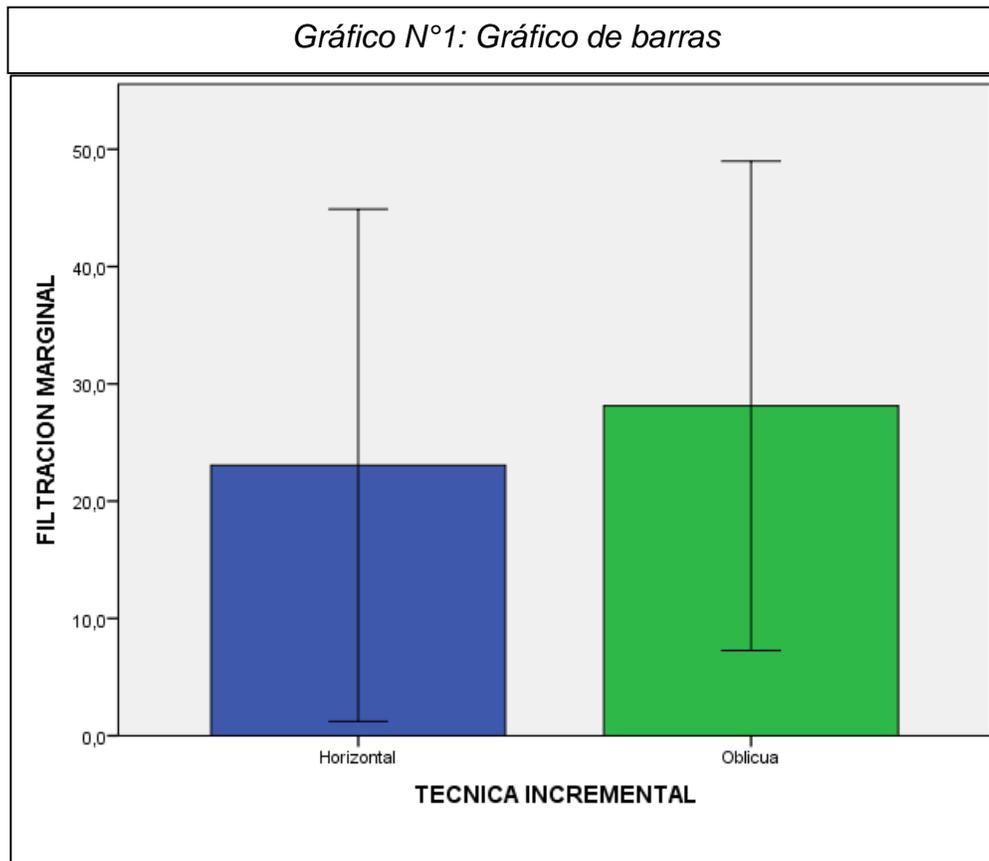
Los resultados obtenidos en cada grupo fueron tabulados con la finalidad de comparar el grado de microfiltración de las restauraciones. Se utilizó el porcentaje de penetración del agente marcador, azul de metileno, como valor de filtración (Tabla N° 1). Los valores de 100% fueron excluidos, encontrando un valor promedio  $23,05 \pm 21,83\%$  para la técnica incremental horizontal, comparado con  $28,12 \pm 20,86\%$  para la técnica incremental oblicua.

Tabla N° 1: Porcentaje de penetración del agente marcador.

N° Muestra	% Filtración Técnica Incremental Horizontal	% Filtración Técnica Incremental Oblicua
1	11,4	60,0
2	23,3	22,2
3	100,0	60,8
4	10,0	25,0
5	10,0	60,0
6	16,0	17,4
7	20,8	22,2
8	100,0	100,0
9	70,0	26,9
10	50,0	58,2
11	9,4	11,1
12	100,0	53,6
13	10,9	21,7
14	10,6	12,3
15	30,0	100,0
16	11,4	79,2
17	75,5	10,6
18	14,0	21,3
19	100,0	100,0
20	62,2	100,0
21	12,0	8,7
22	16,0	17,8
23	30,0	22,2
24	20,0	22,2
25	53,6	20,0
26	9,3	23,8
27	100,0	100,0
28	0,0	22,2
29	0,0	3,8
30	0,0	0,0
Media*	$23,05 \pm 21,83$	$28,12 \pm 20,86$

\*Excluyendo los datos con 100% de filtración.

Los resultados obtenidos para cada técnica utilizada se presentan en el gráfico N°1, el cual muestra el promedio y la desviación estándar para ambas condiciones experimentales. En la barra azul se observa la técnica incremental horizontal y en la barra verde la técnica incremental oblicua.



### **Análisis de los resultados**

#### Estimación de la normalidad en los datos de ambos tratamientos estimados

En la Tabla N°2 se muestran los resultados de la estimación de distribución normal de los datos en los tratamientos estudiados. Se encontró que la prueba fue significativa ( $p < 0,05$ ), lo cual indica que ambos grupos de datos no tienen distribución normal.

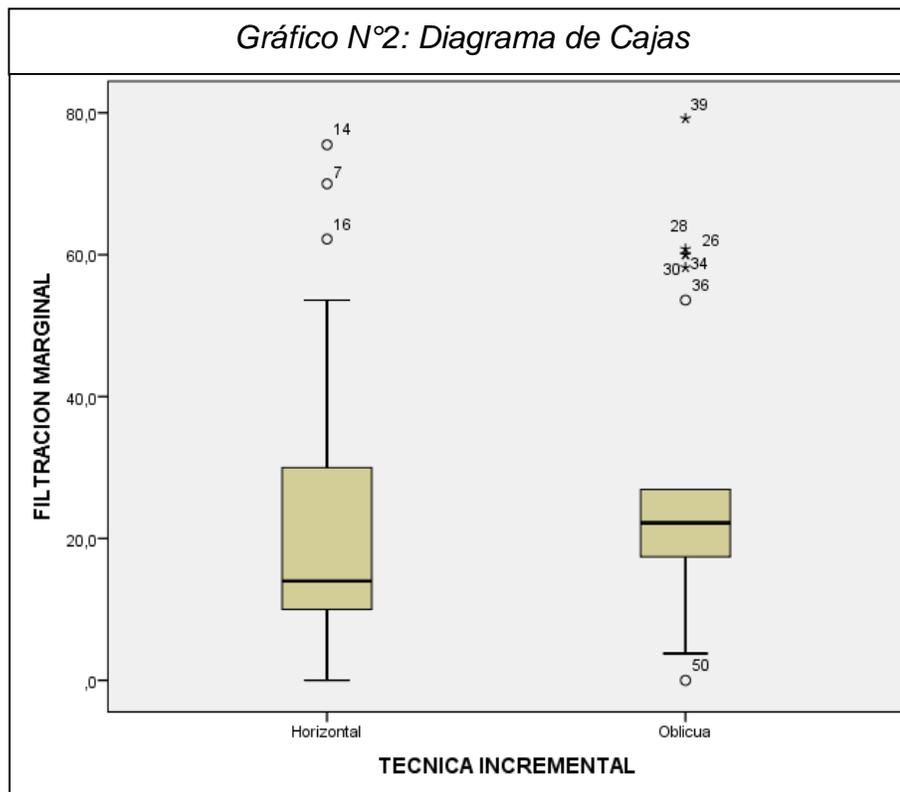
<i>Tabla N° 2: Pruebas de normalidad</i>			
TECNICA INCREMENTAL	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
FILTRACIÓN HORIZONTAL	,813	25	,000
MARGINAL OBLICUA	,840	25	,001

### Análisis descriptivo

La media y la mediana es superior en el grupo “Técnica incremental oblicua”, lo que indica que la filtración aparentemente es mayor con esta técnica en relación con la comparada (Tabla N°3). El gráfico N°2 muestra un diagrama de cajas con los datos descritos.

<i>Tabla N°3: Análisis descriptivo</i>			
TECNICA INCREMENTAL			Estadístico
FILTRACIÓN MARGINAL	HORIZONTAL	Media	23,0560
		Mediana	14,0000
		Varianza	476,918
		Desv. típ.	21,8384
	OBLICUA	Media	28,1280
		Mediana	22,2000
		Varianza	435,429
		Desv. típ.	20,8669

## Diagrama de cajas en ambos tipos de restauración



## Comparación entre los dos tratamientos estudiados

En la tabla N°4 se muestran los resultados de la comparación entre ambos tratamientos. El nivel de significancia en la prueba empleada fue de 0,137, lo cual indica que no fue significativo ( $p$  mayor a 0,05), por lo que concluimos, que ambos tratamientos no tienen diferente nivel de penetración del agente marcador.

*Tabla N°4: Estadísticos de contraste*

	FILTRACION MARGINAL
U de Mann-Whitney	236,000
W de Wilcoxon	561,000
Z	-1,486
Sig. asintót. (bilateral)	,137

## DISCUSIÓN

La resina compuesta es un material de amplio uso en la odontología, siendo materia de discusión uno de sus puntos más débiles: la microfiltración de las restauraciones y sus consecuencias a nivel clínico, en especial en las restauraciones de clase II. Es por esto que la investigación en esta área toma relevancia ya que el estudio y perfeccionamiento de las diversas técnicas permite mejorar la longevidad y la vida útil de las restauraciones (Majety y Pujar, 2011).

El termociclado es el método más utilizado para medir la microfiltración marginal en estudios *in vitro*, debido a que es un método confiable, simple de efectuar y de bajo costo (Duarte y cols., 2007).

A pesar de que se realizan una gran cantidad de estudios *in vitro*, no hay un único método estandarizado, existiendo diferencias tanto en el número de ciclos realizados como en el tipo de marcador utilizado. Raskin y cols. (2001), realizaron una revisión sistemática en la cual revisaron 144 estudios de microfiltración *in vitro* y observaron que los métodos utilizados varían ampliamente. A pesar de esto lograron identificar el valor de las variables más utilizados como el número de ciclo entre 250 y 500 ciclos, el número de baños por ciclos 2, la temperatura de baño de 5°C a 50°C, el tiempo de inmersión de 30 segundos y el marcador más común fue la fucsina básica. Es importante mencionar que el número de ciclos utilizados en el presente estudio es menor debido a que se realizó el termociclado en forma manual, sugiriendo que futuros estudios podrían abordar esta problemática aumentando la cantidad de ciclos.

Por otra parte, los estudios revisados no utilizaron un recipiente con líquido a temperatura ambiente entre el ciclo frío y el caliente, el que sí fue utilizado en el presente trabajo, lo que hace que los ciclos sean de mayor tiempo (Galea y Darvell, 1999).

La metodología empleada en este trabajo tiene una limitación en cuanto a sensibilidad, debido a que los resultados de microfiltración son registrados por el operador a través de su observación en microscopio óptico. La precisión tiene un rango de error dado por el observador (Laegreid y cols., 2011).

En el presente estudio, se evaluó la técnica restauradora para preparaciones de Clase II, utilizando la técnica incremental horizontal comparándola con la técnica incremental oblicua, para determinar si existían diferencias significativas en el grado de penetración de un agente marcador, debido a la importancia clínica que puede tener el uso de una técnica más sencilla y con menor tiempo clínico (Deliperi y Bardwell, 2002).

En cuanto a la técnica incremental oblicua, se describen diversos métodos para realizarla. Algunos autores utilizan un incremento basal acompañado de un incremento vestibular y otro palatino/lingual (Duarte y Saad, 2008). Otros autores describen esta técnica con múltiples incrementos aplicados tanto en esmalte como en dentina (Deliperi y Bardwell, 2002). La técnica incremental oblicua utilizada en este trabajo considera la aplicación de incrementos oblicuos en esmalte y dentina simultáneamente, lo que podría verse influenciado por la diferencia en las fuerzas adhesivas de ambos tejidos y podría afectar la filtración. Sin embargo, en este estudio las cavidades clase II contaban con todo el borde de la preparación en esmalte, por lo que realizar una restauración diferenciando esmalte y dentina hacia cervical resulta más complejo, requiere mayor tiempo operatorio y más incrementos (Duarte y cols., 2007; De Freitas y cols., 2010).

Según los resultados obtenidos en este estudio, la técnica restauradora utilizando incrementos de forma horizontal obtuvo un porcentaje menor de microfiltración marginal cervical, respecto a la utilización de la técnica incremental oblicua. Los porcentajes de microfiltración promedio fueron 23,05% para la técnica en estudio y 28,12% para la técnica control. Sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p= 0,137$ ). Estos resultados se corroboran con el estudio de Duarte y cols. (2007), quienes observaron que la técnica incremental

horizontal, técnica incremental oblicua y la técnica de inserción en bloque tuvieron resultados estadísticamente similares en puntajes de microfiltración en esmalte y dentina. Ninguna de las técnicas de colocación de resina compuesta fue capaz de eliminar completamente la microfiltración marginal. Es importante destacar que este estudio fue realizado en restauraciones clase V las cuales tienen un alto factor C.

Recientemente, Baig y cols. (2013) también realizaron estudios de microfiltración en restauraciones clase V, observando la técnica incremental horizontal y la técnica incremental oblicua. Concluyeron que ninguna de las técnicas de colocación de resina compuesta fue capaz de eliminar completamente la microfiltración marginal y no existió diferencia estadísticamente significativa entre las técnicas, lo que también es consistente con los resultados del presente estudio.

En el año 2008, Duarte y Saad (2008) realizaron otro estudio en preparaciones clase II de 60 terceros molares extraídos libres de caries y asignaron aleatoriamente 3 grupos (n = 20) , el primero con la técnica incremental oblicua, el segundo con la técnica incremental centrípeta y el tercero con la técnica de inserción en bloque, donde observaron que todas las técnicas alcanzaron puntuaciones de microfiltración de dentina estadísticamente similares y ninguna de las técnicas eliminó la microfiltración marginal en las preparaciones Clase II.

Eakle e Ito (1990), realizaron un estudio en preparaciones clase II mesio-ocluso distal de 40 piezas extraídas en la cual un cajón proximal terminaba en esmalte y la otra terminaba en la superficie radicular. Los dientes fueron restaurados con una resina híbrida y separados en 4 grupos, el primer grupo con la técnica de inserción en bloque, el segundo con la técnica de incremental horizontal, el tercero con la técnica de incremental oblicua y el último con la técnica de incremental horizontal y una base de vidrio ionómero. Se observó que la técnica incremental oblicua presentó una leve menor filtración cuando el margen de la restauración era en esmalte, pero no se observaron diferencias significativas en la microfiltración entre las técnicas cuando el cajón terminaba en las superficies radiculares.

Neiva y cols. (1998), realizaron un estudio en preparaciones clase II de 50 premolares con diferentes técnicas de inserción y de fotoactivación. Cada pieza contaba con 2 preparaciones una con margen gingival en esmalte y la otra en cemento. Al observar la técnica incremental horizontal, la técnica incremental oblicua y la técnica de inserción en bloque tuvieron resultados estadísticamente similares en puntajes de microfiltración en esmalte. Por lo tanto no existe diferencia en el grado de microfiltración entre las técnicas.

Según los resultados obtenidos en el presente estudio y consecuentemente con lo revisado en la bibliografía se puede determinar que no existen diferencias estadísticamente significativas en la microfiltración marginal cervical de la técnica incremental horizontal y de la técnica incremental oblicua (Duarte y cols., 2007; Duarte y Saad, 2008; Neiva y cols., 1998). Estos resultados nos sugieren que se puede utilizar una técnica más sencilla y de menor tiempo clínico, obteniendo similares resultados de microfiltración (Deliperi y Bardwell, 2002).

## CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología utilizada en este estudio y a los resultados obtenidos en él se puede concluir que:

1. A pesar de que la técnica incremental horizontal tuvo en promedio un menor grado de penetración del agente marcador en la interfaz diente restauración que la técnica incremental oblicua, no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas restauradoras.
2. Ninguna de las dos técnicas eliminó la penetración del agente marcador en la pared cervical de las resinas compuestas clase II.
3. En virtud de lo anterior, se acepta la hipótesis propuesta en la investigación: “Las restauraciones de resina compuesta Clase II *in vitro*, realizadas con la técnica incremental horizontal, presentan el mismo grado de penetración del agente marcador en la interfaz diente restauración que las realizadas con la técnica incremental oblicua”.

**En conclusión, las técnicas incrementales utilizadas en este trabajo *in vitro* presentan un grado de penetración del agente marcador similar.**

## SUGERENCIAS

Con la finalidad de realizar un estudio acabado y corroborar los actuales resultados, se sugiere la realización de un estudio al microscopio electrónico de barrido de la interfaz diente-restauración, para determinar el grado de sellado marginal obtenido con ambas técnicas restauradoras en la pared cervical, permitiendo un mayor grado precisión a los resultados. Finalmente, se propone la realización de un estudio comparativo *in vivo* de las mismas técnicas de restauración, para evaluar posteriormente la correlación *in vivo* – *in vitro*.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Abate P (1998). Alternativas en materiales plásticos estéticos para el sector posterior. *Revista AOA*; 86:390-395.

Baig M, Mustafa M, Al Jeaidi M, Al-Muhaiza M (2013). Microleakage evaluation in restorations using different resin composite insertion techniques and liners in preparations with high c-factor – An in vitro study. *King Saud University Journal of Dental Sciences*; 4(2):57–64.

Braga R, Boaro LC, Kuroe T, Azevedo CL, Singer JM (2006). Influence of cavity dimensions and their derivatives (volume and “C” factor) on shrinkage stress development and microleakage of composite restorations. *Dental materials*; 22: 818-823.

Caetano N, Grover V, López B, Henrique A (2008). Influencia de la fotopolimerización gradual en el estrés de contracción en restauraciones de resina compuesta. *Acta Odontol Venez*; 46(3):393-396.

Cedillo VJ (2010). Factor C en operatoria dental. *Revista ADM*; 67(2):83-87.

Craig R, O'Brien W, Powers J (1996). *Materiales Dentales*. 6ta Edición. Editorial Mosby. España.

Craig R, Powers J (2002). *Restorative dental materials*. 11° Edición. Editorial Mosby. EEUU.

De Andrade A, Duarte R, Guedes S, Passos T, Lima K, Montes M (2011). Do Nanohybrid versus nanofill composite in class I cavities: margin analysis after 12 months. *Microscopy Research And Technique*; 74(1):23–27.

De Freitas M, Diesel P, Correa F, Bernardi E, Fernandes A, Skupien A, Susin H (2010). Reflections about adhesive systems. *Int. J. Odontostomat*; 4(1):47-52.

De la Macorra JC (1999). La contracción de polimerización de los materiales restauradores a base de resinas compuestas. *Odontología Conservadora*; 2:24-35.

Deliperi S, Bardwell D (2002). An alternative method to reduce polymerization shrinkage in direct posterior composite restorations. *J Am Dent Assoc*; 133(10):1387-98.

Duarte S, Dinelli W, Carmona da Silva M (2007). Influence of resin composite insertion technique in preparations with a high C-factor. *Quintessence Int*; 38:829–835

Duarte S, Saad J (2008). Marginal adaptation of Class II adhesive restorations. *Quintessence Int*; 39 (5):413-9.

Eakle W, Ito R (1990). Effect of insertion technique on microleakage in mesio-occlusodistal composite resin restorations. *Quintessence Int*; 21(5):369-74.

Ehrmantraut N, Terrazas S, Leiva B (2011) Sellado marginal en restauraciones indirectas, cementadas con dos sistemas adhesivos diferentes *Rev. Clin. Periodoncia Implantología Rehabilitación Oral* Vol; 4(3): 106-109.

Ferracane JL (2011). Resin composite- State of the art. *Dent Mater. Dent Mater*; 27(1):29-38.

Fortin D, Vargas M (2000). Technique sensitivity in bonding to vital, acid-etching dentin. *JADA*; 131:26-30.

Galea M, Darvell B (1999). Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J of Dent*; 27: 89–99.

Hansen EK (1986). Effect of cavity depth and application technique on marginal adaptation of resins in dentin cavities. *J Dent Res*; 65: 1319–21.

Hervás A, Martínez M, Cabanes J, Barjau A, Fos P (2006). Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*; 11(2):215-20.

Higashi C, Mongruel G, Garcia E, Mongruel O, Gomes J (2011). Color y características ópticas para restauraciones estéticas de dientes anteriores. *Acta Odontol Venez*; 49(4):1-12

Ilie N, Hickel R (2009). Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clin Oral Investig*; 13(4):427-38.

Ilie N, Hickel R (2011). Resin composite restorative materials. *Aust Dent J*; 56(1):59-66.

Jiménez de Miguel (2004). Las bandas extensométricas para analizar el estrés de polimerización. *Av en Odontoestomatol*; 20(6): 279-88.

Lanata EJ (2003). *Operatoria dental. Estética y adhesión*. 1ra Edición Editorial Grupo Guía. Argentina.

Laegreid T, Gjerdet N, Vult von Steyern P, Johansson AK (2011). Class II composite restorations: importance of cervical enamel in vitro. *Oper Dent*; 36(2):187-95.

Linden LA, Jakubiak J (2001). Contraction (shrinkage) in polymerization, part II. Dental resin composites. *Polimery* 46: 590-595.

Lutz F, Krejci I, Barbakow F (1991). Quality and durability of marginal adaptation in bonded composite restorations. *Dent Mater*; 7: 107 – 113.

Macchi R (2007). *Materiales Dentales*. 4ta Edición. Editorial Panamericana. España.

Majety KK, Pujar M (2011). In vitro evaluation of microleakage of class II packable composite resin restorations using flowable composite and resin modified glass ionomers as intermediate layers. *J Conserv Dent*; 14(4): 414-7.

McCabe J, Kagi S (1991). Mechanical properties of a composite inlay material following post-curing. *Br dent J*; 171: 246-248.

Neiva I, de Andrada M, Baratieri L, Monteiro J, Ritter A (1998). An in vitro study of the effect of restorative technique on marginal leakage in posterior composites. *Oper Dent*; 23(6):282-9.

Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB (2008). How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling?. *Dent Mater*; 24(11):1501-5.

Phillips RW (2004). *Ciencia de los materiales dentales*. 11° Edición. Editorial Elsevier. España.

Puckett A, Fitchie J, Chatterjee P, Gamblin J (2007). *Direct Composite Restorative Materials*. *Dent Clin North Am.*; 51(3):659-75.

Raskin A, D'Hoore W, Gonthier S, Degrange M, Déjou J (2001). Reliability of in vitro microleakage tests: a literature review. *J Adhes Dent*; 3(4):295-308.

Rodríguez G, Douglas R, Pereira S, Natalie A (2008). Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontol Venez*; 46(3):1-18.

Roopa R, Anunpriya B, Usha G, Karthik J, Raghoothama R, Vedhavathi B (2011). Effect of four different Placement Techniques on Marginal Microleakage In class II Composite Restorations: An in vitro study. *World Journal of Dentistry*; 2(2):111-116

Sabatini C (2014). Color stability behavior of methacrylate-based resin composites polymerized with light-emitting diodes and quartz-tungsten-halogen. *Oper Dent*. In-Press.

Schneider L, Cavalcante L, Silikas N (2010). Shrinkage Stresses Generated during Resin-composite Applications: A review. *J Dent Biomech*: 131630.

Sensi L, Strassler H, Webley W (2007). *Direct Composite Resins*. *Inside Dentistry*; 3 (7): 76.

Soares C, Bicalho A, Tantbirojn D, Versluis A (2013). Polymerization shrinkage stresses in a premolar restored with different composite resins and different incremental techniques. *J Adhes Dent*; 15: 341-350.

Strassler H (2006). Product advances with direct-placement composite resins: Current state-of-the-art. *Contemporary Esthetics*; 10(2):16-19.

Tanthanuch S, Kukiattrakoon B, Siriporananon C, Ornprasert N, Mettasitthikorn W, Likhitpreeda S, Waewsanga S (2014). The effect of different beverages on surface hardness of nanohybrid resin composite and giomer. *J Conserv Dent*; 17(3):261-5.

Toledano Pérez M (2003). *Arte y ciencia de los materiales odontológicos*. 1ra edición. Editorial Ediciones Avances Medicos – Dental. España.

Yazici A, Baseren M, Dayangac B (2002). The effect of current-generation bonding systems on microleakage of resin composite restorations. *Quintessence Int* 33:763-769.

Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A (2010). Composite materials: Composition, properties and clinical applications. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*; 120(11):972-86.

## ANEXOS Y APÉNDICES

### ANEXO 1: Consentimiento informado



**Universidad de Chile**  
**Facultad de Odontología**  
**Área de Biomateriales Odontológicos**

#### FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO TOMA DE MUESTRAS DENTARIAS PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

**Título del trabajo de Investigación: “Análisis comparativo *in vitro* del sellado marginal de restauraciones clase II de resina compuesta realizadas con técnica incremental oblicua versus técnica incremental horizontal”**

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar o no, en una Investigación Odontológica.

El Alumno Mauricio Campos Pardo, que realiza su Tesis Grado en el Área de Biomateriales Dentales del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, bajo la Tutoría del Prof. Dr. Marcelo Bader Mattar, está realizando un estudio cuyo objetivo es determinar si existen diferencias significativas en el grado de penetración de un agente marcador, en la interfaz diente restauración de resinas compuestas Clase II, realizadas con la técnica incremental oblicua y la técnica incremental horizontal.

Para llevar adelante esta Investigación se requiere utilizar piezas dentarias sanas, recientemente extraídas. Usted ha concurrido a este servicio Odontológico con una indicación de extracción solicitada por su Odontólogo, motivo por el cual se le solicita que nos done y autorice el uso de estas piezas dentarias para esta Investigación.

Su participación en esta Investigación es absolutamente voluntaria, sin que su decisión afecte la calidad de la atención odontológica que le preste esta Institución. Usted no se beneficiará económicamente por participar en esta Investigación, del mismo modo que este estudio no tendrá costos adicionales para Usted.

Todos los datos relacionados con su persona serán guardados de forma confidencial. Las muestras serán almacenadas indefinidamente con un Código, hasta su utilización en el Laboratorio para el fin antes explicado y se utilizarán única y exclusivamente para esta Investigación.

Es posible que los resultados obtenidos en este estudio sean presentados para su publicación en alguna revista científica o presentados en algún Congreso o en Conferencias sobre el tema, sin embargo, su Identidad e Información personal no será divulgada.



**Universidad de Chile**  
**Facultad de Odontología**  
**Área de Biomateriales Odontológicos**

Si usted desea conocer los resultados de la Investigación, o si tiene cualquier otra duda, puede contactar al Dr. Marcelo Bader Mattar, al teléfono: 9- 29840724.

He leído lo anteriormente descrito, se me ha explicado el propósito de esta Investigación y mis dudas han sido aclaradas. Con mi firma voluntaria de este documento consiento en donar las piezas dentarias que requiero extraerme para ser utilizadas en este estudio. Se me entregará una copia firmada de este documento y si solicito información, ella me será entregada por los Investigadores.

---

Nombre del Donante

---

Fecha  
del donante

Firma

---

Nombre de la Persona que obtiene el Consentimiento

Firma