

**EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS MECANICAS DE  
RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA  
TRACCION DEL METACRILATO DE METILO EN EL PROCESO  
DE ENMUFLADO POR MEDIO DEL METODO DE INYECCION Y  
EL METODO DE Prensado PARA SU USO  
EN PROTESIS TOTALES.**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**LUIS ALEJANDRO KISTE SALAN**

**ANTE EL HONORABLE TRIBUNAL DE LA FACULTAD DE  
ODONTOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO  
PREVIO A OPTAR AL TITULO DE:**

**CIRUJANO DENTISTA**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2000.**

D.L.  
09  
7(506)

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA**

DECANO:	DR. CARLOS ALVARADO CEREZO
VOCAL PRIMERO:	DR. MANUEL MIRANDA RAMIREZ
VOCAL SEGUNDO:	DR. LUIS BARILLAS VASQUEZ
VOCAL TERCERO:	DR. CESAR MENDIZABAL GIRON
VOCAL CUARTO:	BR. EDGAR AREANO BERGANZA
VOCAL QUINTO:	BR. SERGIO PINZON CACERES
SECRETARIO:	DR. LINTON GRAJEDA SALAZAR

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO:**

DECANO:	DR. CARLOS ALVARADO CEREZO
VOCAL PRIMERO:	DR. MANUEL MIRANDA RAMIREZ
VOCAL SEGUNDO:	DR. MAURICIO GUILLEN FERNANDEZ
VOCAL TERCERO:	DR. OSCAR LARA
SECRETARIO:	DR. LINTON GRAJEDA SALAZAR

**ACTO QUE DEDICO**

- A DIOS: Por sobre todas las cosas, por haberme dado el don de la vida, sabiduría y fortaleza para llegar a este momento.
- A LA VIRGEN MARIA: Por enseñarme su inmenso amor e iluminarme con su luz eterna.
- A MI MADRE: Ana Isabel, con todo mi amor, le agradezco su infinita paciencia, sus esfuerzos y por su gran ejemplo de amistad y apoyo incondicional.
- A MIS HERMANOS : Verónica y Eduardo, por su amor y su amistad.
- A MIS ABUELOS: Luis y Emma por su gran ejemplo de fortaleza y su apoyo sincero.
- A MIS TIOS, PRIMOS Y SOBRINOS: Luisa, Nando, Chiqui, Ileana, César, Cecy, Mercy, Mané, Mariafer, Andrés, Sebastián, por estar siempre a mi lado.
- A MI NOVIA: Por su amor, confianza y paciencia en todo momento.
- A MIS AMIGOS: Por su amistad y cariño.

**TESIS QUE DEDICO**

A GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

AL MUNICIPIO DE SUMPANGO, SACATEPEQUEZ

A MI COLEGIO

SAN JOSE DE LOS INFANTES  
Porque fué parte importante en  
mi formación.

A MIS CATEDRATICOS

Que me brindaron sus conoci-  
mientos

A MIS PADRINOS

Dr. Max Marroquín Sieze,  
Ing. César Fernando Fuentes  
Dr. Mauricio Guillén  
Dr. Oscar Lara

A MI FAMILIA

A MIS AMIGOS

Por todos nuestros recuerdos.

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

TENGO EL HONOR DE SOMETER A SU CONSIDERACION MI  
TRABAJO DE TESIS:

**EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS MECANICAS DE RESISTENCIA A LA  
COMPRESION Y RESISTENCIA A LA TRACCION DEL METACRILATO DE METILO EN  
EL PROCESO DE ENMUFLADO POR MEDIO DEL METODO DE INYECCION Y EL  
METODO DE PENSADO PARA SU USO EN PROTESIS TOTALES**

Conforme lo demandan los reglamentos de la Facultad de Odontología de  
la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al Título de:

**Cirujano Dentista**

Deseo expresar mi sincero agradecimiento al Centro de Investigación de la  
Facultad de Ingeniería por su asesoría y apoyo en la realización de este  
trabajo; a la Facultad de Odontología y a la Tricentenaria Universidad de San  
Carlos de Guatemala.

Agradeciendo en especial a Ustedes.

**INDICE**

	<b><u>No. de Página</u></b>
Sumario .....	01
Introducción .....	03
Planteamiento del problema .....	04
Justificación .....	05
Revisión de Literatura .....	06
Objetivos .....	30
Variables .....	31
Metodología .....	33
Presentación de Resultados .....	38
Discusión de Resultados .....	45
Conclusiones .....	47
Recomendaciones .....	48
Limitaciones .....	49
Anexos .....	50
Materiales y Recursos de Investigación .....	53
Referencias Bibliográficas .....	55

## SUMARIO

El presente trabajo de investigación, evaluó las características mecánicas de resistencia a la compresión y resistencia a la tracción del metacrilato de metilo en el proceso de enmuflado por medio del método de inyección y el método de prensado para su uso en prótesis totales.

El estudio se realizó elaborando doce modelos ideales en cera rosada de una forma cilíndrica, de una pulgada de diámetro por dos pulgadas de largo, utilizándose para esto tubos de PVC a la medida. Ya elaborados los modelos en cera rosada se llevaron seis de estos al laboratorio de las clínicas de Centro Dental de Especialistas ubicado en la 20 calle 11-12 de la zona 10 de esta capital, para poder ser enmuflados por el método de Inyección SR IVOCAP que este centro posee. Los otros seis modelos se llevaron al laboratorio de la Facultad de Odontología de la USAC ubicado en el 2do. Nivel del edificio M-2 zona 12, para poder ser enmuflados por el método de prensado.

Ya procesados los doce modelos de cera rosada en metacrilato de metilo, se clasificaron de A1 a A6 los modelos por el método de inyección y de B1 a B6 los modelos procesados por el método de prensado, se llevaron a realizarles las pruebas mecánica al Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, bajo la supervisión de dos ingenieros. Se fueron colocando, uno por uno, los modelos ideales de metacrilato de metilo en una prensa universal que midió los esfuerzos de compresión a seis modelos, y esfuerzos de tensión indirecta a los otros seis modelos restantes.

Los resultados obtenidos en estas pruebas nos indicaron que los ensayos del metacrilato de metilo del método de prensado tuvieron un esfuerzo de compresión promedio de 954.6 kg/cm<sup>2</sup>, comparado con el del método de Inyección que tuvo un promedio de 787.6 kg/cm<sup>2</sup>, comprobándose que el metacrilato de metilo del método de prensado obtuvo mejores valores a los esfuerzos de compresión que el del método de inyección. Inversamente con los datos de los esfuerzos de tensión indirecta, de los cuales el que mejores valores obtuvo fue el metacrilato de metilo utilizado en el método de Inyección, siendo sus valores promedio de 212.9 kg/cm<sup>2</sup> y los del método de prensado de 131.8 kg/cm<sup>2</sup>.

Con respecto a la dureza de los dos metacrilato de metilo se pudo observar que tuvieron gran similitud de resultados en sus valores promedio, siendo éstos de 85.1% para el utilizado en el método de Inyección , y de 85.7 para el método de prensado.

Llegando a la conclusión de que los dos tipos de metacrilato de metilo obtuvieron valores promedio aceptables de las pruebas mecánicas realizadas, bajo las especificaciones de la A.D.A.

## INTRODUCCION

A lo largo de la historia la reposición de las estructuras dentarias de las personas que carecen de ellas, ha ido evolucionando en busca de la comodidad del paciente así como de brindar la mayor durabilidad, resistencia y estética de las mismas, a través de dentaduras completas.

Es así como se conocen actualmente dos métodos fundamentales utilizados en la elaboración de las dentaduras completas que son el procesado por inyección y el procesado por prensado.

Sin embargo únicamente se utilizan dichos métodos atendiendo a la descripción que hacen los fabricantes del producto en cuanto a sus características mecánicas de resistencia a la tracción y resistencia a la compresión.

Al ser utilizados de esta forma se desconoce cuales son los resultados reales, atendiendo a una investigación de tipo evaluativa, en la cual se pueda emitir un juicio al final y decir o establecer cual de los dos métodos es realmente el que mejores características tiene.

Por lo anteriormente expuesto se evaluó las características mecánicas de resistencia a la tracción, resistencia a la compresión y dureza del metacrilato de metilo termocurado, utilizado en los dos métodos anteriormente descritos.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A lo largo de la historia de la prótesis total, con el surgimiento del metacrilato de metilo, se ha venido utilizando como material de primera elección en la construcción de prótesis totales.

El método de procesado más utilizado ha sido el de prensado, sin embargo con el advenimiento de nuevas técnicas, el procesado de las prótesis totales ha evolucionado con el método de inyección, ya que actualmente no se cuenta en Guatemala con un estudio que indique, qué metacrilato de metilo tiene mejores características mecánicas de resistencia a la compresión y a la tracción, si el utilizado por el método de inyección o el de prensado, surgiendo la interrogante de saber cuál de los dos métodos reúne las mejores características mecánicas.

### **JUSTIFICACION**

El presente estudio evaluativo se realizará con tres propósitos fundamentales, tales como obtener datos reales que beneficien a la Facultad de Odontología acerca de los materiales utilizados en la actualidad en el procesado de prótesis completas, a la vez que servirá de retroalimentación para el área de Prótesis Total y formará en los futuros odontólogos un criterio sólido en el momento de seleccionar el método más adecuado para el procesado.

## REVISION DE LITERATURA

### HISTORIA

Antes de la introducción de los polímeros acrílicos en la práctica odontológica en 1937, se utilizaron para construir bases de prótesis removibles materiales tales como porcelana, vulcanita, nitrocelulosa, fenol formaldehído y plásticos vinílicos. Cada uno de estos materiales tiene propiedades que lo hacen inadecuados en ciertos aspectos para ser utilizados como plástico para bases de prótesis (a veces denominados resinas para bases de prótesis). Las bases de porcelana se rompían con facilidad y eran difíciles de fabricar, los productos basándose en vulcanita eran antiestéticos y se arruinaban durante su uso, los materiales de nitrocelulosa eran dimensionalmente inestables y contenían plastificantes de sabor desagradable como el alcanfor y las bases de fenolformaldehído se decoloraban y se hacían antiestéticas con el uso y además, al ser un plástico termofijo, eran difíciles de reparar. Las resinas acrílicas fueron tan bien aceptadas por la profesión que se informó en 1946 que el 98% de todas las bases de prótesis parciales eran confeccionadas con resinas acrílicas o sus copolímeros. **(1,2)**

Desde 1946 el tremendo desarrollo de la industria de los plásticos ha producido una amplia variedad de nuevos plásticos o altos polímeros. Los polímeros desarrollados desde la aparición del poli(metacrilato de metilo) y que han encontrado aplicaciones odontológicas son los plásticos vinil-acrílicos, el poliestireno y los polímeros epóxicos. También se han utilizado en escala limitada otros polímeros como nilones, vinil-poliestirenos, policarbonatos, poliésteres no saturados, poliuretanos y poliésteres de ziridino. **(1,2)**

El continuo interés en el desarrollo de nuevos polímeros puede conducir a que se logre obtener un material plástico sustancialmente superior a los acrílicos que, con pequeñas modificaciones, no son esencialmente diferentes a los primeros que aparecieron. **(1,2)**

Aunque el uso principal de los plásticos acrílicos ha estado en la construcción de bases de prótesis, estos materiales tienen una variedad de aplicaciones en odontología tales como en dientes artificiales, plásticos para obturaciones, materiales para la reconstrucción de prótesis, cementos, férulas y aparatos contenedores ortodónticos, mantenedores de

espacio, carillas en prótesis de coronas y puentes, cubetas individuales para la toma de impresiones, patrones para colados, obturadores de paladares fisurados y otras. Como es de esperar, algunos materiales plásticos funcionan más satisfactoriamente en algunas aplicaciones que en otras. Las propiedades físicas y clínicas de éstos polímeros deben estar presentes al seleccionar un material para una función determinada. **(1,2)**

En la vida moderna en los últimos años de este siglo, probablemente ninguna otra clase de sustancia ha influido más que los plásticos sintéticos. Por definición son compuestos no metálicos, producidos de manera sintética (por lo general a partir de compuestos orgánicos) que pueden moldearse en varias formas y después endurecer para su uso comercial. La ropa, materiales para construcción, artículos domésticos, equipo electrónico y en casi todas las actividades del ser humano se utilizan parte o artículos fabricados por algún tipo de plásticos. El término "plástico" abarca sustancias fibrosas, elásticas, resinosas o duras y rígidas. Todos estos materiales tienen algunas similitudes químicas, porque están compuestos de polímeros o moléculas complejas de elevado peso molecular. La forma particular y morfología de la molécula determina en gran medida si el plástico es una fibra, un producto elástico o una resina. **(1,2,3)**

El campo de las moléculas gigantes o polímeros, como los denominaban los químicos, es uno de los más apasionantes de todas las áreas de las ciencias. Su descubrimiento y evolución histórica son un episodio de los más fascinantes de la química. En un principio eran literalmente desechos de laboratorio: la cera o residuos pegajosos que quedaban después de ciertas reacciones orgánicas. **(1,2,3)**

Hasta apenas los últimos seis decenios, estos materiales resinosos, compuestos de moléculas gigantes, atrajeron la atención de los químicos. Así nació el campo de los plásticos. Es difícil prever el impacto de las investigaciones actuales que este ámbito en la odontología pero probablemente en ningún otro es posible anticipar efectos tan importantes y de gran alcance como en la práctica dental. **(1,2,3)**

### **CLASIFICACION DE LAS RESINAS**

Las resinas dentales que se utilizan en la clínica y laboratorio se clasifican en dos tipos:

**TIPO I** Resinas a las que se da forma mediante el calor, y que se subdividen en tres clases: **(4)**

CLASE 1. Polvo y líquido.

CLASE 2. Placas plásticas.

CLASE 3. Masa termoplástica o polvo.

**TIPO II** Resinas autopolimerizables

CLASE 1. Polvo y líquido **(4)**

## RESINAS DENTALES

Estos tipos de resinas se emplean para reemplazar dientes o estructuras dentales perdidas, bases de dentaduras. Las propiedades ópticas y de color de las resinas son tan excelentes que no es raro que la restauración pase inadvertida. Las resinas sintéticas que se utiliza con frecuencia en la odontología actual son resina acrílica, poli(metacrilato de metilo). En consecuencia se destacarán propiedades y empleo de ésta en particular. **(1,4)**

## REQUISITOS PARA LA RESINA DENTAL

Aquí se presentan los requisitos ideales para una resina dental: **(1)**

1. El material debe tener translucidez o transparencia con la opción de ser pigmentada o matizada.
2. No debe experimentar cambio de color ó apariencia después de su procesamiento.
3. No debe dilatarse, contraerse, ni curvarse durante su uso.
4. Debe tener resistencia, resiliencia y resistencia a la abrasión.
5. Tiene que ser impermeable a los líquidos bucales.
6. Debe ser insoluble por completo.
7. La resina debe ser insípida, inodora, no tóxica ni irritante a los tejidos bucales.
8. Su peso específico debe ser bajo.
9. Su temperatura y ablandamiento será superiores a la de cualquier alimento o líquido caliente que se ingiera.
10. En caso de rotura debe ser posible repararla con facilidad y eficiencia.

11. La transformación de la resina en un aditamento protésico tiene que efectuarse con facilidad y con equipo sencillo.

No se ha encontrado la resina que cumpla aún con todos estos requisitos. **(1)**

## **RESINAS PARA BASES DE PROTESIS TOTALES**

Una prótesis total de resina acrílica está compuesta de piezas dentales artificiales fijas a una base para dentadura que sostiene sus dientes y que se apoya en los tejidos blandos de la boca. La resina para base de dentadura deberá estar coloreada para imitar de manera natural el tejido gingival. **(1,2,3)**

A mayor ajuste de la base, mejor es la retención en la boca y mayor la comodidad del paciente. En consecuencia, se presta considerable atención a la explicación de los métodos para mejorar la adaptación y estabilidad dimensional de la prótesis. **(1,2,3)**

Hay muchos factores, como la adaptación en tejido blando que es también importante para la fuerza de oclusión máxima de un paciente que usa una prótesis total, que apenas llega a ser una sexta parte de la que ejerce una persona con dentición natural. Así, la buena adaptación de la base de la dentadura a las estructuras bucales es imperativa para prevenir una pérdida mayor de la eficacia masticatoria. **(1,2,3)**

## **RESINA ACRILICA**

Aunque las resinas para bases de dentadura se obtienen a partir de copolímeros de poliestireno o vinilo, el de uso principal en la actualidad es el poli-metacrilato de metilo. Esta resina es posible teñirla o colorearla en casi cualquier tono y grados de translucidez. **(1,2,3)**

Su color y propiedades ópticas son estables en todas las condiciones normales, su resistencia y otras propiedades físicas son adecuadas. Por su puesto sus características no son ideales, como tampoco lo son las de cualquier otro material dental. **(1,2,3)**

Una ventaja decisiva de poli(metacrilato de metilo) como material para base de prótesis es la facilidad comparativa con la que se procesa aunque es una resina termoplástica, en odontología no se moldea con procesos de este tipo. En lugar de eso se mezcla el líquido (monómero) metacrilato de metilo con el polímero que se presenta en forma de polvo. El monómero plastifica y le da consistencia de migajón al polímero por lo que se moldea fácilmente en la primera etapa dentro del espacio de moldeo. Después el monómero polimeriza y la base para prótesis que se obtiene es una resina sólida y homogénea. La polimerización se efectúa por calentamiento de la mezcla polímero-monómero, por lo regular en un baño de agua por activación química a temperatura ambiente, por el uso de energía de microondas o por luz visible. **(1,2,3)**

## **RESINAS TERMOCURABLES PARA BASES DE PROTESIS TOTALES**

### **APLICACIONES**

1. Bases de prótesis (completas o parciales).
2. Trabajo de encías sobre bases de prótesis metálicas.
3. Fabricación de dientes artificiales.

### **PRESENTACION**

1. **Polvo:** microesferas de polímero polimetilmetacrilato con el 0.5% de peso de iniciador generalmente peróxido dibenzoico. El tamaño de las partículas de polvo puede incluir en el tiempo de amasado. Las propiedades mecánicas se pueden mejorar empleando copolímeros y metilmetacrilato con cloruro de vinilo y acetatos de vinilo. **(4,5)**
2. **Líquido :** monómero metilmetacrilato volátil transparente. Punto de ebullición 100.3 grados centígrados, contienen el 0.01% de hidroquinona como estabilizador. **(4,5)**

Ocasionalmente se presenta en forma de gel premezclado de polímero y monómero. Estos geles están empaquetados a presión y termocurado.

-Componentes principales del polvo y líquido para un material para bases de prótesis:  
**(4,5)**

**POLVO**

Pelotas de polímero acrílico  
(ó copolímero)  
iniciador  
pigmentos  
tintes  
opacificadores  
plastificante  
fibras orgánicas coloreadas  
partículas orgánicas

**LIQUIDO**

monómero  
inhibidor  
activador  
plastificantes  
agentes de cadenas cruzadas

**MANIPULACION**

1. *Mezclado*: se mezcla el polímero profusamente con el monómero líquido a una proporción volumétrica de 3-3, 5:1, de forma que siempre hay suficiente monómero presente para mojar todo el polímero. Se deja reposar en un bote cerrado hasta que alcanza la fase de masa, momento en el cual se empaqueta en un molde o mufla de yeso.

2. *Cambios durante el mezclado*:

- Fase 1: arenosa; el polímero y monómero forman una mezcla húmeda de aspecto arenoso.
- Fase 2: pegajosa (hilos); la superficie del polímero se disuelve en el monómero y la mezcla se pega al bote.
- Fase 3: migajón (pasta); se disuelve más polímero y la mezcla se va volviendo lisa y de tipo masa; cuando se estira con decisión, la pasta se rompe. En esta fase se compacta en el molde.
- Fase 4: gomosa: más disolución, pero demasiado rígido para moldear.

**(1,4,5)**

## TIEMPO DE TRABAJO

El tiempo de trabajo es el lapso que transcurre entre el segundo período y el comienzo del cuarto o en otras palabras el tiempo que el material permanece en forma o consistencia pastosa. **(1,4,5)**

Según la especificación número 12 de la Asociación Dental Americana, la pasta tiene que ser moldeable durante cinco minutos por lo menos. La temperatura afecta el tiempo de trabajo: a menor temperatura, mayor tiempo de trabajo y a mayor temperatura menor tiempo de trabajo. **(1,4,5)**

Otro factor que afecta el tiempo de trabajo es el grado de polimerización del polvo: el tiempo de trabajo aumenta con el grado de polimerización del polvo; también el calentamiento de la pasta: endurecimiento y polimerización. **(1,4,5)**

**Nota:** todas las fases son procesos físicos, por lo que se produce polimerización hasta que se activan.

3. *Compactación.* Evitar la contaminación de la masa con suciedad, escayola o sudor. Asegurar que existe una adecuada cantidad de masa y utilizar suficiente presión de compactación.
4. *Fraguado.* La reacción de polimerización aditiva es exotérmica y hay que tener cuidado para evitar que la temperatura de la masa alcance 100:3 grados centígrados, pues de lo contrario se producirá porosidad gaseosa.
5. *Ciclos de fraguados* (baños de agua).
  - Temperatura baja durante un tiempo prolongado: 72 grados centígrados durante 16 horas seguido de un lento enfriamiento para evitar tensiones residuales altas generadas por diferencias por expansión térmica entre el molde de escayola y la base de la prótesis.

- Temperatura baja durante un tiempo corto: 72 grados centígrados durante 2 horas más alta temperatura durante un tiempo corto (100 grados centígrados durante 2 horas), seguido de enfriamiento lento. **(4,5)**

## **RESINAS PARA BASES DE DENTADURAS MARCA IVOCLAR**

### **SR IVOCAP " PLUS " ALTO IMPACTO**

Es el nuevo material de inyección para la fabricación de prótesis totales. El resultado del SR IVOCAP "PLUS" ALTO IMPACTO que, además de poseer las excelentes características del SR IVOCAP, presenta otras ventajas: **(8)**

- Posee mayor resistencia al impacto y a la fractura que el material de prótesis convencional.
- No existe contacto de la piel con el monómero.
- Calidad constante del material.
- Mezclado líquido del material.
- Trabajo racional.
- Pulido óptimo.

La prótesis con SR IVOCAP "PLUS" DE ALTO IMPACTO son biocompatibles y de perfecto ajuste, esto proporciona al paciente comodidad durante su uso, y poseen capacidad de succión y no presenta puntos de presión. **(8)**

### **INDICACIONES**

- Prótesis total.
- Prótesis parcial.
- Rebases.

### **PRESENTACION**

Cápsulas IVOCLAR de metacrilato de metilo de color rosado, embudos y láminas. **(8)**

### **SR TRIPLEX HOT, COLD**

Este nuevo material de IVOCLEAR para prótesis, presenta las siguientes ventajas: **(9)**

- Responde a la norma ISO 1567.
- Colores adaptados a SR IVOCAP y PRO BASE.
- Manipulación agradable.
- Colores rosados.

### **SR TRIPLEX HOT ( TERMOPOLIMERIZABLE)**

#### **INDICACIONES**

- Prótesis total
- Prótesis combinada
- Prótesis parcial
- Rebases

Este material se trabaja con la técnica de empaquetado. **(9)**

#### **PRESENTACION**

Porciones de polvo y líquido variando de acuerdo a los requerimientos de cada país. **(9)**

### **SR TRIPLEX COLD (Autopolimerizable)**

#### **INDICACIONES**

- Prótesis parcial
- Prótesis combinada
- Composturas
- Rebases

Este material se trabaja con la técnica de vertido

## PRESENTACIONES

Porciones de polvo y líquido variando de acuerdo a los requerimientos de cada país.  
Y con accesorios de envase de plástico. **(9)**

## **CARACTERISTICAS MECANICAS DEL METACRILATO DE METILO**

1. *Dureza*. La dureza Knoop es de 20, netamente inferior a la de la dentina (del orden de 65) y del esmalte (300). **(2,3,4,5)**
  2. *Resistencia*. La resistencia de las resinas acrílicas para bases totales fluctúa de manera considerablemente según la composición de éstas, proceso técnico y medio de funcionamiento subsecuente de la prótesis. Las propiedades tensionales de la resina se mide con una prueba de resistencia transversa, como se describe en la especificación #12 de la A.D.A. **(2,3,4,5)**
- Resistencia a la carga transversal: es definida por la A.D.A. de la forma siguiente: se toma una muestra de resina de 65 mm. de longitud, 10 mm de anchura y 2.5 mm de espesor, se le carga abajo 1.5 daN y se mide la deflexión correspondiente; a continuación se le carga bajo 3.5 daN y se mide de nuevo la deflexión. La diferencia entre ambas debe ser, como máximo, de 1.8 mm. Si la segunda carga es de 5 daN, la diferencia debe estar comprendida entre 2.0 y 5.0 mm. La resistencia a la carga transversal es tanto más baja (si la diferencia entre las deflexiones van siendo mayor) cuanto más bajo sea el grado de polimerización. Esto explica la acción reductora del pulido que, debido al calentamiento que supone produce una despolimerización parcial. La resistencia a la carga transversal puede verse también disminuida por un acortamiento en la duración del ciclo de endurecimiento y por una reducción del espesor de la muestra, así como por la presencia de burbujas o la absorción de agua.
  - Resistencia a la compresión: del orden de 75 Mpa;
  - Resistencia a la tracción: del orden de 52.5 Mpa;
  - Resistencia a la abrasión: es baja, por lo que representa un inconveniente en estas resinas.

Todas estas resistencias pueden ser aumentadas por la adición a la mezcla de un agente de cadenas cruzadas, como el dimetacrilato de glicol. **(2,3,4,5)**

## **MÉTODOS DE PROCESADO DE LAS PROTESIS TOTALES**

### **PROCEDIMIENTO DEL MÉTODO DE PENSADO**

1. Revisar el sellado entre la dentadura preliminar (base de registro) y el modelo, rellorando las áreas deficitarias con cera rosada. Tener cuidado de rellorar completamente el borde periférico; no obstante, no se debe hacer que fluya un exceso de cera sobre los bordes del modelo. **(6,10)**
2. Revisar la oclusión con papel de articular.
3. Elegir muflas que ajusten bien, sin dejar holgura. Lubricar las muflas con vaselina para facilitar su limpieza después del proceso.
4. Retirar la dentadura moldeada en cera y el modelo del articulador; pintar con un medio de separación.
5. Colocar las dentaduras y los moldes en la mufla para revisar el nivel de los dientes de la dentadura en el interior de la mufla.
6. Empapar las dentaduras de cera colocadas sobre sus modelos con agua de yeso clara durante algunos minutos.
7. Hacer la mezcla de yeso piedra (en general basta 200gr para el hemi-enmuflado de una dentadura) y mezclar con el volumen indicado de agua.
8. Colocar la mezcla de yeso piedra en la mufla y asentar la dentadura de cera y el modelo en la mezcla. Centrar el modelo en la mufla, manteniendo el plano oclusal aproximadamente paralelo a la base de la mufla.
9. Alisar el yeso piedra que rodea el modelo con una espátula.
10. Dejar que el yeso frague y recortarlo adecuadamente.
11. Eliminar todos los socavados de yeso que puedan impedir la separación de las dos mitades de la mufla.
12. Colocar en posición la parte superior de la mufla sobre la inferior para asegurar un completo asentamiento.

13. Pintar con medio de separación todas las superficies de yeso de la mitad inferior de la mufa, importante no aplicar el medio de separación sobre los dientes o sobre la dentadura de cera.
14. Con la mitad superior de la mufa colocada en posición, se realiza una mezcla de yeso piedra y bajo un vibrado se vierte sobre la parte interna de la mufa previamente haber lubricado con agente separador sobre el yeso y la superficie oclusales de los dientes de la dentadura y las áreas interproximales con un cepillo de cerda dura. **(6,10)**
15. Rellenar la mufa aproximadamente 0.64 cm del borde superior.
16. Dejar que frague el yeso antes de realizar el vertido de la cubierta de yeso.
17. Después se coloca la cubierta sobre la mufa llena y golpearla suavemente para asegurarse de que la mufa este repleta. Dejar que el yeso frague completamente antes de eliminar la cera. **(6,10)**

#### **ELIMINACION DE LA CERA**

Tras el fraguado del yeso, se coloca la mufa en agua hirviendo para ablandar la cera. **(6,10)**

#### **PROCEDIMIENTO:**

1. Introducir la mufa, con un soporte adecuado, en agua hirviendo durante aproximadamente 5 minutos. El soporte se puede preparar con un aplastador de patatas. Es esencial emplear un medidor de tiempo para evitar la licuefacción de la cera.
2. Retirar la mufa y abrirla haciendo palanca con un cuchillo de yeso. **(6,10)**
3. Quitar la cera ablandada y la base de registro, confirmando que ninguno de los dientes de la dentadura se ha descolocado al abrir la mufa.
4. Colocar la mitad de la mufa en un soporte y hacer que fluya agua limpia hirviendo, a la que previamente se le habrá añadido detergente, sobre la superficie de los dientes, sobre el molde y sobre el yeso para eliminar todo resto de cera.
5. Puede utilizarse un cepillo y jabón o solución detergente para limpiar el modelo y el yeso, poniéndolo después bajo un chorro de agua limpia hirviendo. Apartar la mufa para que se enfríe.
6. Aplicar a la mufa un chorro de agua limpia hirviendo para eliminar por completo los restos de detergente.

7. Colocar la mitad de la mufla en posición vertical y dejar que escurra y se enfríe.
8. Tratar de la misma forma la mitad inferior de la mufla. **(6,1)**.

### **APLICACIÓN DEL SEPARADOR**

Se aplica separador a todas las superficies de yeso después de que las muflas se hayan enfriado lo suficiente como para manejarlas cómodamente. **(6,10)**

#### PROCEDIMIENTO:

1. Verter en un recipiente pequeño una cantidad suficiente de separador para aplicar a las muflas que estén preparadas.
2. No aplicarlo a las caras de los dientes que acabalgan sobre la cresta.
3. Una vez cubierto el yeso de la mufla con separador se deja secar. **(6,10)**

### **EMPAQUETADO DE LA RESINA**

#### PROCEDIMIENTO:

1. Elegir una resina para base de dentadura de un color que ajuste a las necesidades del paciente; medir las proporciones adaptándose a las recomendaciones del fabricante.
2. Realizar la mezcla de la resina en un frasco de mezclar limpio con una espátula de acero inoxidable. Dejarlo aparte hasta que la resina alcance el estado idóneo para el empaquetado. Es importante que el frasco de mezclar sea hermético para evitar la evaporación del monómero de acrílico, que daría lugar a que la mezcla se volviera granulosa. Si la tapa no funciona bien puede utilizarse una lámina de plástico para obtener el sellado. **(6,10)**
3. Manipular la resina con guantes de plástico para evitar que se contamine el material con grasa de la piel y para prevenir la posible aparición de dermatitis venenata por los repetidos contactos con la resina.
4. Cuando la resina ha alcanzado consistencia pastosa se retira del frasco y se forma con ella un cilindro que se adapta a la mufla. **(6,10)**
5. Situar en posición las dos mitades de la mufla y cerrar ésta despacio en una prensa de mesa para permitir que fluya la resina acrílica por los diminutos recovecos del molde.

6. Recortar la rebaba de resina sobrante haciéndolo hasta que ya no aparezcan rebabas.

### **CURADO DE LA DENTADURA**

Tras curar la dentadura en la mesa de trabajo durante al menos una hora, se coloca en agua a temperatura ambiente y se programan las temperaturas de curado siguiendo las recomendaciones del fabricante. **(6,10)**

### **DESENMUFLADO**

Para desenmuflar dentaduras completas lo mejor es utilizar un desenmuflador, que permite retirar la dentadura de la mufla sin estropear ésta ni la dentadura. Desenmuflado con martillo se puede deteriorar la mufla y provocar roturas innecesarias de dentadura. **(6,10)**

#### PROCEDIMIENTO:

1. Retirar la tapadera de la mufla que contiene la dentadura, ya enfriada sobre la mesa de trabajo.
2. Colocar la mufla boca abajo en el desenmuflador y apretar el tornillo a mano hasta tocar la placa del fondo. **(6,10)**
3. Hacer pasar las palancas a través de las ranuras situadas a los lados del desenmuflador y encajarlas en las ranuras que hay entre las dos mitades de la mufla. **(6,10)**
4. Presionar primero hacia abajo las palancas y luego hacia arriba. Con estos movimientos se separa con facilidad la mufla.
5. Golpear suavemente con un martillo de plástico el dorso del cuchillo para separar la tapa y exponer los dientes. **(6,10)**
6. Con una sierra cortar el yeso que engloba la dentadura, por el lado opuesto de los incisivos centrales.
7. Hacer también cortes con la sierra en los ángulos opuestos a los anteriores con el cuchillo de yeso hacer palanca hasta dividir las ranuras de yeso y liberar la dentadura de estos, el mismo procedimiento se hace para las dos muflas. **(6,10)**

### **PROCEDIMIENTO DEL METODO DE INYECCION**

1. Revisar el sellado entre la dentadura preliminar (base de registro) y el modelo, rellenando las áreas deficitarias con cera rosada. Tener cuidado de rellenar completamente el borde periférico; no obstante, no se debe hacer que fluya un exceso de cera sobre los bordes del modelo. **(7)**
2. Revisar la oclusión con papel de articular.
3. Elegir mufas que ajusten bien, sin dejar holgura.
4. Retirar la dentadura moldeada en cera y el modelo del articulador.
5. Colocar las dentaduras y los moldes en la mufla para revisar el nivel de los dientes de la dentadura en el interior de la mufla.
6. Colocar los patrones de enmuflado en la mufla, mezclar el yeso piedra y verterlo sobre la mufla, introduciendo el modelo hasta colocarlo en una posición correcta. Eliminar el sobrante del yeso piedra del dique térmico y de las partes de la mufla. La separación entre la parte anterior de la prótesis y el borde de la mufla debe ser de 1 cm.
7. Colocación del embudo: retirar el patrón una vez fraguado el yeso y colocar en su lugar la guía de enmuflado y el embudo. **(7)**
8. Jitos de inyección: con prótesis superiores completas es suficiente colocar un único canal de inyección, que transcurra en forma de delta del extremo del embudo al paladar. En prótesis inferiores completas deben aplicarse siempre dos canales de inyección hacia los extremos dorsales de la prótesis. Colocar los canales de cera rosa antes de la elaboración del contra-colado. Si se hace los canales tras el escaldado y antes del aislamiento deben realizarse con fresa. **(7)**

Atención:

- los jitos de inyección deben tener un diámetro de 3-5 mm.
  - Elegir el recorrido más corto.
  - No dañar los bordes de yeso a lo largo del embudo de inyección; éstos hermetizan posteriormente el hombro de la mufla.
9. Aislamiento de la mufla con vaselina o con Separating Fluid de Ivoclar. Mezclar el yeso piedra y verter en la mufla, colocando la mitad superior hasta que la superficies incisales y masticatorias queden ligeramente cubiertas. **(7)**

10. Para facilitar el desenmoldado, se coloca ahora un folio de papel que actúa como capa separadora (humedecer el folio de papel). A continuación llenar la mufia hasta el borde, colocar la tapa y empujar con la mano hasta el tope.
11. Precalentar la mufia al menos durante cinco minutos en agua muy caliente y eliminar la cera de la base de registro, asegurándose que el modelo de yeso quede libre de cualquier resto de cera. Eliminar los restos de yeso del embudo, borde de la mufia y dique térmico para evitar el mal asentamiento de las dos partes de la mufia. **(7)**
12. Preparación de las cápsulas:
  - a. Extraer el recipiente de monómero de la cápsula y abrir en la zona marcada de rotura girando el extremo.
  - b. Abrir la cápsula y verter el monómero dentro. Aviso: el recipiente de monómero se vacía mejor si la base se perfora con cuidado con un instrumento punzante. Importante comenzar la mezcla inmediatamente después de añadir el monómero, y antes de la mezcla, colocar de nuevo el recipiente de monómero vacío en la cápsula. **(7)**
  - c. Posicionar la cápsula de metacrilato de metilo marca Ivoclar en el Cap-Vibrator, colocando el seguro de la cápsula y mezclar durante 5 minutos. Si tras éstos 5 minutos de mezcla no se ha formado una bola, volver a mezclar dependiendo de la temperatura ambiente.
  - d. Retirar el recipiente de monómero vacío, y situar la cápsula en el émbolo y empujar el material hacia la parte superior de la cápsula haciendo palanca.
13. Fijación de la mufia: juntar con cuidado ambas mitades de la mufia y prestar atención a que la tapa de la misma correctamente asentada. Empujar ahora la mufia en la brida hasta el tope. Colocar la brida en el centro de la prensa hidráulica (el mecanismo de cierre hacia arriba), gire la uñeta hacia la derecha. Cargar la brida con 3 toneladas, presionando al mismo tiempo la palanca de cierre hacia la derecha. Es necesario oír como encaja la uñeta a 80 bar de presión. Soltar ahora el aire comprimido y extraer de la prensa la brida con la mufia. **(7)**
14. Colocación de la cápsula SR IVOCAP : retirar la tapa de la cápsula y empujar la cápsula hasta el tope en la mufia .

15. Colocación del inyector: colocar el inyector SR IVOCAP sobre la mufia y encajar. Antes de que sea cargado con 6 bar de presión, el émbolo del inyector debe estar colocado sobre el émbolo de la cápsula a continuación carga con 6 bar de presión.
16. Inyección: dejar la unidad de SR IVOCAP al menos durante 5 minutos con 6 bar de presión (inyección). Durante éste tiempo la resina llena el modelo. El émbolo no debe sobrepasar la marca roja durante la inyección o polimerización, de ser así debe mezclarse una cápsula nueva y debe reemplazar la vacía para la terminación de la inyección.
17. Polimerización:
  - a. Colocar la unidad SR IVOCAP en una bañera de polimerización adecuada. La superficie del agua debe cubrirse con bolas flotantes de plástico para evitar una pérdida innecesaria de calor del baño de agua (aislamiento). Debe prestarse atención a que no se enganche ninguna bola de plástico debajo de la brida.  
**(7)**
  - b. Colocar la temperatura del agua de tal manera que esté hirviendo durante todo el tiempo de polimerización.
  - c. El nivel de agua debe llegar hasta la marca roja de la brida, pero no debe superarla bajo ninguna circunstancia.
  - d. En instalaciones automáticas deben colocarse adecuadamente los valores de tiempo y temperatura. **(7)**
  - el tiempo de polimerización una vez que ha comenzado a hervir es exactamente 35 min.
  - Respetar el nivel del agua( marca roja de la brida)
  - No interrumpir el proceso de cocción por la introducción posterior de otras mufias.
18. La unidad de SR IVOCAP se extrae del agua hirviendo una vez transcurridos los 35 minutos de polimerización y se enfría directamente en agua fría. Importante que durante los primeros 20 minutos la presión de la brida e inyección deben permanecer inalterables. Retirar ahora el inyector, dejando sólo la brida con la mufia durante otros 10 minutos en agua fría. Tiempo total de enfriamiento es de 30 minutos. **(7)**
19. Desmufiado: colocar la brida en la prensa y volver a cargar con 3 toneladas. Abrir la muñeta, empujar el cierre giratorio hacia la izquierda y liberar la presión.

- retirar ambas tapas de plástico y colocar la mufia con la parte delgada hacia adelante en la prensa. Colocar una plantilla adecuada entre el yeso y el plato prensor, de tal manera que no toque directamente la mufia. Cargar a continuación con presión mínima.
- Introducir un atornillador ancho en la ranura al lado de la espiga guía y levantar la mitad superior de la mufia.
- Sacar la mufia de la prensa y repetir el proceso. El revestimiento de yeso puede extraerse ahora de la mufia sin problemas y sin necesidad de forzar.
- La eliminación adicional del yeso se hace de manera habitual.
- El acabado y pulido como de costumbre. **(7)**

## ENSAYOS DE TENSION Y COMPRESION

Los términos ensayo de tensión y ensayo de compresión usualmente se usan para referirse a ensayos en los cuales una probeta preparada es sometida a una carga monoaxial gradualmente creciente (es decir, estática) hasta que ocurre la falla. En un ensayo de tensión simple, la operación se realiza sujetando los extremos opuestos del modelo y separándolos. En un ensayo de compresión, se logra sometiendo una pieza de material a una carga en los extremos que producen una acción aplastante. En un ensayo de tensión, la probeta se alarga en una dirección paralela a la carga aplicada; en un ensayo de compresión, la pieza se acorta. Dentro de los límites de la practicabilidad, la resultante de la carga se hace coincidiendo con el eje longitudinal de la probeta. **(11)**

Los ensayos estáticos de tensión y de compresión son los más comúnmente realizados y son de los más simples de todos los ensayos mecánicos. Cuando se emplean métodos de ensayo normales, los resultados constituyen criterios adecuados de la calidad de los materiales por medio de los cuales se ha logrado acumular suficiente experiencia para proveer la certeza de que un nivel de calidad dado significa un comportamiento satisfactorio en servicio. **(11)**

Como en el caso de cualquier ensayo sin embargo, para aquellos materiales recientemente desarrollados, los ensayos de tensión y compresión deben utilizarse con cautela como los medios indicadores de niveles de calidad porque la significación de tales

ensayos está limitada por su correlación con el desempeño. Los ensayos apropiadamente conducidos en partes representativas pueden ser valiosos para indicar directamente el desempeño de tales partes bajo cargas en servicio, **(11)**

### **ENSAYO DE TENSION**

Aunque ciertos requerimientos fundamentales pueden establecerse y ciertas formas de probetas o modelos se acostumbran usar para tipos particulares de ensayos, las probetas para ensayos de tensión se hacen en una variedad de formas. La sección transversal de la probeta es redonda, cuadrada, o rectangular. La forma de los extremos debe ser adecuada al material, y tal, que ajuste debidamente en el dispositivo de sujeción a emplear. Los extremos de las probetas redondas pueden ser simples, cabeceados, o roscados. Una probeta debe ser simétrica con respecto a un eje longitudinal a toda su longitud, para evitar la flexión durante la aplicación de la carga. **(11)**

### **DISPOSITIVOS DE MONTAJE**

La función del dispositivo de montaje es transmitir la carga desde los puentes de la máquina de ensayo hasta la probeta o modelo. El requerimiento esencial del dispositivo de montaje es que la carga sea transmitida axialmente a la probeta; ésto implica que los centros de acción de las mordazas estén alineados al principio y durante el progreso del ensayo, y que no se introduzca ninguna flexión o torsión por la acción o una falla en la acción de las mordazas. El dispositivo que debe soportar cargas no debe aflojarse durante un ensayo. **(11)**

Las caras de las mordazas que tocan la probeta o modelo se hacen ásperas o estriadas para reducir el deslizamiento. Las caras de las mordazas son también planas o con una ranura en "V" de tamaño adecuado. El ajuste se hace por medio de tablillas o alineadoras, de modo que el eje de la probeta o modelo coincida con el centro de los puentes de la máquina de ensayo y las mordazas queden apropiadamente ubicadas en la cabecera. Donde resulta necesario asegurar una alineación más exacta, lo que es muy importante en ensayo de materiales quebradizos, algún tipo de articulación o unión

universal se usa en los dados en ambos extremos; usualmente es un arreglo de asentamiento esférico o de perno. **(11)**

Un tipo de ensayo para determinar la resistencia a la tensión, es un ensayo de tensión por hendido en la ASTM C 496-62T. Se utiliza un cilindro normal con las medidas adecuadas, en el cual se carga en compresión a lo largo de dos líneas axiales con una separación de 180 grados. Se usan tiras delgadas de madera contrachapada de 1/8 plg como colchón a lo largo de estas líneas de carga. **(11)**

La resistencia a la tensión por hendido se computa de

$$\sigma = 2P/\pi ld.$$

Donde:

$\sigma$  = resistencia a la tensión por hendido, lb/plg<sup>2</sup>.

P = carga máxima aplicada, lb

l = longitud, plg

d = diámetro, plg

Este tipo de ensayo es más simple que cualquier ensayo de tensión axial, pero los resultados de los ensayos concuerdan razonablemente bien, con los del tipo de ensayo más convencional. **(11)**

### **REALIZACION DE ENSAYOS**

Antes de usar una máquina de ensayo por primera vez, el operador debe familiarizarse con la máquina, sus controles, sus velocidades, la acción del mecanismo de carga y valor de las graduaciones del indicador de cargas. Antes de poner una probeta o modelo en una máquina debe verificarse que el dispositivo indique 0. Cuando se coloca el modelo en una máquina el dispositivo de sujeción debe revisarse para cerciorarse de que funcione debidamente. Si se usan topes para impedir que las mordazas se boten de los dados al ocurrir una falla súbita, los topes deben fijarse en posición y el modelo debe colocarse de una manera conveniente para hacer las observaciones en las líneas de calibración. **(11)**

Si se ha de utilizar un extensómetro, el valor de las divisiones del indicador y la relación de multiplicación deben determinarse antes de colocar el extensómetro sobre la probeta, y debe colocársele centralmente sobre el modelo y alinearse debidamente. La velocidad del ensayo no debe ser mayor que aquella a la cual las lecturas de carga y otras pueden tomarse con el grado de exactitud deseado y si la velocidad de ensayo ejerce una influencia apreciable sobre las propiedades del material, el ritmo de deformación de ensayo debe quedar dentro de límites definidos, aunque los estudios han indicado que pueden ser razonablemente amplios. **(11)**

Hay que especificar, antes de hacer el ensayo, las velocidades con las que se realizarán estas pruebas. Después de que la probeta ha fallado se retira de la máquina de ensayo, y si se requiere valores de alargamiento, los extremos rotos de una probeta se juntan y se mide la distancia entre los puntos de referencia con una escala.

- Material de ensayo: plásticos.
- Referencias de la ASTM: D 638.
- Máxima velocidad del puente a la cedencia: 0.05 plg/min.
- Velocidad máxima del puente a la resistencia última: 0.20 – 0.25 plg/min.
- Velocidad y carga: 2.9 – 3.1 lbs/seg.

### **OBSERVACIONES DE ENSAYO**

Las observaciones hechas durante un ensayo se registran de manera apropiada, separada, antes de iniciar el ensayo. La identificación de las marcas y la información similar pertinente se anota. Las dimensiones original y final, así como las cargas críticas, se registran al observarse. Algunas máquinas de ensayo están equipadas con un aditamento automático para trazar en diagrama de esfuerzo y de formación. También se anotan en las bitácoras las condiciones del ensayo, particularmente el tipo del equipo usado y la rapidez del ensayo. Las deformaciones, esfuerzos, porcentaje de elongación y reducción del área se calculan sobre la base de las dimensiones originales. **(11,12)**

Las fracturas por tensión pueden clasificarse en cuanto a forma textura y color. Los tipos de fractura en lo respectivo a la forma, son simétricos: cono y cráter, planos e

irregulares. Varias descripciones de la textura son: sedosa, grano fino, grano grueso o granular, fibrosa o astillable, cristalina, vidriosa y mate. Un examen de fractura puede arrojar una pista posible sobre los valores bajos de la resistencia del modelo. La carga no axial causará tipos asimétricos. La falta de material o un defecto o una falla de alguna clase, tal como la segregación, una burbuja, o una inclusión de materia extraña. Una descripción de la fractura debe incluirse en cada informe de ensayo a un cuando su valor sea incidental para las fracturas normales. **(11,12)**

Como se ha señalado repetidamente, las condiciones de ensayo y la condición del material en el momento del ensayo tienen una influencia muy importante sobre los resultados. **(11,12)**

### **ENSAYO DE COMPRESION**

El ensayo de compresión es meramente lo contrario del de tensión con respecto a la dirección o el sentido del esfuerzo aplicado. Existen varias limitaciones del ensayo de compresión a las cuales se debe dirigir la atención:

1. La dificultad de aplicar una carga verdaderamente concéntrica o axial,
2. El carácter relativamente inestable de este tipo de carga en contraste con la carga tensiva.
3. La fricción entre los puentes de la máquina de ensayo o las placas de apoyo y la superficies de los extremos de la probeta debido a la expansión lateral de ésta. Esto puede alterar considerablemente los resultados que se obtendrían si tal condición no estuviera presente.
4. Las áreas seccionales, relativamente mayores del modelo para ensayo de compresión para obtener un grado apropiado de estabilidad de la pieza.

Para el esfuerzo uniforme de la probeta de compresión, una sección circular es preferible a otras formas. El tamaño real del modelo depende del tipo de material, del tipo de mediciones a realizar, y del aparato de ensayo disponible. Los extremos a los cuales se aplica la carga deben ser planos y perpendiculares al eje del modelo o, de hecho, convertidos así mediante el uso de cabeceo y dispositivo de montaje. Los tramos de

calibración para las mediciones de deformación deben ser más cortos que el largo de la probeta cuando menos el diámetro del modelo.

Los extremos de las probetas de compresión deben ser planos para no causar concentraciones de esfuerzos y deben ser perpendiculares al eje de la pieza para no causar flexión. Las placas sencillas de apoyo o remate deben llevar superficies maquinadas, planas y paralelas. El material de la placa de apoyo deberá ser fuerte y duro en relación con el del modelo. La especificación de la ASTM para este tipo de modelos de ensayo de compresión es ASTM C 13, y C 14. **(11,12)**

### **REALIZACION DE LOS ENSAYOS**

Para los materiales quebradizos en los cuales ocurren una fractura, la resistencia última se determina fácil y definitivamente. Para aquellos materiales en los cuales no hay un fenómeno singular que marque la resistencia última se toma límites de deformación arbitrarios como criterios de resistencia. Las mediciones del modelo deben determinarse con una precisión apropiada. Debe tenerse mucho cuidado para lograr el centrado y la alineación de la probeta y la de los bloques de apoyo en la máquina de ensayo. Los extremos del modelo y las caras de los bloques de apoyo deben limpiarse con acetona o cualquier otro solvente adecuado antes del ensayo para quitar la grasa y el aceite que pudieran influir en la restricción friccional de las superficies extremales. En un ensayo de compresión una distribución de esfuerzos absolutamente uniformes prácticamente nunca se alcanza.

- Material probado: plásticos.
- Referencia: D 695.
- Máxima velocidad: 0.05 plg/min. hasta el punto de cedencia.
- Velocidad de carga: 20 a 50 lbs/plg<sup>2</sup>/seg.
- Tiempo para aplicar la segunda mitad de la carga: 60 a 120 seg.

### **OBSERVACIONES DEL ENSAYO**

La identificación de las dimensiones, las cargas críticas, el tipo de la falla, etc., se registran en una forma apropiada. Los materiales quebradizos comúnmente se rompen ya a lo largo de un plano diagonal, o ya con una fractura en forma de cono (modelo cilíndricos) o pirámide (modelos cuadrados).

Los materiales dúctiles y plásticos con alguna tenacidad protuberan lateralmente y alquieren en forma de barril cuando se les comprime siempre y cuando, por supuesto, la probeta no se doble o flambee.

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar cual es el metacrilato de metilo que tiene mejores propiedades mecánicas de resistencia a la tracción y a la compresión después del procesado por medio de inyección y el procesado por medio de prensado.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Establecer cuál es el metacrilato de metilo que tiene mejores propiedades mecánicas para poder utilizarse en la elaboración de prótesis totales.
- Proveer nueva información para ampliar el criterio del odontólogo en el momento de escoger el material y método de enmuflado para la elaboración de las prótesis totales.
- Establecer cuál de los dos métodos de enmuflado es el que menos altera las propiedades mecánicas del metacrilato de metilo.

## **VARIABLES**

### Variables independientes:

- Procesado por método de Inyección.
- Procesado por método de Prensado.

### Variables Dependientes:

- Característica mecánica de resistencia a la tracción.
- Característica mecánica de resistencia a la compresión.

### **Definición de variables:**

- *Método de Inyección:* es el método por el cual se realiza el enmufado de bases para dentaduras totales, utilizando un proceso de inyección especial que compensa la contracción del metacrilato de metilo, gracias a la polimerización controlada por presión/calor del sistema SR IVOCAP.

- *Método de Prensado:* es el método por el cual se realiza el enmufado de bases para dentaduras totales, utilizándose un sistema de mufas y prensas de mesas manuales, con un metacrilato de metilo manipulado por el laboratorista.

- *Resistencia a la tracción:* esta resistencia la produce una carga que tiende a alargar o estirar un cuerpo. Va siempre acompañada de deformación por tracción. La fuerza que se aplica es en ángulo recto.

- *Resistencia a la compresión:* es una fuerza que se produce sobre un cuerpo que tiende a comprimirlo o acortarlo. Va siempre acompañada por deformación por compresión. La fuerza que se aplica es en ángulo recto.

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

1. Método de Inyección:

- Aceptable: cuando es utilizado el Sistema SR IVOCAP.

2. Método de Prensado :

-Aceptable: cuando es realizado en los laboratorios de la facultad de Odontología.

3. Resistencia a la tracción:

-Aceptable: cuando está dentro del rango de 300 – 120 kg/cm<sup>2</sup>.

-Inaceptable: cuando está por debajo de 120 kg/cm<sup>2</sup>.

4. Resistencia a la compresión:

-Aceptable: cuando está dentro del rango de 700 – 1050 kg/cm<sup>2</sup>.

-Inaceptable: cuando está por debajo de 700 kg/cm<sup>2</sup>.

## METODOLOGIA

La metodología que se empleó en esta investigación se realizó de la siguiente forma:

- Se elaboraron doce modelos ideales en cera rosada, los cuales tenían una forma cilíndrica de 5 cm (2 pulg.) de largo por 2.5 cm (1 pulg.) de diámetro.
- Se consiguieron tubos de PVC de 2.5 cm de diámetro y se cortaron de 5 cm de largo.
- Se procedió a sellar uno de los extremos del tubo con una plaquita de plástico a la medida, pegándola con Super Bonder .
- Se lubricó el interior del tubo de PVC con vaselina.
- En un recipiente de acero inoxidable limpio se pusieron láminas de cera rosada, se colocaron bajo un mechero para derretir la cera rosada, luego se vertió ésta dentro del tubo de PVC hasta llenarlo.
- Se dejó enfriar la cera, para luego sacar el modelo del tubo teniendo cuidado de no lastimarlo. Este mismo procedimiento se efectuó para sacar los doce modelos necesarios para ésta investigación.
- Luego se procedió a verificar las medidas de cada modelo en cera con un calibrador para poder continuar con enmuflado de los modelos en cera por medio de los procesos de prensado y de inyección.
- **(\*)Método de prensado:** En el proceso de enmuflado por la técnica de prensado, se procedió a lubricar las mufas con vaselina, luego se hizo una mezcla de yeso piedra midiendo las proporciones ideales de polvo y agua para la mezcla que sirvió para el revestimiento de los modelos en la mufa.
- Se colocó el yeso dentro de la mufa, después se asentó la mitad del modelo de cera en el yeso con su eje longitudinal paralelo a la base de la mufa. Se colocó un medio de separación en el yeso que rodea sin que éste tocara el modelo de cera, se colocó la parte superior de la mufa en posición y se hizo otra mezcla de yeso piedra como se indicó anteriormente, vaciándolo en la mufa sobre un vibrador para evitar la formación de burbujas en el modelo. Se colocó la cubierta sobre la mufa y se dejó fraguar el yeso.
- Después de fraguado el yeso se colocó la mufa en agua hirviendo durante cinco minutos para ablandar la cera y poderla eliminar del yeso.

- Se colocó separador en toda la superficie del yeso de la mufla, se preparó el acrílico termocurado marca "RELIANCE" (utilizado en la Facultad de Odontología de la USAC), que viene en presentación de polvo y líquido y las propiedades son 2:1 respectivamente.
- Se realizó la mezcla en un recipiente de vidrio limpio con una espátula de acero inoxidable, luego se esperó que la resina alcanzara la etapa de trabajo para poderla manipular, colocándola en la mufla se cerró y se colocó en una prensa de mesa, cerrándola despacio para permitir que la resina fluyera totalmente.
- Se dejó al menos una hora las muflas en la mesa de trabajo con la prensa, y luego se colocó en agua hirviendo otra hora más, para el cocimiento final del metacrilato de metilo termocurado.
- Por último se abrió la mufla y se sacó el modelo, se recortaron los excesos y se volvió a verificar las medidas exactas con un calibrador.
- Repitiendo éste procedimiento de enmuflado por prensado se realizaron 6 modelos ideales.
- **(\*) Este procedimiento se realizó en los laboratorios de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos, M2 segundo nivel.**
  
- **(\*) Método por inyección:** en el enmuflado por inyección se escogieron las muflas adecuadas, y después se hizo una mezcla de yeso piedra midiendo las proporciones ideales de polvo y agua, vertiendo ésta en la mufla, sumergiendo la mitad del modelo de cera rosada con su eje longitudinal paralelo a la base de la mufla, eliminando el yeso sobrante del dique térmico y de las orillas de la mufla.
- La separación de la parte anterior del modelo de cera y el borde de la mufla debe ser de 1 cm.
- Se retiró el patrón de enmuflado y se colocó en su lugar la guía de enmuflado y el émbolo.
- Luego se colocó el jito o canal de inyección, que transcurra en forma de delta del extremo del embudo a la parte posterior del modelo de cera, este canal de inyección debe tener un diámetro de 3 a 5 mm.
- Se colocó la parte superior de la mufla, previamente aislado con vaselina o con separador de IVOCLAR, se hizo la mezcla de yeso piedra para llenarla, y luego se colocó hasta cerrarla, se esperó que fraguara el yeso para poder eliminar la cera.

- Se colocó la mufla en agua hirviendo durante 5 minutos para eliminar completamente la cera y eliminar también los restos de yeso del embudo, borde de la mufla y dique térmico.
- Se aislaron las superficies de yeso con separador de IVOCLAR.
- Se prepararon las cápsulas predosificadas de acrílico termocurado marca IVOCLAR, vertiendo el monómero dentro de la cápsula volviendo a cerrar ésta y poniendo el frasco vacío del monómero en su posición original dentro de la cápsula.
- Se posicionó la cápsula en el Cap-Vibrator, colocando el seguro en la cápsula y se mezcló durante 5 minutos hasta obtener una mezcla ideal.
- Se retiró el recipiente de monómero vacío, se situó la cápsula en el émbolo y se empujó el material hacia arriba haciéndole palanca.
- Se juntó con cuidado ambas mitades de la mufla y se verificó que estuvieran correctamente asentadas. Se empujó la mufla en la brida hasta el tope, y se colocó en el centro de la prensa hidráulica cargada con tres toneladas presionando al mismo tiempo la palanca del cierre hacia la derecha.
- Se colocó la cápsula predosificada dentro de la mufla hasta el tope y se colocó el inyector SR IVOCAP sobre la mufla, se encajó y se cargó con 6 bar de presión durante 5 minutos tiempo suficiente para llenar el modelo con la resina.
- Luego para la polimerización del acrílico se colocó la unidad de SR IVOCAP en una bañera de polimerización adecuada. La superficie del agua se debe cubrir con bolas flotantes de plástico para evitar una pérdida innecesaria de calor del baño de agua.
- El agua debe estar hirviendo durante todo el proceso de polimerización que es de 35 minutos.
- Luego la unidad SR IVOCAP se extrajo del agua hirviendo una vez transcurridos los 35 minutos de polimerización y se enfría directamente en agua fría durante 30 minutos.
- El desenuflado se hizo en la prensa hidráulica para poder sacar el modelo ideal ya procesado en metacrilato de metilo.
- Después se sacaron los modelos de la mufla se verificó nuevamente las medidas exactas con un calibrador.
- Repitiendo este procedimiento de enmuflado por inyección se realizaron otros 6 modelos ideales.
- (\*) **Este procedimiento se realizó en el laboratorio de las clínicas de Centro Dental ubicado en la 20 calle 11-12 zona 10.**

## PRUEBAS MECÁNICAS QUE SE REALIZARON A LOS MODELOS DE ACRÍLICO

- Este procedimiento se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, bajo la supervisión del Director del Centro de Investigación Ing. Francisco Javier Quiñonez e Ing. Pablo C. De León.
- Para ésta prueba se utilizaron los doce modelos ideales de acrílico en el siguiente orden
  - a. Seis modelos procesados por el método de inyección, de los cuales tres se utilizaron para realizar la prueba de tensión y los tres restantes para la prueba de compresión.
  - b. Seis modelos procesados por el método de prensado, de los cuales tres se utilizaron para realizar la prueba de tensión y los tres restantes para la prueba de compresión.
- Se procedió a poner los modelos ideales procesados en acrílico en una Prensa Universal Hidráulica Marca BALDWIN, la cual mide las características mecánicas de resistencia a la tracción y a la compresión, en distintas escalas de medición, utilizándose para éste estudio valores en kg/cm<sup>2</sup>.
- Se les colocó a los modelos unos dispositivos de montaje o mordazas en los extremos, que estuvieron bien alineados al principio y durante el ensayo.
- Una lámina de madera de plywood de 1/8 plg de espesor por 1/2 plg de ancho por 2 plg de largo, se colocó paralelamente al eje largo del modelo, entre la mordaza.
- Antes de hacer el ensayo se especificó las velocidades con las que se realizaron las pruebas las cuales fueron de 200 en 200 kg/cm<sup>2</sup>.
- Colocados los modelos en su lugar se procedió con el funcionamiento de la prensa universal, registrándose los resultados que se fueron obteniendo.
- Para determinar la resistencia a la tensión, se realizó un ensayo de tensión por hendido, comprendido en la ASTM C 496-62T, y para la resistencia a la compresión se realizó un ensayo de compresión, comprendido en la ASTM C 13, C 14.

- Al terminar las pruebas se hizo un informe con los resultados obtenidos, para luego estudiarlos y sacar las conclusiones respectivas.

# CUADROS Y GRAFICAS

# Cuadro No. 1

## VALORES PROMEDIO DE LOS ESFUERZOS DE COMPRESION DE LOS MODELOS DE INYECCION Y PRENSADO

En este cuadro se presentan los valores promedio de los resultados de los modelos A3, A5 y A6, los cuales se obtuvieron por el método de inyección, aplicándoseles una fuerza de compresión en Kg/cm<sup>2</sup> con un resultado de 787.6 Kg/cm<sup>2</sup>, comparado con los valores promedio de los resultados de los modelos B3, B5 y B6, los cuales se obtuvieron por el método de prensado, aplicándoseles una fuerza de compresión en Kg/cm<sup>2</sup> con un resultado de 954.9 kg/cm<sup>2</sup>. Siendo los mejores valores para los modelos B.

Modelos	Valores de Esfuerzos de Compresión en Kg./cm <sup>2</sup>	Valores Promedio de Esfuerzos de Compresión en Kg./cm <sup>2</sup>
A3	803.2	<b>787.6</b>
A5	732.4	
A6	827.1	
B3	1029.6	<b>954.9</b>
B5	913.4	
B6	921.8	

Fuente: Informe No. 743-M del Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

## Cuadro No. 2

### VALORES PROMEDIO DE LOS ESFUERZOS DE TENSION INDIRECTA DE LOS MODELOS DE INYECCION Y PRENSADO

En este cuadro se presentan los valores promedio de los resultados de los modelos A1, A2 y A4, los cuales se obtuvieron por el método de inyección, aplicándoseles una fuerza de tensión indirecta en Kg/cm<sup>2</sup> con un resultado de 212.9 kg/cm<sup>2</sup>, comparado con los valores promedio de los resultados de los modelos B1, B2 y B4, los cuales se obtuvieron por el método de prensado, aplicándoseles una fuerza de tensión indirecta en kg/cm<sup>2</sup> con un resultado de 131.8 Kg/cm<sup>2</sup>. Siendo los mejores valores para los modelos A.

Modelos	Valores de Esfuerzos de Tensión Indirecta en Kg./cm <sup>2</sup>	Valores Promedio de Esfuerzos de Tensión Indirecta en Kg./cm <sup>2</sup>
A1	203.54	<b>212.9</b>
A2	212.61	
A4	222.74	
B1	132.1	<b>131.8</b>
B2	85.84	
B4	131.6	

Fuente: Informe No. 743-M del Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

## Cuadro No. 3

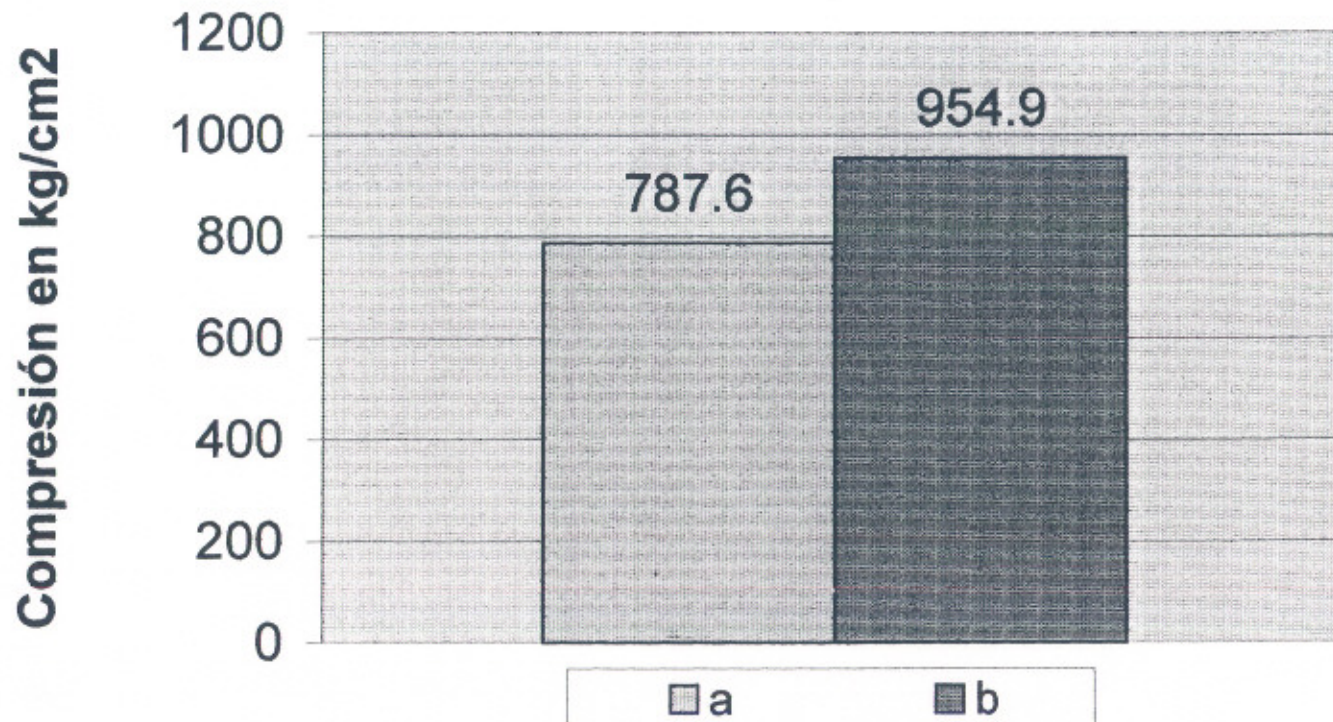
### VALORES PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE DUREZA DE LOS MODELOS DE INYECCION Y PRENSADO

En este cuadro se presentan los valores promedio del porcentaje de dureza de los modelos A3, A5 y A6, los cuales se obtuvieron por el método de inyección, con un resultado de 85.1%, comparado con los valores promedio de los resultados de los modelos B3, B5 y B6, los cuales se obtuvieron por el método de prensado, con un resultado de 85.7%, teniendo valores similares los dos tipos de modelos.

Modelos	Valores de Esfuerzos de Tensión Indirecta en Kg./cm <sup>2</sup>	Valores Promedio de Esfuerzos de Tensión Indirecta en Kg./cm <sup>2</sup>
A3	84.67	<b>85.1</b>
A5	85.67	
A6	85	
B3	86.33	<b>85.7</b>
B5	85.67	
B6	85.33	

Fuente: Informe No. 743-M del Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

**Gráfica No.1**  
**Comparación de los esfuerzos de compresión**

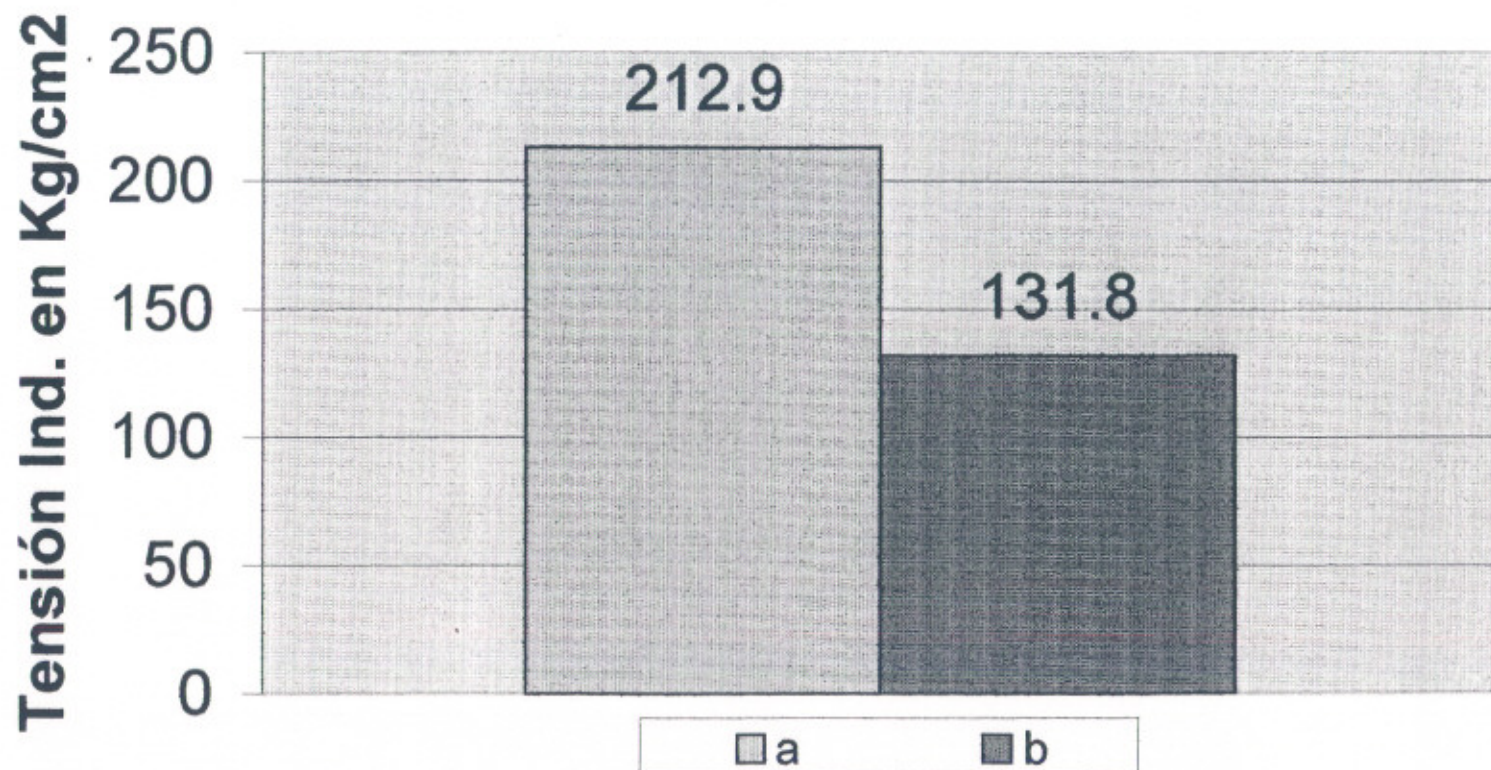


**a= inyección    b=prensado**

Se observa en la gráfica que el esfuerzo de compresión en kg/cm<sup>2</sup> por el método de inyección, en su valor promedio, es menor al del método de prensado.

Fuente: Informe No.743-M, del Centro de Investigaciones de Ingeniería USAC

**Grafica No.2**  
**Comparación de los esfuerzos de tensión indirecta**



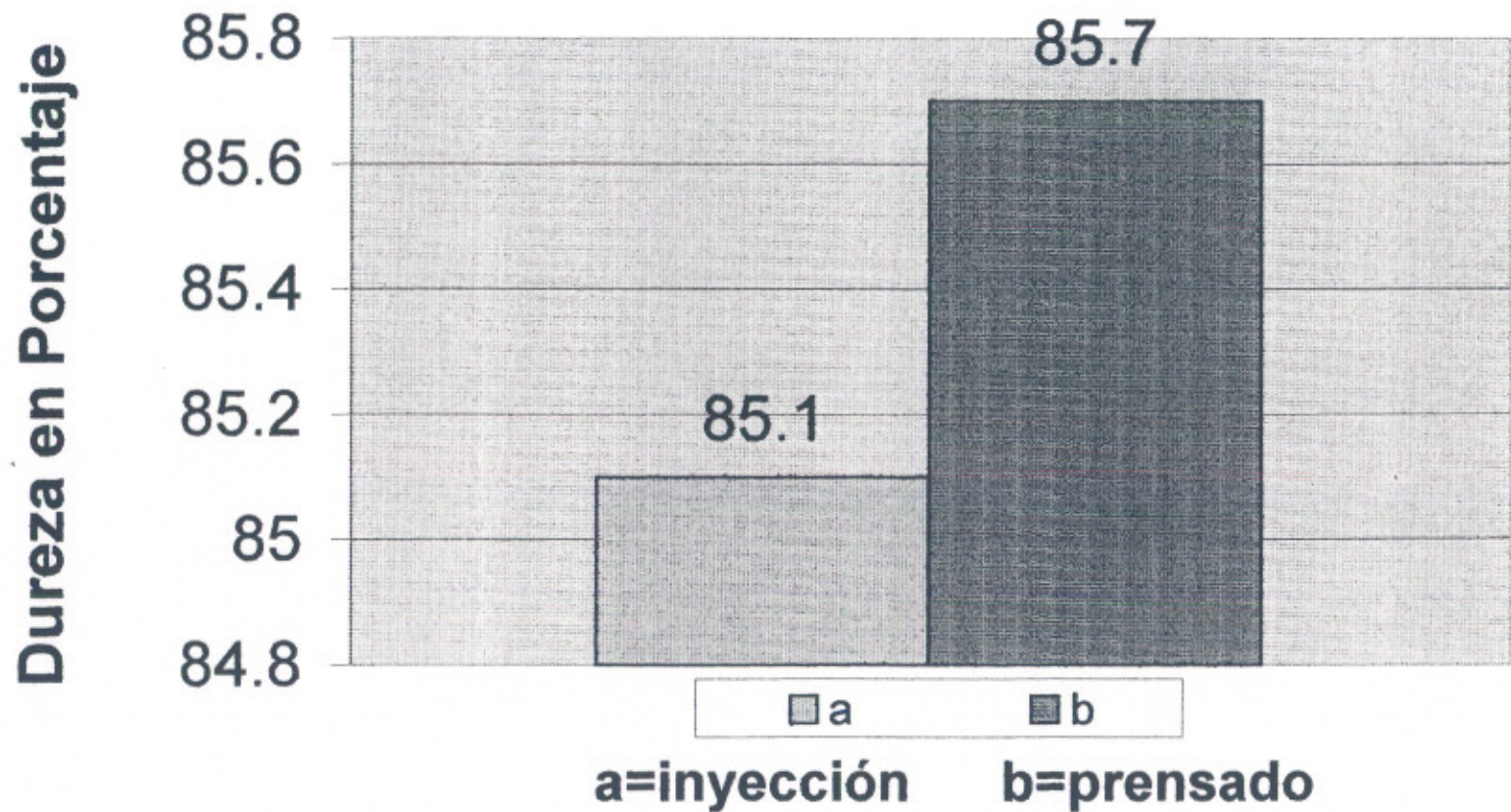
**a= inyección b= prensado**

Se observa en la gráfica que el esfuerzo de tensión indirecta en kg/cm<sup>2</sup> por el método de inyección, en su valor promedio, es mayor al del método de prensado.

Fuente: Informe 743-M. del Centro de Investigación de Ingeniería USAC

### Gráfica No. 3

Comparación de la Dureza de los Modelos de Inyección y Prensado



Se observa en la gráfica una similitud en los resultados de dureza de los modelos de inyección y prensado.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El estudio de campo de la presente investigación , mostró los resultados que a continuación se menciona.

Se les realizaron pruebas mecánicas a doce modelos de metacrilato de metilo procesados seis por el método de inyección clasificados de A1 a A6, y seis por el método de prensado clasificados de B1 a B6.

Al momento de realizar los ensayos de compresión se pudo observar que el material B tubo un mejor comportamiento que el material A, siendo éste un material más resiliente, por absorber una cantidad mayor de energía al momento de someterle la carga sin exceder su límite proporcional. Sin embargo al momento de aplicarle su carga máxima el material B tubo una falla explosiva dispersándose sus partículas, sucediendo lo contrario con el material A, que al momento de aplicarle su carga máxima tubo una falla de mayor deformación sin dispersarse sus partículas, demostrando que éste material es mucho más compacto, obteniéndose los resultados de 787.6 kg/cm<sup>2</sup> para los modelos A y 954.9 kg/cm<sup>2</sup> para los modelos B de los valores promedio de los esfuerzos de compresión .

Considerando que en la boca los esfuerzos masticatorios que más soportan las dentaduras totales fabricadas con éste material son los compresivos, podemos decir que el material B obtuvo mejores propiedades de resistencia a la compresión que el material A.

Refiriéndonos al comportamiento del material de los ensayos de tensión indirecta podemos mencionar que el material A siguió teniendo un comportamiento de aplastamiento sin dispersar sus partículas al momento de aplicarle su carga máxima, a diferencia del material B que se fracturó en dos partes por el medio. Se obtuvieron como resultados los valores promedio del ensayo de tensión indirecta para los modelos A de 212.9 kg/cm<sup>2</sup>, y para el material B de 131.8 kg/cm<sup>2</sup>, deduciéndose que el material A obtuvo mejores resultados que el material B, traduciéndose que para las cargas tangenciales que se producen en las bases de dentaduras totales fabricadas con estos materiales, produciéndose tensión indirecta, el material A tendrá un mejor comportamiento que el material B.

En la prueba de dureza que se les realizó a estos materiales, a los modelos A3,A5 y A6 para los modelos de inyección y B3,B5 y B6 para los modelos de prensado, se pudo observar que en sus valores promedio se presentó una similitud en los resultados, siendo éstos para los modelos A de 85.1% y de 85.7% para los modelos B. Con esto podemos deducir que los materiales tanto A como B presentan una buena característica mecánica, que les permite soportar desgastes a la abrasión de su superficie.

En general se cree que el metacrilato de metilo tanto el de inyección como el de Prensado, tuvieron un comportamiento bastante aceptable en los ensayos que se les realizaron, discrepando únicamente en los resultados de los esfuerzos de tensión indirecta, ya que el material A obtuvo resultados mucho más altos que el material B, casi doblando los valores obtenidos.

## CONCLUSIONES

1. El metacrilato de metilo que presentó mejores propiedades mecánicas de resistencia a la tensión indirecta fue el utilizado en el proceso del método de inyección.
2. El metacrilato de metilo utilizado en el proceso del método de prensado obtuvo mejores propiedades mecánicas de resistencia a la compresión .
3. Se pudo establecer que los dos tipos de metacrilato de metilo poseen características mecánica aceptables para poder ser utilizados en la elaboración de prótesis totales.
4. El metacrilato de metilo utilizado en el método de inyección resultó ser un material más dúctil y con un alto grado de compactación de sus moléculas, lo cual viene a favorecer la resistencia de la base de la dentadura total ante una fractura.
5. Se pudo establecer que el metacrilato de metilo del método de inyección tiene mejor compactación de sus moléculas, comparado con el del método de prensado, por lo que se podría obtener un mejor acabado al utilizar éste material en la elaboración de prótesis totales.

## RECOMENDACIONES

1. Desarrollar estudios posteriores que evalúen otras características del metacrilato de metilo como las físicas y químicas.
2. Poder repetir ésta investigación bajo los mismos objetivos , pero utilizando como modelos ideales bases de dentaduras totales para poder conocer el comportamiento de éstas, ya que en la actualidad existen Prensas Universales que pueden medir estas características en este tipo de modelos.
3. Divulgar los resultados obtenidos de ésta investigación evaluativa en los programas de estudio y educación de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos , ya que no sólo existe un solo método ni material para la elaboración de las bases de dentaduras totales.
4. Poder implementar el uso del método de Inyección SR IVOCAP como otra alternativa en el enmuflado de prótesis totales.
5. Si se desea una mejor compactación del metacrilato de metilo para un mejor pulimento de las prótesis totales se recomienda el método de Inyección SR IVOCAP.

### LIMITACIONES

En ésta investigación no se tuvo grandes limitaciones en su realización, la única fue el factor tiempo, en la entrega del informe del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

# ANEXOS



O.T. No. 13160

INFORME No.743-M

INTERESADO: LUIS ALEJANDRO KISTE SALAN, Carnet: 9413387.

PROYECTO: TESIS "EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS MECANICAS DE RESITENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA TRACCION DEL METACRILATO DE METILO EN EL PROCESO DE ENMUFLADO POR MEDIO DEL METODO DE INYECCION Y EL METODO PENSADO PARA SU USO EN PROTESIS TOTALES".

ASUNTO: ENSAYO A COMPRESION Y TENSION INDIRECTA.

FECHA: GUATEMALA, 08 DE SEPTIEMBRE DE 2000.

ANTECEDENTES

El interesado refirió a este Centro de Investigaciones 12 muestras cilindricas de Metacrilato de Metilo con el propósito de establecer las características mecánicas de resistencia a la compresión y resistencia a la tracción, pudiendo determinar el comportamiento de dicho material sometido a diferentes cargas.

PROCEDIMIENTO

Las muestras fueron identificadas por el interesado, según la composición de cada material; de la siguiente manera:

A1, A2; A3, A4, A5, A6-B1, B2, B3, B4, B5 y B6.

COMPRESION

Se prepara el sistema, compuesto por un deformometro con aproximación de 0.001 Pulg . en la prensa Universal Wolding Lima Hamilton. Aplicando carga y tomando lecturas de deformación a cada 200 Kg. Cada una de las muestras en posición vertical fue sometida a carga hasta llegar a la falla.

TENSION INDIRECTA

Se prepara el sistema, compuesto por un deformometro con aproximación de 0.001 Pulg . en la prensa Universal Wolding Lima Hamilton. Aplicando carga y tomando lecturas de deformación a cada 200 Kg. Cada una de las muestras en posición horizontal fue sometida a carga hasta llegar a la falla.

.../..



O.T. No. 13160

INFORME No.743-M

RESULTADOS

Muestra	Carga Kg. Máxima	Esfuerzo Compresión	Carga Kg. Máxima	Esfuerzo Tensión Indirecta	Dureza
A1	-----	-----	5950	203.54 Kg/cm <sup>2</sup>	---
A2	-----	-----	6400	212.61 Kg/cm <sup>2</sup>	---
A3	4400	803.2 Kg/cm <sup>2</sup>	---	-----	84.67
A4	---	---	6400	222.74 Kg/cm <sup>2</sup>	---
A5	4000	732.4 Kg/cm <sup>2</sup>	---	-----	85.67
A6	4500	827.1 Kg/cm <sup>2</sup>	---	-----	85.00
B1	---	---	4000	132.10 Kg/cm <sup>2</sup>	---
B2	---	---	3600	85.84 Kg/cm <sup>2</sup>	---
B3	5500	1029.6 Kg/cm <sup>2</sup>	---	-----	86.33
B4	---	---	3000	131.60 Kg/cm <sup>2</sup>	---
B5	5000	913.4 Kg/cm <sup>2</sup>	---	-----	85.67
B6	5000	921.8 Kg/cm <sup>2</sup>	---	-----	85.33

NOTA: Se adjuntan Gráficas de compresión y tensión indirecta.

Atentamente,

Ing. Pablo C. De León  
Jefe Sección Metales y  
Productos Manufacturados

Vo.Bo.

Ing. Francisco Javier Quiñonez  
DIRECTOR C.I./USAC



cbr

## **RECURSOS Y MATERIALES DE INVESTIGACION**

### **RECURSOS HUMANOS**

1. Luis Alejandro Kiste Salán
2. Dr. Mauricio Guillén
3. Laboratorista de la Facultad de Odontología de la USAC
4. Laboratorista de Centro Dental Zona 10
5. Ing. Javier Quiñonez

### **RECURSOS FISICOS**

1. Laboratorio de la Facultad de Odontología de la USAC
2. Laboratorio de Centro Dental Zona 10
3. Centro de Investigación de Ingeniería de la USAC

### **RECURSOS ECONOMICOS**

Los costos de la investigación serán cubiertos por el estudiante Luis Alejandro Kiste Salán .

- Materiales para la elaboración de los modelos ideales en cera rosada:  
  
-Q 3.50 por modelo -Q 42.00 por doce modelos
- Materiales para el enmuflado por el proceso de Inyección:  
  
-Q 28.00 por modelo -Q 336.00 por doce modelos
- Materiales para el enmuflado por el proceso de Prensado:  
  
-Q 19.00 por modelo -Q 224.00 por doce modelos

- Láminas de madera Plywood:

-Q 1.00 por lámina -Q 24.00 por 24 láminas

- Costo del tiempo empleado por el recurso humano:

-Dr. Mauricio Guillén: Q21.80 por hora , Q784.80 por 36 horas

-Ing. Javier Quiñonez: Q50.00 por hora , Q150.00 por 3 horas

-Laboratorista de la Facultad de Odontología de la USAC : Q18.75 por hora , Q281.00 por 15 horas

-Laboratorista de Centro Dental Zona 10: Q19.00 por hora , Q285.00 por 15 horas

- Costo de recurso físico utilizado en la investigación:

-Prensa Universal : Q1,000,000

-Equipo SR IVOCAP: Q32,000

-Equipo de muflas , prensa manual , estufa para cocimiento , sierra de hierro y vibrador:  
Q3,500

-Total de recursos humanos:	Q1,500.80
-Total de recursos físicos:	Q1,035,500.00
-Total de materiales Utilizados:	Q626.00 +

**TOTAL DE RECURSOS Y MATERIALES  
DE INVESTIGACION**

**Q1,037,626.00**

## Referencias Bibliográficas

1. Ralph W, Pilliphs.-- La ciencia de los materiales dentales de Skinner / Pilliphs Ralph W ; trad. por Claudia Patricia Cervera Pineda. -- 4a. ed. -- México : Interamericana. McGraw-Hill, 1993.-- 594p.
2. Peyton, Floyd Avery. -- Materiales dentales restauradores / Floyd A. Peyton, Robert G, Craig ; trad. por Ricardo Luis Macchi. -- 4a. ed. -- Buenos Aires: Editorial Mundi 1974.-- 533p.
3. Craig, Robert George. -- Materiales dentales / Robert G. Craig, William J. O'Brien, Jonh M. Powers ; trad. por Ma. Hernández. -- 3a ed. -- México : Interamericana , 1985. -- 305p.
4. Burdairon, Gerald. -- Manual de biomateriales dentales / Gerald Burdairon ; trad. por Angel F. Espías Gómez , José María Vega del Barrio. -- Barcelona : Masson , 1991. -- 305p.
5. Smith, Bernard G.N. -- Utilización clínica de los materiales dentales / Bernard G.N. Smith, Paul S. Wright, David Brown ; trad. por Natalia Azanza Santa Victoria. -- 2a. ed. -- Barcelona : Masson, 1996. -- 314p.
6. Morrow, Robert M. -- Procedimientos en el laboratorio dental / Robert M, Morrow, Kenneth D, Rudd, Jonh E, Rhoads ; trad. por Izabel Alvarez ... (et al.). -- Barcelona : Salvat Editores, 1988. -- Tomo I, 556p.
7. Ivoclar. -- Sistema sr ivocap. -- Instrucciones de uso. -- Liechtenstein : Ivoclar Schaan. s. f. -- 11p.
8. ——— Sr ivocap plus alto impacto. -- Ilustraciones, descripciones y datos técnicos. -- Austria ; Ivoclar Schaan. s. f. -- 2p.
9. ——— Sr triplex. -- Ilustraciones, descripciones y datos técnicos. -- Austria ; Ivoclar Schaan. s. f. -- 2p.
10. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología, Area de Prótesis Totales. -- Procedimiento en el laboratorio de prótesis total / preparado por Mauricio Guillén. -- Guatemala , La Universidad , 1998. -- 8p.




13 SET. 2000

11. Davis, Harmer E. -- Ensaye e inspección de los materiales en ingeniería / Harmer E. Davis, George Earl Troxell, Clement T. Wiskocil ; trad. por Juan Moreno Cruz. -- 3a. ed. -- México : Editorial Continental , 1982. -- 556p.
12. Baldwin - Lima - Hamilton. -- Baldwin tateemery universal testing machine. -- Manual de instrucciones de uso. -- Philadelphia : Penna. s . f. -- 43p



  
Luis Alejandro Kiste Salán  
**Sustentante**

  
Dr. Mauricio Guillén Fernández  
**Asesor de Tesis**

  
Dr. Alejandro Ruiz Ordoñez  
**Comisión de Tesis**



  
Dr. Raúl Rajón Carranza  
**Comisión de Tesis**

  
Dr. Linton Grajeda Salazar  
**Secretario**

