

167  
2oj



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Odontología

*[Handwritten signature]*  
U. B.  
*[Handwritten signature]*  
27/11/92

## REVESTIMIENTO

## T E S I N A

Que para obtener el título de:

Cirujano Dentista

Presenta:

César Maciel Maravilla

México, D. F., 1992



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

	Pág.
<b>Generalidades.</b>	
1. Composición del revestimiento.....	1 - 12
2. Propiedades que debe reunir un revestimiento.....	3 - 5
3. Tipos de revestimiento .....	6 - 14
4. Procedimiento de revestido.....	15 - 25
5. Procedimiento de desencerado.....	26 - 32
6. Técnica de colado.....	33 - 36

**Conclusiones.**

**Bibliografía.**

## GENERALIDADES

El revestido es el proceso que consiste en rodear el patrón de cera con un material termoresistente (el revestimiento).

Cualquier pequeña variación en el revestimiento, puede afectar significativamente la calidad del producto final del colado. Por lo tanto, el éxito de éste depende de la selección correcta del material a utilizar en el revestido, así como el dominio de la técnica.

Disponemos de varios tipos de revestimiento, cada uno tiene aplicaciones específicas.

Típicamente, consiste en un material refractario (habitualmente sílice) y un material aglutinante (que proporciona resistencia). Los fabricantes emplean aditivos para mejorar las características de manipulación.

Al clasificar los revestimientos, según el aglutinante, se reconocen tres grupos: Con aglutinación de yeso, con aglutinación de fosfato y con aglutinación de sílice. Cada uno tiene aplicaciones específicas.

Los revestimientos con aglutinantes de yeso se emplean en colados de aleaciones de oro de tipo II, tipo III y tipo IV.

Los materiales con aglutinantes de fosfato se recomiendan para armazones de metal, que servirán de base a un recubrimiento de cerámica. Los revestimientos con aglutinantes de sílice se emplean con la aleaciones de metal no preciosos de alto punto de fusión que se emplean en colados de prótesis parcial removibles.

En Odontología, el colado resultante debe ser una reproducción precisa del patrón de cera, tanto en los detalles de superficie como en las dimensiones globales.

Durante el desarrollo de este trabajo, demostraré la importancia de conocimiento del diferente revestimiento, utilizando así las características físicas químicas de estos materiales. Describiré las técnicas y finalmente relacionaré este proceso del revestido con la obtención del colado.

## COMPOSICION DEL REVESTIMIENTO

Los revestimientos consisten en un polvo que consta de un elemento refractario y un aglutinante con pequeñas cantidades de agentes modificadores (generalmente menos del 5 %).- La mayoría de los revestimientos para el colado de incrustaciones contienen entre un 55 y un 75 % de refractario.

El material refractario es cuarzo o cristobalita, ambos son formas alotrópicas cristalinas de la sílice ( $\text{SiO}_2$ ). Ambas tienen altas expansiones térmicas y las dos sufren de inversión cuando se las calientan. La inversión de una forma a temperatura baja ( $\alpha$ ) a otra forma a temperatura alta ( $\beta$ ) comprende una expansión isotérmica.

El aglutinante es hemihidrato de sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ), del tipo yeso París o piedra. Una vez fraguado, éste solo es suficientemente refractario como para ser empleado como molde para el colado de las aleaciones del oro corriente. Sin embargo, cuando se le calienta sufre una contracción lineal, que puede ser de hasta el 1.5 % a  $450^\circ\text{C}$  y del 3 % a  $700^\circ\text{C}$ . El agregado de sílice se hace para contrarrestar esta contracción y de ser necesario proveer una expansión térmica positiva.

Proporciones. Dentro de límites prácticos, el aumento de la proporción de sílice en el polvo del revestimiento aumenta

el tiempo de manipulación, el tiempo de fraguado, la expansión de fraguado ( tanto en aire como en agua ), y la expansión térmica disminuye la resistencia a la comprensión.

Modificadores. Pueden ser aceleradores o retardadores que controlan la velocidad del fraguado, agentes reductores tales como el grafito en polvo para impedir la oxidación del colado, o aditivos que reduzcan la contracción térmica del aglutinante y aumenten así la expansión térmica del revestimiento. Los aditivos típicos de este último tipo son el ácido bórico y los haluros de metales alcalinos o alcalinotérreos.

## PROPIEDADES QUE DEBE REUNIR UN REVESTIMIENTO

Tamaño de las partículas del polvo. El tamaño de la partícula afecta la lisura de la superficie de la cavidad del moldeo ( y de tal manera del colado ), y también la porosidad - del molde ( y así la ventilación de la cavidad del moldeo ).

sólo el tamaño de partícula del relleno refractario tiene -- importancia práctica; es el constituyente principal, y se mantiene sin cambiar después del fraguado. Los cristales de yeso formados por el fraguado del aglutinante son mucho más pequeños que las partículas refractarias.

- a) La rugosidad superficial del colado interfiere con su adaptación. El material refractario debe tener un tamaño de partículas finas para producir un colado liso.
- b) Cuando se cuelean aleaciones de oro, normalmente la cavidad de moldeo ventila a través de los intersticios que quedan en el revestimiento fraguado. Para que ésto sea efectivo, las partículas refractarias no deben empaquetarse en forma demasiado densa. Si tienen un tamaño un forme el empaquetamiento será menos denso.
- c) Un polvo refractario con un tamaño de partículas uniformemente fino de una combinación de lisura superficial en el molde y ventilación adecuada. La sílice utilizada en los revestimientos para colados de incrustaciones tiene un tamaño de partícula que no supera los 75 um.



Velocidad de fraguado. Los mismos cambios físicos que se producen en el fraguado del yeso pueden reconocerse en el fraguado del revestimiento que tiene ese material como aglutinante.

- a) Tiempo de manipulación. El revestido de un patrón de cera debe terminarse mientras la mezcla está aún fluida. La desaparición de la superficie glaseada indica el fin del tiempo de manipulación.
- b) Tiempo de fraguado. Estos se expresan generalmente como fraguado inicial Gillmore o Vicat. Indican cuando pueden retirarse del molde la base y el formador de bebedero. El calentamiento del molde preferentemente debe demorarse hasta que se termine la expansión de fraguado ( por lo general entre una hora y media y tres horas después de haber comenzado la mezcla ).

Resistencia una vez fraguado. El molde debe ser lo suficientemente fuerte para soportar las tensiones a temperatura ambiente ( por ejem. el retiro del conformador del bebedero ) y a la temperatura de colado ( por ejem. la rápida entrada de la lesión fundida ). Como en el yeso para modelos, los revestimientos fraguados son frágiles y la resistencia traccional es la mejor guía de su capacidad para resistir a la fractura.

Expansión. Como la mayoría de los materiales metálicos, las aleaciones de oro se contraen al ser colocadas. En los colados dentales la contracción observada es principalmente la - contracción térmica de la aleación solidificada, modificada por factores como la forma del colado y la resistencia del - molde de revestimiento. Para producir un colado dimensional mente exacto, la compensación de la contracción esperada se logra por la expansión de la cámara de moldeo.

## TIPOS DE REVESTIMIENTO

Estos materiales se consiguen en forma de polvo que se mezcla con agua. El agente aglutinante es por lo general el hemihidrato de yeso ( yeso piedra ), que proporciona al revestimiento mayor resistencia contra fracturas. El contenido de aglutinante oscila normalmente entre el 25 y el 40 % del peso.

Además del sílice es posible incorporar pequeñas cantidades de agentes reductores, como carbono, que producen una atmósfera reductora en el molde del revestimiento disminuyendo a un mínimo la oxidación de la aleación.

El sílice se puede utilizar en una de sus formas cristalinas: cuarzo o cristobalita. Cuando estas sustancias se calientan a temperaturas que corresponden a sus respectivos -- puntos de inversión, sufren una inversión de la forma a la . Este cambio se produce acompañado de una expansión notable. La inversión del cuarzo se produce a 575°C y la cristobalita necesita una temperatura que oscila entre 200°C y 270°C.

### Tiempo de fraguado.

El tiempo de fraguado de estos revestimientos depende tanto del contenido de yeso piedra como del tipo de yeso empleado,

Pero también puede variar de acuerdo con las condiciones en que se realiza el mezclado, como ya se ha explicado para el yeso común.

Los tiempos iniciales de fraguado varían entre 8 y 15 minutos, mientras que los tiempos finales oscilan entre 12 y 23 minutos.

#### Resistencia a la compresión.

Para resistir la posible deformación provocada por el empuje de la aleación fundida, la fuerza de compresión del material para revestimientos a la temperatura de vaciado es --- importante en la práctica. Si el material se mezcla con una proporción baja de agua y polvo (mezcla espesa) se consigue aumentar la resistencia a la compresión. Según las -- pruebas de laboratorio y la práctica, parece ser que la mayor parte de los materiales en el mercado son satisfactorios si se utilizan en las proporciones recomendadas.

#### Expansión.

La contracción lineal que se observa en el vaciado de las -- aleaciones de oro es diferente en cada una, aunque nunca puede ser menor de 1.5 %, pero puede llegar hasta el 2 %. A -- fin de que los vaciados dentales no sean tan pequeños, es --

preciso expandir el molde en el que se van a vaciar. Existen tres formas posibles de llevar a cabo esta operación: a) Por expansión de fraguado, b) Por expansión higroscópica o, c) Por expansión térmica.

La expansión de fraguado varía de acuerdo con la proporción agua-polvo empleada para la mezcla, como puede apreciarse en el material para el revestimiento de aleaciones de oro. Es importante el hecho de que la expansión de fraguado varíe de acuerdo con la localización del material; cuando el revestimiento se coloca en un anillo metálico, la expansión es restringida al compararla con la expansión que se observa si se coloca en un anillo de cera. La expansión aumenta en forma notable cuando el anillo se cubre con asbesto húmedo. Esto se debe a la expansión higroscópica causada por el material para revestimiento que absorbe el agua del asbesto húmedo durante el procedimiento de fraguado.

El punto que alcance la expansión higroscópica de los materiales para revestimiento varía de acuerdo con su composición. Se ha demostrado que este tipo de expansión es inversamente proporcional al porcentaje de sílice que se encuentra en el revestimiento y que, por otra parte, mientras más pequeño es el tamaño de las partículas de sílice mayor es la expansión.

Un método que se emplea comúnmente para obtener la expansión higroscópica consiste en sumergir en agua que alcance una -- temperatura de 37°C el anillo lleno de revestimiento. Esta operación se practica en el momento del fraguado inicial del material dejándolo sumergido durante 30 minutos. Parece ser que el agua de la cubierta de asbesto absorbida es suficiente para obtener una óptima expansión higroscópica y que la - inmersión directa no ofrece ninguna ventaja.

#### Permeabilidad.

Es necesario permitir que el aire desplazado pase a través - del molde a medida que va entrando en éste el metal fundido. Mientras mayor sea la proporción de yeso menor será la permeabilidad obtenida; pero el factor más importante en este - aspecto es la uniformidad del tamaño de las partículas del revestimiento. Si todas las partículas son iguales, la permeabilidad que se obtiene es mayor que la que se produciría con una mezcla de partículas grandes y pequeñas, pero es -- preciso hacer notar que a mayor permeabilidad del molde, mayor aspereza tendrá el vaciado.

Materiales para revestimiento en caso de utilizar aleaciones de cromo-cobalto.

Las propiedades necesarias para un revestimiento que se va a utilizar en un vaciado de cromo-cobalto, son idénticas a las

que se requieren para un revestimiento de oro. Existen, sin embargo, dos excepciones: en primer término, deben soportar temperaturas del orden de  $1,000^{\circ}\text{C}$  sin fracturarse o deformarse por ello, y en segundo término, tener la expansión suficiente para compensar la contracción térmica de las aleaciones de cromo-cobalto que se calculan del 2.2 por ciento.

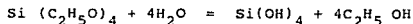
Se clasifican de acuerdo con la naturaleza de sus materiales aglutinantes: (i) aglutinado con sílice, (ii) aglutinado con yeso y (iii) aglutinado con fosfato.

#### Aglutinado con sílice.

- a) Aglutinados a base de silicato de sodio. Este tipo de revestimiento puede emplearse para cubrir los modelos en cera, ya sea por inmersión o por atomización. Una solución acuosa de silicato de sodio se acidifica mediante la adición de ácido silícico. Sin embargo, tales revestimientos generalmente no se usan en los vaciados dentales.
- b) Aglutinantes a base de silicato de etilo. Hubo una época en que éste era el revestimiento de uso más generalizado para los vaciados dentales de aleaciones de cromo-cobalto. En la actualidad se emplea principalmente en los grandes laboratorios en los que las dificultades de

su preparación se compensan por el bajo costo que representa.

El silicato de etilo es un líquido incoloro con gravedad específica de 1.06 e insoluble en agua, pero soluble en alcohol y en otros solventes orgánicos. Una propiedad química importante es la posibilidad de someterlo a hidrólisis para obtener ácido silícico :



Los productos que finalmente se obtienen son un gel blando de sílice y alcohol etílico. El calentamiento del anillo -- que se practica posteriormente expulsa el agua y el alcohol, obteniéndose un gel duro de sílice amorfo.

Se ha observado que el tamaño y forma de las partículas que constituyen el polvo de sílice son factores importantes para la aglutinación. Si todo el tiempo se utiliza partículas de tamaño uniforme, no se produce la aglutinación con las soluciones hidrolizadas de silicato de etilo, razón por la cual es preciso emplear diferentes grados de polvo de sílice y su estructura deberá ser subangular y porosa. A pesar de ello y con objeto de obtener superficies convenientes en los vaciados, se debe utilizar polvo de sílice de grado fino, se recomienda emplear un 70 % de polvo grueso y 30 % de polvo fino, ya que con un porcentaje mayor se corre el riesgo de que el molde se fracture con el calentamiento.



Aglutinado con yeso.

Los revestimientos elaborados de aglutinado con yeso, no pueden utilizarse junto con aleaciones de cromo-cobalto cuyo punto de fusión es aproximadamente de  $1,425^{\circ}\text{C}$ , ya que la alta temperatura de la aleación eleva la temperatura del molde hasta un punto en el que se produce la descomposición del yeso en presencia del sílice. Esto provoca una rápida evolución de los óxidos de azufre y por consiguiente, la porosidad y fragilidad del vaciado. Sin embargo, si se utilizan aleaciones de cromo-cobalto con puntos de fusión más bajos, de aproximadamente  $1,260^{\circ}\text{C}$ , resulta entonces posible emplear revestimientos de aglutinado con yeso del mismo tipo que se utiliza para los revestimientos de los vaciados en oro.

Esto se logra mediante la adición de una pequeña cantidad de ácido clorhídrico diluido a una mezcla de silicato de etilo, alcohol industrial y agua. Con las proporciones que se dan a continuación se obtiene una mezcla homogénea que no requiere que se agite o remueva :

- 500 ml de silicato de etilo.
- 1,500 ml de alcohol industrial.
- 50 ml de agua.
- 10 ml de ácido clorhídrico diluido.

La adición de ácido clorhídrico es necesaria con objeto de -  
acelerar la hidrólisis.

Las soluciones del tipo mencionado se preparan y reposan por  
espacio de 12 a 24 horas antes de emplearlas. El polvo de -  
sílice para revestimiento, que bien puede ser cuarzo, cristo  
balita, o una combinación de los dos, se mezcla entonces -  
con la solución y tiene así lugar el fraguado, que normalment  
te toma de media hora a una hora después de haberse hecho la  
mezcla.

El mecanismo del fraguado es el siguiente : La hidrólisis -  
de la solución se inicia al añadir el ácido y si la solución  
se deja en reposo a temperatura ambiente por espacio de una  
semana aproximadamente, la hidrólisis prosigue hasta complet  
tar la gelación y la solución se convierte en una jalea. Si  
el polvo de sílice se añade a la solución antes de que esto  
ocurra, es decir, 24 horas después de agregar el ácido, el  
sílice acelera la hidrólisis, produce gelación y, en conseq  
uencia, se obtiene el " fraguado " del revestimiento. El -  
procedimiento se puede acelerar añadiendo un acelerador al -  
polvo de sílice, como por ejemplo el óxido de magnesio que  
eleva el pH de la mezcla. En realidad lo que se usa es una  
solución paricalmente hidrolizada cuya hidrólisis se complet  
ta por la adición de sílice y óxido de magnesio.

### Aglutinado con fosfato.

Este material para revestimiento consiste principalmente en un polvo que contiene sílice refractario, fosfato ácido soluble y óxido metálico. Al mezclar este polvo con agua se produce la siguiente reacción :



Esta reacción química se acompaña de una reacción física, -- lo que la lechada se transforma en un sólido y esto da por resultado la resistencia inicial o " en crudo " del revestimiento. Al calentar el anillo del vaciado, el fosfato de amonio y el magnesio junto con el sílice, reaccionan para -- formar silicofosfatos complejos que dan mayor resistencia al revestimiento. Los materiales de este tipo pueden utilizarse como cubiertas primarias de los modelos o del revestimiento principal.

## PROCEDIMIENTO DE REVESTIDO

Se quitará del patrón de cera toda suciedad superficial y -  
substancia separadora. Para ello existen productos comercial  
les o puede usarse una solución suave de jabón. Después se  
enjuaga el patrón con agua a la temperatura ambiente y se se  
ca suavemente con aire. Es muy recomendable el mezclado al  
vacío de los materiales de revestimiento para obtener resul-  
tados constantes en el colado, sin que aparezcan defectos de  
superficie, especialmente cuando se utilizan revestimientos  
con aglutinante de fosfato. Es posible obtener buenos resul-  
tados con la aplicación con pincel del revestimiento y el --  
mezclado al vacío o cuando el revestimiento se vierte sobre  
el interior del cilindro en condiciones de vacío.

La técnica que se recomienda, es el mezclado al vacío, con  
aplicación del revestimiento mediante pincel.

Para acelerar el procedimiento y minimizar la distorsión, to  
dos los materiales deben ser unidos antes de retirar el mu-  
ñón del patrón de cera. El instrumental que se usa para el  
revestido son :

Mezclador y taza de vacío

Vibrador

Polvo de revestimiento (con aglutinante de yeso o de fosfato)

Agua o sílice coloidal

Espátula

Pincel

Humectante - reductor de la tensión superficial

Cilindro y revestimiento de colado

Patrón de cera con bebedero unido al cono

A continuación daré las dos técnicas que se usa para reves--  
tir.

### Técnica de pincel.

En ésta técnica en primer lugar se moja el patrón con un humectante, la superficie debe humidificarse completamente. Se  
guidamente se procede tal como sigue :

- 1.- Se añade polvo de revestimiento al líquido en la taza -  
de mezclado y se incorpora rápidamente a mano.

La relación polvo/líquido es crítica para tener un control preciso de la expansión. La taza de mezclado se -  
puede secar con un paño a mano o agitar hasta que lle--  
gue a secar. Si se agita hasta que se seque, se debe -  
recordar que el agua residual añadirá 1 ml. a la mezcla.

- 2.- Unir el tubo de vacío a la taza y espatular mecánicamen-  
te. La mezcla se debe cronometrar cuidadosamente según  
las instrucciones del fabricante. Si se utilizan reves

timientos con aglutinante de fosfato, la vibración adicional al vacío ayudará a minimizar los nódulos.

- 3.- Aplicar una película de revestimiento en todo el patrón, empujando el material hacia delante del pincel desde un punto único. Liberar suavemente durante toda la aplicación del revestimiento, siendo especialmente cuidadoso en revestir la superficie interna y el margen del patrón.
- 4.- Colocar el cilindro de colado del revestimiento sobre el patrón y con ayuda de la vibración, verter el revestimiento lateralmente sobre el cilindro. Rellenar el cilindro lateralmente desde la parte inferior hacia arriba.
- 5.- Cuando el revestimiento alcance el nivel del patrón, inclinar el cilindro varias veces para cubrir y descubrir el patrón, minimizando así el posible atrapamiento de aire.
- 6.- Tras rellenar el cilindro hasta el borde, dejar que el revestimiento fragüe.

#### Técnica de vacío.

El revestimiento se debe llevar a cabo bastante rápidamente dentro del tiempo de trabajo. Si el revestimiento comienza

a fraguar con excesiva rapidez, irrigarlo rápidamente con --  
agua fría. Entonces el patrón de cera se puede restituir so  
bre el muñón y volver a reblandecer sus márgenes.

- 1.- Primero, a mano la mezcla.
- 2.- Con el cono y el patrón en posición, unir el cilindro a  
la taza de mezclado.
- 3.- Unir el tubo vacío y mezclar según las recomendaciones  
del fabricante.
- 4.- Invertir la taza y bajo vibración rellenar el cilindro.
- 5.- Retirar el tubo de vacío antes de cerrar el mezclador.
- 6.- Retirar el cilindro lleno y el formador de la taza.
- 7.- Limpiar inmediatamente la taza y la espátula de mezcla-  
do bajo agua corriente.

A continuación se detallan los procedimientos de revestimien  
to con técnica de pincelado y técnica al vacío :

## TECNICA DE PINCELADO

Espatulación manual para mezclar e incorporar polvo rápido.

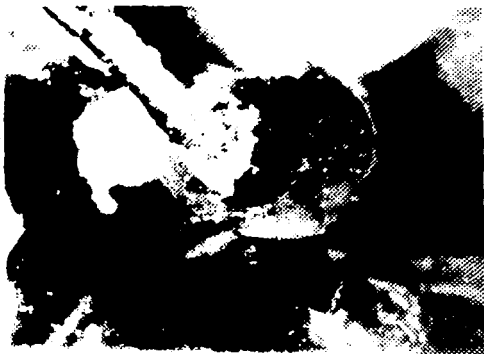


Mezcla al vacío del revestimiento según recomendaciones del fabricante.





Revestir cuidadosamente el patrón de cera con el revestimiento en la punta del cepillo.



Asegurar que los márgenes queden cubiertos al igual que las superficies axial y oclusal.



Rellenar lentamente el cilindro sujetándolo sobre el vibrador .

Inclinar el cilindro de un lado a otro para evitar el atrapamiento de aire bajo el patrón.



## TECNICA AL VACIO

Espatular a mano la mezcla.



Con el cono en posición unir el cilindro a la taza de mezcla  
do.



Insertar el tubo de vacío.



Mezclar según las recomendaciones del fabricante.



Invertir la taza y bajo vibración rellenar el cilindro.



Eliminar la tubería de vacío antes de llenar el mezclador.



Retirar el cilindro relleno y el cono de la taza.



Limpiar inmediatamente la taza y la espátula de mezcla bajo agua corriente.



## PROCEDIMIENTO DE DESENCERADO

Ya que el revestimiento ha endurecido por lo menos una hora, se empieza el procedimiento de eliminación de la cera, y el calentamiento del revestimiento hasta la temperatura de colado,

En este capítulo se mencionarán dos técnicas para eliminar la cera del molde. Una de ellas consiste en eliminarla lavando el molde con un chorro de agua hirviendo. La desventaja de esta técnica es que se pierden los detalles muy finos del molde por disolución o desintegración del aglutinante de yeso.

En la mayoría de las otras técnicas estudiadas, el patrón de cera es eliminado por calor. En la técnica de expansión del revestimiento, el cilindro para colado que contiene el patrón revestido es calentado lentamente hasta la temperatura a que se obtiene la expansión máxima del revestimiento, por lo común a  $700^{\circ}\text{C}$ .

En la práctica, algunos revestimientos alcanzan su expansión máxima a  $650^{\circ}\text{C}$ . Con estos materiales, es mejor calentar el molde sólo hasta esa temperatura, pues ello reduce la probabilidad de descomposición del revestimiento, como se explicará. En las temperaturas superiores también tienden a acre-

centar el desgaste de los cilindros para colado y los elemen  
tos de calentamiento del horno.

Parte de la cera fundida es absorbida por el revestimiento, y el carbón residual de la ignición queda atrapado en el revestimiento. Si empleamos la técnica de la expansión térmica, calentamos el molde lo suficiente para que gran cantidad de carbón sea eliminado en forma de monóxido o bióxido de -- carbono.

Según el autor recomienda comenzar calentamiento mientras el molde se hay mojado. El agua de los poros del revestimiento reduce la absorción de la cara y, cuando el agua hierve, --- arrastra la cera. Esto se facilita colocando el cilindro -- con el orificio hacia abajo. En caso de guardar el molde du  
rante la noche hay que hacerlo en un humectador o en agua.

En la técnica higroscópica, el cilindro no debe ser calentado a más de  $482^{\circ}\text{C}$ , porque no es conveniente que se produzca una expansión térmica. Aunque, por lo general, se mantiene el molde a esta temperatura entre los 60 y 90 minutos, puede quedar retenido suficiente carbón fino residual para dismi--  
nuir la ventilación del molde. Por eso, la porosidad por re  
tropresión es un riesgo mayor en la técnica de baja temperatura que en la técnica de alta temperatura.

Los hornos de mufla son tan herméticos que el calentamiento tiene lugar en una atmósfera reductora, impidiendo la comple



ta oxidación de los residuos de cera. Colocando varios espesores de amianto entre la puerta y la mufla se permite la entrada de aire y se proporciona suficiente oxígeno para la --eliminación de la cera.

Esto es importante para la técnica de expansión higroscópica a temperatura de calentamiento más baja.

La velocidad de calentamiento del revestimiento es un factor que interviene en la producción de la superficie lisa del colado. Si el calentamiento es demasiado rápido al comienzo, --el vapor originado en la eliminación de agua libre y agua de cristalización puede hacer que las paredes del molde se des--camen a medida que el vapor emerge del revestimiento. En casos extremos la presión de vapor puede originarse dentro del revestimiento en grado tal que llega a producirse una explosión.

En ese caso, todo el molde se fractura o desintegra.

Otro resultado del calentamiento demasiado rápido también --aparecen grietas en el revestimiento. Por consiguiente, las capas externas comienzan a expandirse térmicamente y por úl--timo las grietas se transmiten al molde y el colado presenta rebabas o restas. Suele presentarse después del calentamiento demasiado rápido del revestimiento de cristobalita utilizado para expandir térmicamente el molde. La comparativa--

mente baja temperatura de inversión de la cristobalita y la rapidez de la expansión durante la inversión hacen que el calentamiento lento del revestimiento sea especialmente importante.

Si el molde es colocado demasiado cerca del elemento calentador del horno, se genera calentamiento localizado, expansión dispareja y grietas. Esto se salva apoyando el cilindro sobre trozos de arcilla o cerámica.

Un período de calentamiento seguro para un revestimiento de incrustaciones es no menor de 60 minutos, y preferiblemente más prolongado. La magnitud de la expansión térmica varía algo con la velocidad o régimen de calentamiento, aunque el efecto exacto es todavía controvertido y diferente según los revestimientos. Diversos estudios han comprobado que el calentamiento rápido produce una expansión adicional del revestimiento de cuarzo. Por el contrario, otra investigación -- halló que cuando cierto revestimiento de cuarzo era calentado a  $700^{\circ}\text{C}$  en tres horas, su expansión térmica lineal era de 1.15 por 100. Cuando el mismo revestimiento era calentado hasta la misma temperatura sólo en 9 minutos, la expansión era de sólo 0.89 por 100 ( 3 ).

Sin embargo, es evidente que el régimen de calentamiento modifica el tamaño de los colados, por lo menos de aquellas -

hechas en un revestimiento de cuarzo. Por ésta razón, hay que observar el régimen y el tiempo de calentamiento indicados.

En la técnica de expansión térmica, se coloca el cilindro en el horno a la temperatura ambiente. En la técnica de baja temperatura, el cilindro puede ser colocado en horno precalentado a 482°C sin temor a que el revestimiento se fracture durante la eliminación de la cera.

Aunque se puede usar un horno a gas si se toma la precaución especial de regular la temperatura, es más fácil regular el horno eléctrico. El cilindro se coloca invertido en el horno, de manera que la base del colado se halle en contacto -- con el fondo de la mufla. Esta posición permite que parte de la cera salga del bebedero. También impide que pequeños fragmentos de revestimiento que pudieran haberse desprendido durante la eliminación de la cera caigan dentro del molde.

Si el cilindro se apoya directamente sobre la superficie de la mufla del horno, hay que invertir la posición del cilindro al acercarse el final del período de calentamiento. Con el orificio del bebedero hacia arriba, el oxígeno entra más fácilmente en contacto con la cera y asegura la completa eliminación. A veces, se coloca el cilindro sobre bandejas de cerámica perforadas, como se explicó. En tal caso, la cir-

culación de aire por debajo del cilindro es adecuada y no es necesario invertir el cilindro.

En la técnica de expansión térmica, se continúa el calentamiento hasta alcanzar  $700^{\circ}\text{C}$ , según lo indique el perímetro. Sin embargo, como se ha mencionado, una temperatura de  $650^{\circ}\text{C}$  suele ser la adecuada y mucho más segura. A ésta temperatura, el perno tiene color rojo cereza visto a la sombra. Si calentamos el revestimiento a temperatura demasiado elevadas, obtendremos colados rugosos y habrá posibilidad de contaminar la aleación de oro con azufre, debido a la desintegración química del revestimiento.

Probablemente, la contaminación de la aleación de oro y la resultante fragilidad del colado, a causa de desmoronamiento de los revestimientos dentales, es más común de lo que se creía en el pasado. Los revestimientos de yeso calentados por encima de  $700^{\circ}\text{C}$  liberan gases de azufre. El mecanismo de descomposición del revestimiento y contaminación de la aleación se relaciona con una reacción química entre el carbón residual y el sulfato de calcio.

Así, estas reacciones tienen lugar siempre que los revestimientos de yeso sean calentados a más de  $700^{\circ}\text{C}$  en presencia de carbono. El bióxido de azufre, como producto de ésta reacción, contamina los colados de oro y los hace en extre-

mo frágiles, este hecho subraya, pues, la necesidad de eliminar completamente la cera y evitar temperaturas de calentamiento superiores a  $700^{\circ}\text{C}$ , en particular si el revestimiento contiene grafito.

En consecuencia, el horno para eliminar la cera debe estar equipado con un pirómetro y un termopar precisos. Además, una vez obtenida la temperatura de colado, este debe ser hecho inmediatamente. El mantenimiento de una elevada temperatura de colado durante un tiempo considerable puede generar la contaminación por azufre del colado, y también una superficie áspera del colado, debido a la desintegración del revestimiento.

Como la cera es eliminada con mayor lentitud en la técnica de baja temperatura, el cilindro deberá ser mantenido a la temperatura de colado de  $482^{\circ}\text{C}$ , un mínimo de 45 minutos para asegurar la completa eliminación de la cera.

## TECNICA DE COLADO

El molde no se retira del horno de combustión hasta que la aleación se ha fundido y está preparada para el colado.

Es necesario limpiar una aleación previamente colada para eliminar residuos del revestimiento y óxidos antes de volver a utilizarla. Las aleaciones de metales preciosos pueden fundirse sobre un bloque de carbón con un soplete de gas-aire que proporciona una atmósfera reducida y las impurezas remanentes se retiran mediante limpieza con vapor o ultrasonidos y con un tratamiento de inmersión en ácido. No se deben mezclar aleaciones de fabricantes diferentes, aunque sean semejantes. Las aleaciones sobrecalentadas o que han sufrido abusos de otro tipo, así como los triturados y restauraciones antiguas se deben devolver al fabricante para que sean tratadas en vez de utilizarlas de nuevo.

Instrumental que se utiliza en la técnica de colado, son :

Máquina de colado centrífugo Broken Arm ( Kerr )

Cono

Soplete

Anteojos protectores de color

Tenazas

Aleación de colado

Fundente

Procedimiento : Se da a la máquina de colado tres vueltas -- en sentido horario ( cuatro si se utilizan aleaciones de metal-porcelana ) y se bloquea en posición con la barra. Se comprueba que los pesos del caballete de soporte y el de --- equilibrio sean adecuados para el tamaño de la tubería de co lado. Se coloca en la máquina un crisol para la aleación -- que se va a colar. Se enciende el soplete y se ajusta (aire/gas para aleaciones regulares, oxígeno/gas para metal-porcelana ). Para las aleaciones de metal-porcelana debe utilizarse un par de anteojos de color para proteger los ojos y también para permitir mirar a la fusión.

El crisol se precalienta y se añade la aleación. El precalentamiento evita una formación excesiva de restos durante el colado. También, cuando se cuele aleaciones de metal-porcelana, un crisol demasiado frío puede "refrigerar" la aleación y da por resultado un colado incompleto. Debe haber su suficiente aleación para generar una fuerza de colado adecuado. Con aleaciones de metales preciosos de alta densidad, 6 g. - es la cantidad típica para premolares y colados anteriores, - 9 g. para colados de molares y 12 g. para p<sup>o</sup>nticos. La alea ción se calienta en la parte reductora de la llama hasta que está preparada para el colado. Se puede añadir cierta canti dad de fluyente a las aleaciones de oro convencionales ( no a las aleaciones de metal-porcelana ).

Las aleaciones de oro forman bolas y adoptan una superficie brillante que parece dar vueltas.

Las aleaciones de cromo-níquel están preparadas para el colado cuando los bordes agudos dan vueltas.

El cilindro se coloca en el horno de la máquina de colado y con la llama reductora en marcha la aleación del crisol se mueve a la posición. El brazo de la máquina de colado se libera entonces para formar el colado. Se deja que la máquina gire hasta que ha frenado lo suficiente para que se pueda detener con la mano, y el cilindro se retira con las abrazaderas de colado.

Recuperación del colado. Cuando el brillo rojo ha desaparecido del botón, el cilindro de colado se introduce bajo agua corriente fría en una gran taza de mezclado de goma.

Los revestimientos con aglutinante de yeso se desintegran rápidamente y la eliminación del residuo se consigue fácilmente con un cepillo de dientes. Los residuos finales se pueden eliminar con ultrasonidos. Los óxidos se eliminan pinchando en ácido clorhídrico ( 50 % ) o preferiblemente un sustituto que no forme humo. Los revestimientos con aglutinante de fosfato no se desintegran y se deben eliminar forzándolo fuera del cilindro de colado. Se pueden manipular tan pronto se hayan refrigerado lo suficiente bajo agua corriente.



Se emplea un cuchillo para recortar el revestimiento en el extremo del cilindro. El otro extremo no se recorta, por temor a lesionar el margen. Cuando se expone el revestimiento del cilindro, se saca de éste el revestimiento. Seguidamente se rompe bajo agua corriente ( dado que aún está caliente ). El revestimiento permanente se retira cuidadosamente con un instrumento romo pequeño y todos los restos se disuelven en ácido fluorhídrico o una solución menos cáustica. Hay que tener precaución para no arañar la superficie interna -- del colado ni lesionar los márgenes.

## CONCLUSIONES

Durante la elaboración de éste trabajo he valorado la importancia de éste paso en la obtención de un colado metálico.

Si se sigue una secuencia adecuada y precisa de todos los pa sos el resultado será el deseado.

Se pueden obtener restauraciones precisas con textura lisa. La técnica es sencilla y si el operador la aplica correctamente con los materiales actuales y los elementos de la aparatología moderna, ésta se facilitará más.

El revestir un patrón de cera será, en la mayoría de los casos, trabajo del Técnico dental pero cabe destacar que teniendo el conocimiento de la importancia que tiene en el resultado final, bien vale la pena que el Odontólogo tome inte rés en realizarlo para beneficio de él y de su paciente.

## BIBLIOGRAFIA

GRAIG. G. Robert, William J. O'Brien & John M. Powers. Materiales Dentales. Editorial Interamericana, 1986

DR. Anderson McCabe. Materiales de Aplicación Dental. Editorial Salvat S. A., 1988.

DR. Ralph W. Phillips. La Ciencia de los Materiales dentales de Skinner. Editorial Interamericana. 1988.

S.F. Rosenstiel, M.F. Land & J. Fujimoto. Prótesis Fija. Procedimiento Clínico y de Laboratorio. Ed. Salvat, 1991

D.F. Williams & J. Cunningham. Materiales en la Odontología Clínica. Editorial Mundi S.A.I.C. y F. 1982.