

13  
2º ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

T E S I N A

Valoración de Algunas Propiedades Físicas  
de Aleaciones Sustitutas del Oro (Plata-  
Estaño Cobre-Aluminio)

*Cirujano Dentista*

MARIO LAMABLE MARIN

MEXICO. 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

Introducción .....	Pag. 1
Antecedentes.....	Pag. 3
Justificación.....	Pag. 6
Planteamiento del Problema....	Pag. 9
Metales y Aleaciones.....	Pag. 11
Aleaciones Cobre-Aluminio.....	Pag. 28
Aleaciones Plata-Estano.....	Pag. 30
Materiales y Métodos.....	Pag. 34
Norma No.5 de la ADA (traducción)...	Pag. 35
Resultados.....	Pag. 61
Comentarios y Conclusiones.....	Pag. 68
Bibliografía.....	Pag. 70

## I N T R O D U C C I O N .

A causa del continuo incremento en la cotización del oro, se ha estimulado el interés por la fabricación de nuevos sistemas de aleaciones más económicas, en donde se substituye parte del oro por metales como el paladio y plata.

Muchas aleaciones han resultado exitosas en su desempeño clínico y cumplen con los requisitos de propiedades mecánicas que marca la ADA, pero al no contener metal noble en cantidades suficientes, no pueden ser certificadas. Algunas otras si tienen la suficiente cantidad de material noble, pero no cumplen con los requisitos de la ADA, o los fabricantes no han solicitado la certificación correspondiente. Con ellas, existe el riesgo de que la resistencia mecánica o a la corrosión y pigmentación esté disminuida con respecto a las aleaciones de oro.

También, el alto costo de otros metales nobles utilizados en aleaciones dentales convencionales, ha resultado en la extensa investigación de aleaciones alternativas.

En esta investigación nos avocaremos especialmente a las aleaciones de aluminio-cobre y plata-estaño.

El objetivo de este estudio, es saber qué tipo de aleaciones son las más recomendables en substitución de las de base de oro, en cuanto al comportamiento de sus propiedades más importantes.

## ANTECEDENTES

Al parecer no hay actualmente información disponible acerca de investigaciones previas en aleaciones de plata-estaño. Al revisar la literatura odontológica no se encontró nada que se refiera específicamente a este material. Se obtuvo un manual denominado "Alternativas a las aleaciones de oro en odontología", del Departamento de Salud, Educación y Bienestar de Estados Unidos, el cual menciona otros sistemas de aleaciones, pero no incluye el sistema Plata-Estaño. Sin embargo, fue posible obtener alguna información de investigaciones en aleaciones de Plata-Paladio, que nos aportan datos útiles para este trabajo, por constituir un punto de vista comparativo frente al material que planeamos investigar.

Estos datos son:

a.- Salch, Marzouk y Diemer (IADR Abstracts 1984) evaluaron la acumulación de placa, deslustre, decoloración y pérdida de brillo en Albacast y Ney 76, en comparación con una aleación de oro tipo III (Firmilay) y sus resultados indicaron que el Albacast tuvo un comportamiento clínico similar al Oro tipo III, excepto

en que retuvo menos brillo, en tanto que Ney 76 tuvo amplias diferencias respecto al Oro tipo III, clínicamente poco satisfactorias.

b.- O'Brien y German (IADR Abstracts 1984) hicieron un estudio del deslustre y la corrosión en tres aleaciones de Plata-Paladio en relación con su contenido de metal noble y su microestructura. Los resultados indican que la respuesta de la aleación a la corrosión es una fuerte función de la nobleza, mientras que una combinación de composición, nobleza, microestructura y tratamientos térmicos, influye en la respuesta de la aleación al deslustre.

c.- Reese y Bell (IADR Abstracts 1984) investigaron el deslustre de varias aleaciones in vivo, midiendo los cambios en la reflectividad después de periodos establecidos de tiempo. Llegaron a la conclusión de que la variabilidad del paciente es un factor importante en el deslustre, y que las aleaciones de Plata-Paladio pueden estar menos sujetas al deslustre in vivo que aleaciones con alto contenido de oro. Inclusive, un contenido de oro superior al 42% puede no ser

**significativo en el deslustre in vivo.**

## JUSTIFICACION

Esta investigación se justifica por los siguientes motivos:

a.- De todos los pacientes que acuden a consulta odontológica, tanto a las Clinicas de la Universidad, como a los servicios de Seguridad Social del Estado y a consultorios particulares, un porcentaje elevado requieren restauraciones individuales del tipo, de incrustaciones vaciadas en metal. Debido al alto costo del oro y otros metales indicados para usarse en forma de aleación, en tales casos, es necesario contar con una alternativa para los pacientes que no cuentan con los recursos económicos suficientes para costear su tratamiento. Esa alternativa podria ser la aleación de Plata-Estaño, de la cual existen varias marcas comerciales disponibles. Sin embargo, hasta el momento actual no se han hecho los estudios físicos ni clínicos necesarios para su correcta utilización. O, en caso de que se hayan hecho tales estudios, no han sido divulgados entre la comunidad odontológica. Es por lo tanto conveniente hacerlos a la mayor brevedad.

b.- Factibilidad. La Universidad , específicamente la Facultad de Odontología, cuenta con el equipo necesario para llevar a cabo tal investigación. Los materiales a ser investigados son fácilmente adquiribles en el comercio dental, y también se cuenta con el tiempo suficiente y los recursos humanos, dispuestos a colaborar para obtener los resultados esperados.

c.- Viabilidad. La investigación proyectada no está orientada a obtener únicamente una serie de datos técnicos para incrementar en una cierta medida los conocimientos teóricos relacionados con la misma, sino que también dará como resultado la divulgación de conocimientos prácticos aplicables clínicamente.

Además, los datos obtenidos no sólo serán de utilidad para el odontólogo en general, sino también para los técnicos dentales. Los resultados serán comunicados a los fabricantes de tales aleaciones que estén interesados en conocerlos , previa autorización o acuerdo con la UNAM,

En base a los mismos, los fabricantes podrán percatarse de las cualidades o defectos de sus productos. Esto tendrá como consecuencia que, si algún

producto resulta ser de deficiente calidad, el fabricante se verá impelido a modificarlo para lograr alcanzar el nivel apropiado. Esto redundará en beneficios para la profesión dental.

De todo esto, cabe concluir que esta investigación es viable, por ser completamente compatible con los lineamientos que rigen los trabajos de investigación en la Facultad de Odontología, en cuanto a la aplicación práctica que debe tener.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema consiste, esencialmente, en que en la actualidad se dispone de materiales para obturación del cual no se tiene la suficiente información técnica, ni los estudios clínicos adecuados para poder definir claramente sus propiedades físicas, en qué casos es aceptable su uso, cuáles son sus contraindicaciones, cómo se debe manipular, qué resultados pueden esperarse de su utilización, y otros datos importantes.

Sería benéfico para la comunidad Odontológica la obtención de toda esa información, ya que en el programa por objetivos de la asignatura Materiales Dentales, a nivel Licenciatura se contempla el estudio de las aleaciones de Plata-Estaño, y Cobre Aluminio la bibliografía incluida contiene muy pocos datos relativos a este material.

Para muchos otros Materiales Dentales que se utilizan en la asistencia dental que brinda la Facultad a un elevado número de pacientes, tanto en la Ciudad Universitaria como en las Clínicas Periféricas, existen suficientes fuentes de información (libros, revistas,

tesis) para que los Cirujanos Dentistas en formación, puedan documentarse convenientemente acerca de las propiedades de los mismos. Además, muchos de estos materiales cuentan ya con la aprobación o certificación de la ADA, lo cual garantiza que cumple con las normas de calidad y propiedades adecuadas para el uso que se le dará.

Algunos otros materiales han sido ya probados en el Laboratorio de Materiales Dentales de la propia Facultad de Odontología.

Los materiales cuya investigación se plantea ahora, aún no ha sido sometido a pruebas que avalen su aplicabilidad para ciertos trabajos odontológicos. Consideramos que los datos que se pueden derivar de este trabajo serán de utilidad para toda la Comunidad Odontológica.

## METALES Y ALEACIONES

Para comprender mejor el comportamiento de los metales puros y las aleaciones, es conveniente recordar la definición de metal. Metal es un elemento simple, sólido a las temperaturas ordinarias (con algunas excepciones como el mercurio), buen conductor del calor y la electricidad, generalmente dúctil y maleable, y que forma óxido al combinarse con oxígeno. Los metales se caracterizan por tener un cierto brillo, y en su estructura atómica, tienen una, dos o tres electrones en su capa externa; este hecho rige su comportamiento químico y físico. Todos los metales ionizan positivamente, esto es, al ceder o perder sus electrones externos, se convierten en átomos con carga eléctrica positiva (cationes) lo que les permite combinarse con otros elementos para formar compuestos. La importancia de esto es que algunos como el berilio, si se une al oxígeno o al flúor, origina compuestos tóxicos al organismo. Tal elemento es común en algunas aleaciones para cerámica.

Cuando un paciente nos dice que su prótesis le sabe a metal, la explicación es que la aleación se está disolviendo en boca, es decir, se están liberando

iones, probablemente por formación de celdas galvánicas en la cavidad oral. Esto puede haber sido provocado por la existencia de aleaciones de composición heterogénea en boca (incrustación de oro, amalgamas, coronas de níquel-cromo, prótesis de cobalto cromo) o por una simple aleación fácilmente ionizable (Cu-Al). Por esto, los metales más recomendables para emplearse en restauraciones intra orales son los basados en metales nobles (oro, platino, paladio, etc.) que tienen alta resistencia a la oxidación y corrosión.

La alta conductividad de los metales también explica otros problemas que a veces se nos presentan; por ejemplo, la hipersensibilidad dentinaria a los cambios térmicos después de cementada una prótesis fija (especialmente a lo frío, es más pronunciada en aquellos casos en los cuales la aleación empleada fue a base de oro, que cuando se hizo con níquel-cromo, pues el oro tiene mayor índice de conductividad térmica y eléctrica; ésta es una de las pocas ventajas de las aleaciones base (no nobles) sobre las nobles).

De todos los metales existentes, muchos no pueden emplearse en odontología por ser tóxicos al organismo como el plomo o el cadmio. En casos aislados, se emplean

metales puros como el mercurio para hacer las amalgamas, el platino en la elaboración de jackets o coronas funda de porcelana, o el titanio en implantes. Sin embargo, la mayoría de las veces lo que utilizamos son aleaciones, es decir, combinaciones de 2 o más metales, o metales con metaloides como el carbono de silicio. El combinar metales se hace para obtener materiales con mejores propiedades físicas que las inherentes a cada metal en forma individual. Así, el oro, demasiado blando para soportar cargas masticatorias, adquiere mayor dureza al alearse con cobre; la plata, por otra parte, es susceptible a la corrosión y pigmentación en boca, pero aleada en proporciones adecuadas al paladio, es capaz de resistir bien el medio oral. No todos los metales pueden alearse; en ciertos casos se comportan como el agua con el aceite, esto es, no son miscibles. Cuando forman aleaciones, estas pueden ser de varios tipos: solución sólida, compuestos intermetálicos y aleaciones eutécticas.

*Solución sólida:* en este caso los metales cumplen con las llamadas leyes de Hume-Rothery y al fundirse forman una solución homogénea de una fase (parecida a la formada por alcohol y agua) que es muy adecuada para uso odontológico; ejemplos de esto los tenemos con oro y

plata, oro y cobre, paladio y plata.

*Compuestos Intermetálicos:* estos se forman cuando los metales se combinan en proporciones muy definidas y así dan origen a verdaderos compuestos químicos, con una relación numérica definida entre un tipo de átomos y otros; ejemplos comunes son los compuestos formados durante la cristalización de las amalgamas, como la fase gamma 1 (dos átomos de plata por cada tres de mercurio), la fase gamma 2 (siete átomos de estaño por uno de mercurio) y la propia fase gamma (básicamente, la limadura) con tres átomos de plata por uno de estaño. Otro caso es el del níquel y aluminio, en proporción de tres a uno, como componentes de algunas aleaciones no nobles para trabajos con porcelana.

En general los compuestos intermetálicos son más duros que sus componentes considerados individualmente, y por ello, confieren dureza a las aleaciones en las que se forman.

*Aleaciones eutécticas:* esta palabra significa "buena fusión", es decir, son aleaciones que se funden fácilmente a bajas temperaturas. Se forman empleando al menos un metal de baja fusión combinado con otro(s) en

tal proporción (única y definida), que la aleación resultante se funde a menor temperatura que cualquiera de sus elementos individuales; por ejemplo si combinamos plata (punto de fusión = 960 grados centígrados) con cobre (1083 grados centígrados) en proporción de 71.9% de plata y 28.1% de cobre, esta aleación no fundirá a una temperatura intermedia entre ambas (960 y 1083), sino a una más baja (779 grados centígrados). Además, tal aleación no pasará por un rango de fusión intermedio entre sólido y líquido, sino que se comportará como un metal puro, con un punto de fusión exacto. Fuera de esa proporción específica, la plata y el cobre no forman eutécticos, sino soluciones sólidas comunes. Es pertinente aclarar que en la fabricación de amalgamas denominadas de "fase dispersa", parte de la aleación final se obtiene a partir de un eutéctico plata-cobre.

A continuación se aclaran algunos puntos respecto a la terminología correcta que debe emplearse en la metalurgia odontológica.

#### **Nomenclatura de aleaciones odontológicas**

Por muchos años existió cierta confusión en cuanto a la denominación de las aleaciones al referirse a su composición; por lo que, los fabricantes anunciaban sus

productos como aleaciones "preciosas", "semipreciosas", o "no preciosas", pero esto no era muy correcto, ya que el término "metal precioso" está reservado a aquellos que son escasos y de alto costo. Uno de ellos es por ejemplo el Berilio. Se daba el caso de que algunas aleaciones "no preciosas" a base de níquel y cromo, si contenían metal precioso. Por otra parte, el incluir 2% de oro en otras aleaciones, permitía al fabricante anunciar su producto como "semiprecioso", aunque el contenido real de metal precioso fuese bajo.

Para terminar con ese caos terminológico y hacerlo más congruente con la realidad, la Asociación Dental Americana determinó recientemente una nueva nomenclatura para las aleaciones dentales, la cual es bastante simple. No considera el uso adecuado de las mismas (para porcelana, prótesis fija convencional o para removibles), sino que está enfocada hacia el contenido porcentual de metal noble.

Se consideran metales nobles al oro y los 6 del grupos del platino, que son: el propio platino, rutenio, rodio, paladio, osmio e iridio. El oro, el platino y el pladio son los que se toman en cuenta en la nueva clasificación de la ADA.

Todos ellos son muy resistentes a la oxidación, corrosión y pigmentación. La plata, por lo tanto, no se considera noble, pues su exposición al aire le provoca pigmentación en poco tiempo y en condiciones orales esto es más notorio.

La clasificación actual aceptada por la ADA es: aleaciones de alta nobleza, aleaciones nobles y aleaciones predominantes de metales base.

Aleaciones de alta nobleza: contienen más de 60% de metal noble, incluyendo un mínimo de 40% de oro.

Aleaciones nobles: contienen más de 25% de metal noble. (Pueden contener incluso más metal noble que las anteriores, pero con menos del 40% de oro).

Aleaciones predominantemente de metales base: contienen menos de 25% de metal noble. La simbología (cuadrado, triángulo y círculo) también es útil para identificar fácilmente a las aleaciones.

#### **Propiedades físicas de las aleaciones dentales**

Cuando un odontólogo o técnico dental adquiere aleaciones para elaborar trabajos, debe conocer bien los

requisitos que éstas deben llenar para cumplir con el objetivo buscado. Usualmente los fabricantes proporcionan en sus productos, los datos referentes a las propiedades físicas de los mismos. Es conveniente, por lo menos, saber qué significación clínica tienen. Como muchos productos son importados, incluiremos la terminología inglesa entre paréntesis.

Lo primero que conocemos de un producto para colados dentales es, obviamente el nombre que muchas veces (no siempre), informa acerca de la composición, el uso, o ambos. Por ejemplo Rx C a B 20 de la casa Jeneric/Pentron, es una aleación para coronas y puentes convencionales (no para porcelana) (C & B significa Crown and Bridge), y el 20 indica que contiene 20% de oro. Usualmente el fabricante menciona la composición en % de metales. Esto nos ayuda a imaginar el costo y la resistencia a la pigmentación que podemos esperar. Después se menciona el tipo (I, II, III o IV), que nos indica la dureza. Habitualmente se manejan las escalas Vickers o Brinell. Nunca se debe emplear, una aleación tipo I (suave), en zonas de fuerte oclusión como por ejemplo una MOD en un segundo molar, pues el desgaste de la misma sería muy acelerado.

Los valores bajos en dureza corresponden a las aleaciones tipo I o II, y los valores altos a las tipo III o IV. En estos dos últimos muchas veces se incluyen dos valores diferentes, uno con la letra Q, que significa "quenched" y otro con la letra H, que significa "hardened" o "heat". El término "quenched" se aplica a las aleaciones que, una vez coladas, se enfrían bruscamente por inmersión en agua quedando la aleación en un estado "suave", que permite bruñirla con cierta facilidad. También se conoce como S = soft.

El término "hardened" significa endurecido, y se emplea para significar que la aleación colada se deja enfriar lentamente hasta temperatura ambiente. Cuando se indica "heat", es porque la aleación alcanza su dureza máxima por medio de tratamiento térmico en horno, calentándola primero hasta temperatura de difusión atómica por algunos minutos (variable según el producto) y luego dejando enfriar (lentamente o súbitamente, como indique el fabricante).

Otro dato es el rango de fusión (melting range). Si la aleación está destinada a usarse en trabajos metalocerámicos, su temperatura de fusión debe ser bastante elevada, para que resista la cocción de la

porcelana en el horno sin fundirse o deformarse. Por ello, casi siempre será mayor a 1,150 grados centígrados. Si se encuentran datos de fusión a menos de 1,100 grados centígrados, la aleación está indicada para prótesis convencional.

La resistencia a la fluencia (Yield Strength) es un dato importante porque indica la máxima resistencia del material antes de sufrir deformación permanente. Si una prótesis ante carga masticatoria se deforma definitivamente, aunque sea en grado mínimo, el fracaso es inminente.

La resistencia final (UTS O Ultimate Tensile Strength) indica la máxima fuerza soportada antes de la fractura. Es te dato es menos importante, clínicamente, que el anterior, pues para que una prótesis quede inservible no es necesario que se fracture, basta que se deforme permanentemente.

La elongación o alargamiento en porcentaje, es un dato que permite saber que tan fácil o difícil será bruñir la aleación. Generalmente es alto en aleaciones suaves y bajo para aleaciones duras.

Valores menores de 10% de elongación pueden considerarse bajos y ello es indicativo de que será difícil la labor de ajuste de márgenes y terminado del trabajo. Por el contrario, valores mayores a 25%, son característicos de aleaciones como el oro tipo I o II, que pueden bruñirse con facilidad.

En las aleaciones destinadas a chapearse con porcelana, un dato muy importante es el Módulo de Elasticidad, que de una manera simple indica la rigidez de la aleación. Un módulo alto equivale a una gran resistencia a la deflexión, por lo que es típico en las aleaciones para prótesis de tramo largo (ocho, nueve o más unidades). Las aleaciones de módulo no muy elevado sólo deben emplearse para prótesis de tramo corto o coronas individuales.

Otro dato incluido por los fabricantes es el peso específico, por el cual se sabe si la aleación es ligera o pesada. Los metales nobles son más pesados que los no nobles, así que si leemos que un producto tiene un peso específico de alrededor de 8 gm/cc, se puede estar seguro de que la aleación es predominantemente de metales base. Si por otra parte, se adquiere un producto con peso específico de 16 gm/cc, es un hecho que contiene alto

porcentaje de metal noble, usualmente oro, pues su peso específico es de 19.3 gm/cc; el del platino es un poco mayor (21.4), pero por su alto costo este metal raramente rebasa el 5% en peso en cualquier aleación dental. El paladio tiene un peso específico de 12 gm/cc.

Enseguida se cita un ejemplo de una aleación de uso común, explicando brevemente lo que puede deducirse al conocer la información dada por un fabricante. Producto: Albacast; Fabricante: Jelenko; Composición: Paladio 25%; Plata 70%. El paladio funde a 1,552 grados centígrados y la plata a 960 grados, por lo que la temperatura de fusión de la aleación debe estar más cercana a la de la plata. En efecto, al ver el dato del fabricante, es de 1,021 a 1,099 grados. Esto hace que sólo sirva para prótesis convencional, pero no para trabajos con porcelana.

Dureza Vickers: por enfriamiento rápido (Quenched) es de 143; por enfriamiento lento (Hardened) es de 154.

La aleación es equiparable en dureza a las basadas en oro, de tipo III, por lo que se considera dura, y útil para incrustaciones, coronas y puentes (prótesis fija). A mayor contenido de paladio, la aleación sería más dura.

La resistencia final (UTS) es 4,480 kg/cm en estado "suave" (Q) y de 4,780 kg/cm en estado duro (H). Las aleaciones para porcelana presentan valores de alrededor de 7,000 kg/cm.

La resistencia a la fluencia es de 2,670 (Q) y 3,300 (H) kg/cm comparados con unos 5,000 kg/cm de las aleaciones para porcelana.

La elongación es de 8 (H) a 10 (Q)%, de ahí que no sea muy sencillo el proceso de bruñirla.

La densidad es de 10.6 gm/cc muy cercana a la de la plata por su alto contenido de este metal. Es por ello, más ligera que las aleaciones de alta nobleza, pero más pesada que las de metales base.

Pasaremos ahora a describir los diferentes sistemas de aleaciones disponibles para que el odontólogo elija entre ellas la más adecuada a sus necesidades clínicas.

Además de la anteriormente mencionada clasificación de la ADA, basada en el contenido de metal noble, no existe otra forma "oficial" de agrupar las aleaciones para uso dental, por lo que para simplificar en lo

posible la comprensión de las mismas, hemos considerado conveniente englobar los sistemas más conocidos en tres grandes grupos:

- 1) aleaciones para prótesis convencionales.
- 2) aleaciones para prótesis metalo-ceramicas.
- 3) aleaciones para otros usos.

En este trabajo, nos limitaremos a hablar del primer grupo, entendiendo por prótesis convencional las incrustaciones, coronas, prótesis fija con o sin acrílicos, espigas intraradiculares, etc.

Los materiales que se usan en odontología deben enfrentar condiciones que en ocasiones son bastante extremas; por ejemplo, la magnitud de la carga comprensiva en puntos de contacto oclusivo es tanta, que con facilidad deforma la superficie de una aleación, o bien desgasta la superficie de una resina reforzada. Por otro lado, los fluidos bucales son capaces de disolver diversos materiales y el fenómeno se ve incrementado cuando el pH baja.

Algunas aleaciones, estables en el medio ambiente, sufren corrosión en el medio bucal y aunque presenten

altas cifras de resistencia física, llegan a sufrir fatiga y la consiguiente fractura.

Algunos materiales -en mayor o menor cuantía- absorben líquidos, y los cambios de volumen que esto provoca tiene repercusiones clínicas desfavorables. Otros materiales tienen características químicas poco favorables para el tejido pulpar y mucoso, y su uso indiscriminado e inadecuado provoca reacciones molestas para el paciente.

Tratando de evitar estos y otros problemas, fueron creadas las *Normas para Material, Instrumental y Equipo Dentales* las cuales marcan los requisitos que deben llenar cada uno para tener un adecuado comportamiento, preocupándose el odontólogo por usar sólo aquellos que se han sometido a dichas normas cumpliendo con sus requerimientos.

La primera norma fue adoptada en 1929 por la ADA en la cual se establecieron los requisitos que debe cumplir la amalgama para uso dental; las pruebas que dicha norma indicó originalmente siguen practicándose a las aleaciones actuales, aunque con cifras un poco más

exigentes dada la evolución que han tenido las formulaciones para amalgama dental.

Hoy día, son casi setenta las normas aplicables a material, instrumental y equipo para uso odontológico, por lo que en países como Estados Unidos son obligatorias, no así en México, hecho que nos pone en desventaja dada la posibilidad de utilizar materiales no aptos para uso clínico.

Se han hecho intentos para que las autoridades (Secretaría de Salud y Secretaría de Comercio) impongan la obligatoriedad en el cumplimiento de las normas; desafortunadamente no se ha logrado, y es deseable que las agrupaciones gremiales unan esfuerzos para la consecución de este fin.

Realizar las pruebas de cada norma, exige equipo especializado y en ocasiones de alto costo. En México, la Facultad de Odontología de la UNAM es una de las instituciones que cuenta con el equipo necesario para realizar el control de calidad requerido, tanto a material como a instrumental y equipo, por tanto se ha hecho desde

1975. En la actualidad instituciones como IMSS e ISSSTE integran su cuadro básico odontológico con materiales sometidos a pruebas en el Laboratorio de Materiales Dentales de la Facultad, y el Instituto Mexicano del Petróleo ha creado un departamento de elaboración de material dental, manteniendo estrecha relación con el laboratorio para aplicar la normalización a sus productos.

Una constante inquietud de las autoridades de la UNAM ha sido apoyar los esfuerzos para reducir la dependencia tecnológica del país; para ello, el laboratorio presta asesoría a fabricantes nacionales para el mejoramiento de sus productos.

### Aleaciones cobre-aluminio

Estos productos, aparentemente recientes, tienen ya antecedentes desde 1922, cuando Hepburn intentó usarlos en trabajos odontológicos, aunque luego los descartó por su propensión a la corrosión. También se conocen como bronce al aluminio, y los fabricantes, en años recientes, les han llamado "ligas doradas", o "aleaciones económicas color oro". Contienen, en promedio, 88% de cobre, 9% de aluminio y pequeños agregados de níquel, cinc, estaño y silicio. En 1931, una investigación reveló que una aleación industrial que costaba unos 20 centavos de dólar la libra, tenía idéntica composición a una aleación comercializada en el área dental, pero con un costo de 5 dólares por onza.

Por sus propiedades físicas deficientes, estos productos son inadecuados para emplearse en la cavidad oral. La inmensa mayoría de investigaciones al respecto demuestran una marcada tendencia a ser corroidas, y además, los procesos de soldadura son complicados y las uniones resultantes son débiles. Si consideramos, por otra parte, que son metales no nobles y que hay muchas probabilidades de que los pacientes tengan en boca aleaciones diferentes, como amalgamas, o colados de metales nobles, es en tal caso de gran riesgo emplearlas,

ya que fácilmente se originaría corrientes galvánicas intraorales, con las consecuentes molestias para el paciente, y corrosión, acelerada. La aleación de cobre-aluminio sería anódica en relación a otra aleación noble, la cual sería catódica. En poco tiempo comenzaría a disolverse la aleación no-noble, liberando iones metálicos. En resumen, el uso de estos productos es poco recomendable en odontología.

Productos conocidos: Etalloy liga dorada, Aleación MS, Amber Cast, Reio Cast, Duracast, Trindium, Goldent, Jensen, Argent-cast.

Manipulación: Se realiza el encerado convencional. Deberá usarse revestimientos fosfatados de alta temperatura, siguiendo instrucciones del fabricante en cuanto relación polvo/líquido. Sin embargo, algunos técnicos han utilizado exitosamente revestimientos tipo cristobalita.

El desencerado se realiza elevando la temperatura gradualmente hasta alcanzar 650 grados centígrados durante 30 minutos.

Se utiliza soplete oxígeno-propano o gas natural para

la aleación Mirage de la Compañía Jensen y para la aleación Etalloy "liga dorada" de la Compañía Etal se recomienda soplete gas-aire o gas-oxígeno.

Se precalienta el crisol . Se coloca la aleación calentándose hasta que los lingotes se hundan. No esperar a que el metal se vuelva líquido (no tomará forma esférica, ni se pondrá brillante). Pula con Tripoly y rojo inglés, nunca use agentes limpiadores que contengan amonía.

#### **Aleaciones plata-estaño**

Estas han sido de uso común en México desde hace muchos años, y su composición general es: plata 65 a 85%; estaño 20 a 25%, y cobre 5 a 10%.

Algunos fabricantes agregan un pequeño porcentaje de cinc, para evitar la oxidación al fundirla.

La falta de nobleza ocasiona escasa resistencia a la pigmentación, por lo que comunmente, la aleación toma un color de grisáceo o negro después de algún tiempo en la cavidad oral. También es probable la corrosión ulterior. En Estados Unidos se empleó hace años una aleación de este tipo llamada Cleve-Dent, pero luego fue retirada del

mercado. Actualmente se comercializan en Japón algunos productos similares, aunque en algunos casos son enriquecidos con algún metal noble, para mejorar sus propiedades físicas y su resistencia a la pigmentación y corrosión.

La temperatura de fusión es baja, y se funde fácilmente con gas y aire. La dureza es variable, siendo algunos productos similares al oro tipo II, otros, al tipo III, y hasta al tipo IV. Esto puede deberse a la formación de compuestos intermetálicos, principalmente entre plata y estaño, pero al mismo tiempo, la dureza lograda provoca cierta fragilidad, y las incrustaciones elaboradas con productos duros, resultan fracturables en márgenes delgados. Por otra parte, los productos blandos pueden perder anatomía oclusal por deformación o por desgaste. Nunca deben elaborarse prótesis fijas (puentes) con ellas, por su baja resistencia a la fluencia, y además, en caso de tener que soldarse, la junta sería muy débil y propensa a corroerse.

Por todo esto, la única indicación de estas aleaciones sería para incrustaciones destinadas a permanecer poco tiempo en boca, por ejemplo, en odontopediatría. Es posible que las aleaciones enriquecidas con metales nobles puedan emplearse con mayor seguridad, aunque hasta

ahora, no hay reportes clínicos que avalen su éxito clínico a largo plazo.

Productos comerciales en México: Olverdent (Olver), Zeycodent (Zeyco), Draldent (Jouanen & Diaz), Jaszcodent (Jaszco), Argent 100 (Dentomex), Liga de plata (Etal), Platiga, Pro-ce-dent..

Manipulación: se hace el encerado y el revestido convencionales, con revestimiento aglutinado con yeso. El desencerado igualmente, pero dejando enfriar un poco el cubilete antes de colar, para que esté un poco por debajo de la temperatura de fusión de la aleación.

Se usa soplete de aire-gas, y puede utilizarse flux (Borax) para evitar oxidación al fundir. El colado no se decapa con ácidos, sólo se limpia y se hacen ajustes con baja velocidad con piedra de alúmina. Al final se pule con óxido de estaño o de hierro (Rouge o rojo inglés).

Ventajas: Costo bajo, manipulación fácil.

Desventajas: en ocasiones, desgaste por ser blando, fragilidad en bordes marginales, pigmentación, no se puede soldar. Poca resistencia a la corrosión.

**Contraindicaciones:** nunca deben elaborarse prótesis fijas con ellas, por su baja resistencia a la fluencia, y además, en caso de tener que soldarse, la junta sería muy débil y propensa a corroerse.

## M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

### 1.- PLATA ESTAÑO:

- a).PRO-CE-DENT
- b).AREGENT LLIGA DE PLATA
- c).ETALLOY LIGA DE PLATA
- d).ZEYCODENT

### 2.- COBRE ALUMINIO:

- a).ARGENT CAST
- b).ETALLOY LIGA DORADA
- c).JENSEN

### 3.- PLATA PALADIO (experimental)

- a).Ag Cu Pd
- b).Ag Sn Pd
- c).Ag Pd

Equipo de laboratorio convencional para la fabricacion, confinado y elaboraci3n de muestras.

Maquina universal Instron.

M3todo de acuerdo a la norma No.5 de la ADA en lo referente a m3dulo de elasticidad, yield strength, y elongaci3n

**ESPECIFICACION No. 5 REVISADO POR LA ANSI/ADA  
PARA ALEACIONES FUNDIDAS DENTALES**

La especificación No.5 revisada por la Asociación Dental Americana para aleaciones fundidas dentales ha sido aprobada por el Consejo en Materiales, Instrumentos y Equipos Dentales de la Asociación Dental Americana. Esta y otras especificaciones de material instrumentos y equipos dentales son formulados por Subcomités del Comité de Normas Autorizadas MD156 de Materiales, Instrumentos y Equipos Dentales. El consejo actua como patrocinador administrativo de ese Comité, el cual tiene representación en los Estados Unidos en todo lo relacionado con la estandarización de materiales, instrumentos y equipo en odontología. El Consejo ha adoptado las especificaciones, mostrando reconocimiento profesional en su uso en odontología, y las ha aportado al Instituto de Normas Nacionales Americanas con la recomendación de que las especificaciones sean aprobadas como Normas Nacionales Americanas.

La aprobación de la especificación No.5 revisada por la ADA como una Norma Nacional Americana, fue dada por El Instituto de Normas Nacionales Americanas el 14 de

diciembre de 1988. Esta norma se hizo vigente desde el 14 de diciembre de 1989.

El consejo agradece a los miembros del Subcomité y organizaciones con las que estaban afiliados en el tiempo en que esta especificación se desarrollo: Clyde Ingersoll, Williams Dental, Buffalo, Ken Anusavice, Universidad de Florida, Gainesville, Arun Pasad, Jeneric Industrias, Willingford, CT; Marcy Kramer, JF Velenka & Co, Amank, N.Y; Ronald Dudek, Austerial Dental, Chicago, Lawrence Getteman, Metairie, La; Robert Hinman, Naval Dental Clinic, San Diego; T.K.Vaidyanathan, Centro Dental de la Universidad de New York, Edward Kaufman, Brookdale Dental Center, Universidad de Nueva York, New, York; Leon Laub, Universidad Loyola, Maywood, Il; Robert Lorey, Universidad de Michigan, Ann Arbor; and Herbert Mueller, ADDA, Chicago.

La especificación No. 5 revisada por la ANSI/ADA para aleaciones fundidas dentales, está escrita para asegurar la eficiencia y seguridad de restauraciones clinicas en la boca. Requerimientos para la composición, propiedades mecánicas, propiedades físicas, características de

fundición, toxicidad, resistencia a la corrosión y deslustración, inserción de empacamiento de las aleaciones, son incluidos para alcanzar estas metas. El significado clínico de estos requerimientos se muestra más adelante.

Además de los elementos principales y componentes de los metales nobles, una determinación cuantitativa de cualquier elemento peligroso, debe ser mencionada. Es importante para el clínico tener esta información cuando seleccione una aleación para un paciente con hipersensibilidad metálica y en el avalúo general de riesgo para el paciente.

Dependiendo en su uso como un inlay, anlay, corona o puente, una aleación dental debe tener una combinación de propiedades mecánicas que puedan preservar la anatomía designada en la restauración y permitir al clínico ajustar o terminar la aplicación. Un clínico puede después designar un tipo de aleación basándose en sus propiedades mecánicas. Por ejemplo, si el margen de un inlay es corto, el clínico puede necesitar pulir la región. Para alcanzar este resultado, la aleación debe tener una relativa fuerza de baja cedencia y dureza y una alta elongación.

Cuando una aleación se selecciona para un puente, es deseable un material que tenga un alto coeficiente de elasticidad y fuerza de alta cedencia. Cedencia de fuerza es una medida de qué tanta tensión se necesita para deformar una restauración. Elongación es una medida, la cual mide la relativa ductilidad o fragilidad de una aleación. Coeficiente de elasticidad mide la rigidez de una aleación. Dureza es la medida de la dificultad en terminar o pulir una restauración, también como un indicador del potencial de uso en aplicación o la estructura natural del diente.

Las condiciones de fundición van a afectar las propiedades (por ejemplo: tamaño de grano y homogeneidad de la aleación), y finalmente el desarrollo clínico de una restauración vaciada. Para alcanzar las propiedades descritas por un fabricante, se deben seguir las condiciones necesarias para la fundición y vaciado, de acuerdo con ese fabricante.

La seguridad biológica de la aleación va a ser indicada a través de tres evaluaciones de toxicidad: examen de citotoxicidad in vitro, examen de Ames sobre actividad potencial mutagénica y examen de irritación en

membranas mucosas.

Ni los requerimientos de composición ni los límites designados en los valores de las propiedades mecánicas aseguran resistencia a la corrosión o deslustración de una aleación en la boca. Una prueba de deslustración y evaluación del efecto corrosivo en propiedades mecánicas está incluida.

Los requerimientos de empacamiento incluyen la información procesada necesaria para alcanzar la combinación de propiedades físicas y mecánicas reportadas por el fabricante. Las aleaciones para uso clínico son escogidas basándose en las propiedades, y si ocurre una falla clínica, la información de empacamiento va a ayudar a determinar si la causa fue un problema de materiales.

En esta revisión de la especificación No. 5 de la ANSI/ADA, el Subcomité del Comité de Normas Autorizadas MD156, ha hecho extensos cambios a la especificación, en respuesta a recientes avances en el campo de la aleación de vaciado.

La primera revisión es la recomendación del Subcomité para el cambio en el nombre de la especificación. La palabra "oro" ha sido aportada para reflejar el hecho de que ya no se limiten a aleaciones de oro. No hay requerimientos de composición en la revisión propuesta de la especificación. Esto refleja el uso clínico y la aceptación general de aleaciones que contienen menos del 75% de su peso en elementos del grupo del oro y platino.

La razón de la restricción previa para metales nobles fue que se difundió la creencia de que aleaciones con menos del 75% o del 78% de contenido de metal noble, puede deslustrarse o corroerse en la boca. Esta correlación ha sido desaprobada. Otras alternativas a más bajo precio, ha sido una demanda odontológica y ha sido suplida a través de avances metalúrgicos y un mayor conocimiento de materias primas y los efectos de deslustración y corrosión oral. Desde la especificación No. 5 original, una considerable proliferación de aleaciones y sistemas de aleación han probado ser viables sustitutos de aleaciones altas en oro.

Los cambios específicos son como sigue:

1. Aplicación. La aplicación ha sido reformulada para reflejar la importancia específica de seguridad y efectividad de las aleaciones.

1.4 Específicas exclusiones han sido hechas porque aleaciones para ciertos propósitos son cubiertos por especificaciones existentes a aquellos bajo consideración.

4.2 Propiedades Mecánicas. Coeficiente de elasticidad ha sido añadido como un valor que debería ser reportado con aleaciones tan diversas como oro, paladio, plata y base de níquel, los valores de dureza no pueden ser comparados por la compleja naturaleza de los efectos causando diferencias en los valores de dureza.

4.4 Propiedades de Vaciado. Una prueba subjetiva de vaciabilidad ha sido añadida en respuesta a peticiones significativas. Debe ser acordado que si una aleación no puede ser vaciada en la configuración requerida, no puede ser una aleación efectiva.

4.6 Deslustración. Este párrafo refleja el deseo de la profesión de tener alguna guía de decoloración potencial en aleaciones. Como no hay una prueba disponible que nos

lleve a límites estándar, sólo se puede hacer una requisición para esta prueba.

6. Apèndice. El fuerte sentimiento de que algunas pruebas de deslustración y corrosión necesitan ser incluidas en la especificación, nos lleva a una sección extra que contiene dos pruebas sugeridas. Como estas pruebas no han sido investigadas para encontrar una correlación clínica, no pueden ser incluidas como requerimientos.

#### REVISADO

#### NORMAS NACIONALES AMERICANAS / ASOCIACION DENTAL AMERICANA ESPECIFICACION NO. 5 PARA ALEACIONES DE VACIADO

##### 1. APLICACION

1.1 Esta especificación provèe una clasificación y específicos requerimientos y métodos de prueba para aleaciones de vaciado dental.

1.2 Los párrafos 4.5.1 y 4.5.2 resaltan la seguridad de estas aleaciones para el paciente.

1.3 Los párrafos 4.2.1, 4.2.1 y 4.4 resaltan la efectividad de estas aleaciones para el uso prescrito.

1.4 Esta especificación es aplicable a aleaciones de vaciado dentales usadas en la fabricación de restauraciones e instrumentos dentales.

1.4.1 Exclusiones: Aleaciones con base metálica descritas en ANSI/ADA Especificación No. 14 y aleaciones usadas para restauraciones metal-porcelana, son descritas en propuesta por ANSI/ADA, Especificación No. 38.

## 2. REFERENCIAS

2.1 ANSI/ASTM E8-Current; Tension Testing of Metallic Materials.

2.2 ANSI/ASTM E92-Current; Vickers Hardness of Metallic Materials.

2.3 ANSI/ASTM E111-Current; Young Modulus at Room Temperature.

2.4 ANSI/ADA Specification No. 2-Current; Casting Investment for Dental Gold Alloys.

2.5 ANSI/ADA Document No.41-Current; Recommended Standard Practices for Biological Evaluation of Dental Materials.

2.6 Eick, J.D., et al.; Analysis of gold and platinum group alloys for X-ray emission with corrections for interelement effects. Applied spectroscopy 21:324 Sp. Oct. 1967.

2.7 Gilchrist, R. Wet Chemical Analysis of Dental Alloys Journal of Research NBS, Vol. 20, 1938.

### 3. CLASIFICACION

3.1 Las aleaciones de vaciado dental deben ser de los siguientes tipos:

3.1.1 Tipo I (suave). Restauraciones que requieren poca tensión como algunos inlays.

3.1.2 Tipo II (medio). Restauraciones que requieren tensión moderada como inlays y onlays.

3.1.3 Tipo III (duro). Restauraciones que requieren

mucha tensión como onlays, coronas, coronas de ancho revestimiento y dentaduras parciales.

**3.1.4 Tipo IV (extraduro).** Restauraciones delgadas en secciones de cruz y sujetos a muy alta tensión, como coronas de revestimiento delgado, dentaduras parciales y dentaduras parciales removibles.

#### 4. REQUISITOS

##### 4.1 Composición

4.1.1 Los elementos citados en el párrafo 7.3.7 serán de entre 0.5% (de peso) del valor reportado por el fabricante; salvo elementos tóxicos que serán de entre un .1% (de peso).

##### 4.2 Propiedades mecánicas

4.2.1 Resistencia a la fluencia. El valor punto medio de seis pruebas para la resistencia a la fluencia de 0.1% se dará en la tabla 5-1.

4.2.2 Elongación El valor punto medio de la alargación se dará en la tabla 5-1.

TABLA 5-1  
REQUISITOS DE PROPIEDADES MECANICAS

TIPO	TEMPLACION		ENDURECIMIENTO
	Min MPa(Ksi)	Max MPa(Ksi)	Min MPa(Ksi)
I	--	140 (20)	--
II	140 (20)	200 (29)	--
III	200 (29)	340 (49)	--
IV	340 (49)	--	500 (72)

## Elongación

TIPO	TEMPLACION	ENDURECIMIENTO
	Min %	Min %
I	18	--
II	18	--
III	12	--
IV	10	2

4.2.3 Módulos de elasticidad. (Young's Modulus). El valor punto medio de seis pruebas para el módulo de elasticidad será de entre 10% del valor especificado por el fabricante.

4.2.4 Endurecimiento. El valor punto medio de las seis pruebas de la técnica Vickers Hardness (HV1) o (HV5) será dentro del 10% del valor especificado por el fabricante.

### 4.3 Propiedades Físicas.

4.3.1 El rango de puntos de fundición será de acuerdo con las especificaciones del fabricante. El valor será dentro de 20 grados centígrados de lo reportado por el fabricante.

4.3.2 La temperatura de fundición será según las especificaciones del mismo.

4.4 Propiedades de fundición.

4.4.1 Cinco vaciados de capas y puentes consecutivos deberán llenar el molde. incluyéndose las secciones angostas y los márgenes marcados, y tiene que embonar el modelo usando prácticas aceptadas y de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Las fallas por causa del fracaso de la inversión no serán registradas, sino excluidas de la serie consecutiva de vaciados.

4.5 Propiedades tóxicas.

4.5.1 Toxicidad. La aleación deberá cumplir con los párrafos 4.4.1, 4.4.3 y 4.4.9 del Documento No. 41 de ANSI/ADA ó también dichos textos se recomiendan para la aleación de productos de la edición que corre.

4.5.2 Radiación. El fabricante tomará los pasos

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

positivos para evitar el uso de materias primas radioactivas y certificar la falta de radioactividad en el producto. El certificado del fabricante deberá incluir el método probado y los límites de detección.

#### 4.6 Deslustre

4.6.1 El deslustre para esta especificación se define como decoloración del resultado del uso de reacciones químicas ó electroquímicas que producen un producto químico adherente que se distingue en el color del metal original pulido.

4.6.2 El fabricante deberá realizar pruebas con soluciones acuosas como la solución de Ringer, saliva artificial, sulfato de amonio y otros, y a su vez proveer resultados comparando la nueva aleación con las exitosamente usadas durante cinco años seguidos. El método y las soluciones utilizadas deberán especificarse en el reporte del fabricante.

### PRUEBAS E INSPECCION

5.1 Prueba. Aproximadamente 30 grados de aleación

deberán ser procurados a nivel detallista por un representante de la Asociación Dental Americana. Este ejemplo deberá ser enviado en el embalaje original sin antes haberlo adulterado, dirigido al Concejo de la misma Asociación de materias, instrumentos y equipos. En suma, el fabricante entregará especímenes del tipo expuesto en la Fig. 5-1 pr 5-2, de los cuales deberán ser seis realizados con el método de la templación y doce ejemplares usando la técnica de endurecimiento. Los especímenes serán entregados en los "moldes" enfriados con los bebederos del molde y botones adjuntos.

5.1 Inspección visual. La inspección visual será usada para determinar los requisitos presentados en la sección 9 de esta especificación.

#### MÉTODOS DE PRUEBA

##### 6.1 Prueba química.

6.1.1 Composición. Los valores determinados para los constituyentes metálicos según el método Eick, et al., or Gilchrist, o cualquier otro método preciso será grabado a la cercanía de 0.5% de peso. Cuando un valor determinado está entre medio número y un número completo, será el

posterior el que se grabará.

## 6.2 Pruebas de propiedades mecánicas.

6.2.1 Proceso. Se debe invertir para que se satisfagan los requisitos de ANSI/ADA (especificación No. 2, o No. 42.). Los parámetros de vaciado deberán ser recomendados por el fabricante.

6.2.2 Tratamiento de calentamiento. Los especímenes de vaciados para probar en ambas condiciones deben ser tratados con calentamiento, según la recomendación.

6.2.3 Resistencia a la fluencia. La resistencia a la fluencia se deberá determinar en especímenes de vaciado de acuerdo con los mencionados en la tabla 5.1 o 5.2. La resistencia a la fluencia será determinado (ANSI Z16A 13/ASTM E6) usando un valor de 0.1%. La velocidad de carga será de un máximo de 2 mm/min. hasta que la fluencia se haya sobrepasado.

6.2.4 Elongación. La alargación se ha determinado en los especímenes de la prueba de resistencia a la fluencia. La alargación será medida en longitud de 15mm. El vaciado que se romperá fuera de las marcas del indicador no requiere medidas adicionales, pero la alargación entre las

marcas se grabarán si a su vez equivalo o sobrepasa el valor mínimo especificado. Las dos porciones de especímenes serán ligadas y la alargación entre las marcas será grabado al punto de porcentaje más cercano al 1%. Cuando el valor determinado baja entre dos números, el número non se grabará. La alargación puede ser determinada de la tabla, si un extensómetro de 15mm se deja dentro de la fractura.

6.2.5 Módulos de elasticidad. Los módulos serán determinados si los especímenes usados en la prueba de la resistencia de la fluencia. Los módulos de elasticidad serán determinados de la tabla generada en la determinación de la prueba de la resistencia a la fluencia de acuerdo al ASTM E111.

6.2.6 Endurecimiento. Será determinado en vaciados en una anchura mínima de 1mm y una densidad mínima de 2mm. El número Vickers (HV1 o HV5) se removerá de los bebederos de molde y montado sobre una superficie preparada usando técnicas aceptadas. Este número será determinado por la aplicación de 49N (5 gf) o 9.8 (1 kgf) cargado de acuerdo con ANSI Z115.7-1973 (ASTM E92).

6.3 Prueba de propiedades físicas.

6.3.1 Rango de derretimiento. Las temperaturas de líquidos y sólidos se han determinado de curvas sobre temperaturas. Un crucible no contaminante con un diámetro interior de 15mm se usará para contener la aleación. La caliente del par termoeléctrico deberá estar en el centro de la aleación y deberá estar en contacto con el botón de la protección que le rodea al tubo con un diámetro de no más de un tercio de diámetro dentro del crucible interior. Una regla ideal se muestra en la figura 5.4. La velocidad en calentamiento y enfriamiento permitirá que las temperaturas de líquidos y sólidos serán determinados al calentarse los mismos. Valores reportados se obtendrán en medio de los valores promedios de este proceso y de las curvas de temperaturas. Otros métodos incluyendo DTA, pueden ser usados.

6.4 Prueba propia de Vaciado. Esta prueba será realizada y descrita, y los resultados, certificados por el fabricante.

## 7. Empaque y Presentación

7.1 Empaque. La aleación debe ser empacada de acuerdo con las prácticas comerciales.

7.2 Instrucciones del Fabricante. Estas deben ser incluidas en la etiquetación o lectura disponible.

7.2.1 Procedimiento de fundición y vaciado.

7.2.2 Procedimiento de tratamientos a base de calor para aleaciones que se manejan con calor.

7.2.3 Todas las propiedades están enlistadas en los párrafos 4.2 y 4.3, incluyendo sus subpárrafos.

7.3 Presentación

7.3.1 Fabricante. Cada lingote, etiqueta y/o paquete introducido, será marcado con el nombre del fabricante.

7.3.2 Nombre. Cada lingote, etiqueta y/o paquete introducido, será marcado con el nombre de aleación.

7.3.3 Color. En cada etiqueta o paquete será marcado el color de la aleación.

7.3.4 Número de lote. Cada etiqueta o paquete se

marcará con una numeración seriada o una combinación de números y letras referentes al record del fabricante para cada lote de la aleación en particular.

7.3.5 Tipo. El tipo de aleación de vaciado será indicada en cada etiqueta o paquete introducido.

7.3.6 Peso neto. El peso del contenido será marcado en cada etiqueta o paquete introducido. Paquetes individuales de pequeños lingotes pueden tener una tolerancia de  $-0.03$  g. máximo.

7.3.7 Composición. La etiqueta o paquete introducido establecerá el peso en porcentaje de los tres componentes principales. El peso en porcentaje de cualquier metal noble no incluido en los componentes principales y el peso en porcentaje de cualquier elemento considerado dañino, por una autoridad responsable como NIOSH o WHO.

La formulación de esta especificación ha sido respaldada en parte, por Research Grant DE0561-09 (Instituto Nacional de Investigación Dental, Instituto Nacional de Salud).

## 8. Apèndice

8.1 Prueba de corrosi3n sugerida. Seis especies de tensi3n ser3n vaciados al mismo tiempo. Ser3n pulidos por est3ndares de procedimientos dentales. Pesos y di3metro de medici3n de longitud ser3n recopilados. Tres muestras seleccionadas al azar ser3n sumergidas por 60 d3as en saliva artificial a 37 grados centigrados.

La composici3n de la saliva artificial ser3:

NaCl	0.400 g
KCl	0.400
CaCl <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O	0.795
NAH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.005
Urea	1.000

Agua destilada para hacer 1,000 ml.

Las tres muestras deber3n ser lavadas, secadas y pesadas. A las seis muestras se les har3 la prueba de resistencia a la fluencia como est3 estipulado en el punto 6.2.3. Los cambios en peso y cambios en resistencia a la fluencia, ser3n reportados.

8.2 Prueba de deslustraci3n sugerida. Dos espec3menes de 10 mm de lado y 1 mm de ancho, ser3n montados, deslustrados y pulidos por procedimientos metalogr3ficos

comunes. Un espécimen será puesto en un dispositivo, el cual sumerge el espécimen en una solución acuosa compuesta de sulfato de sodio al 0.1 mol/l por un periodo de 10 a 15 segundos cada minuto. Después de 72 horas el espécimen deberá ser enjuagado y secado. Las superficies del espécimen que fue tratado, serán examinados visualmente sin magnificación. Los resultados de la comparación visual e color serán reportados.

Las figuras 5-1 a 5-3 corresponden a las figuras 1-3 de ISO 1562 con las dimensiones, como son dadas en las tablas.

DIMENSIONES	VALOR (mm)	TOLERANCIA (mm)
Guía de longitud	15	0.5
Sección cilíndrica	18	0.6
Guía de diámetro	3	0.1
Hombro cónico		
Fin de longitud	6	min
Fin de diámetro	6	nom
Cono	15 grados	-
Longitud total	42	min

Fig. 5.1 Prueba espécimen tensión con hombro cónico terminación cilíndrica.

DIMENSIONES	VALOR (mm)	TOLERANCIA (mm)
Gula de longitud	15	0.5
Sección cilíndrica	18	0.6
Gula de diámetro	3	0.1
Hombro radial		
Fin de longitud	6	min
Fin de diámetro	6	nom
Radio	4	min
Longitud total	42	min

Fig. 5-2 Prueba espécimen tensión con hombro cónico terminación cilíndrica o con terminaciones filiformes.

Nota: En las figuras 5-1 y 5-2, la longitud del fin cilíndrico y presencia o ausencia de filamentos, son dados como una gula.

Fig. 5-3 Prueba diseñada de vaciado de especímenes (este es un diseño sugerido, otros diseños son aceptables).

Fig. 5-4 Prueba crucial de clasificación de fundición termoelectrónica (esto es una sugerencia, otros diseños son aceptables).

Dimensions in millimetres

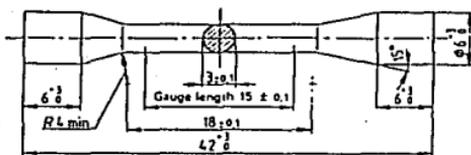


Figure 1 — Test specimen with cylindrical ends

Dimensions in millimetres

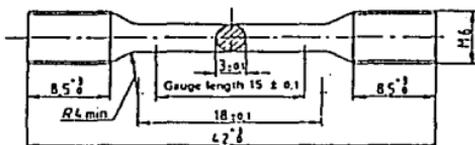
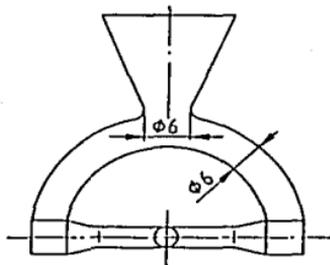


Figure 2 — Test specimen with threaded ends

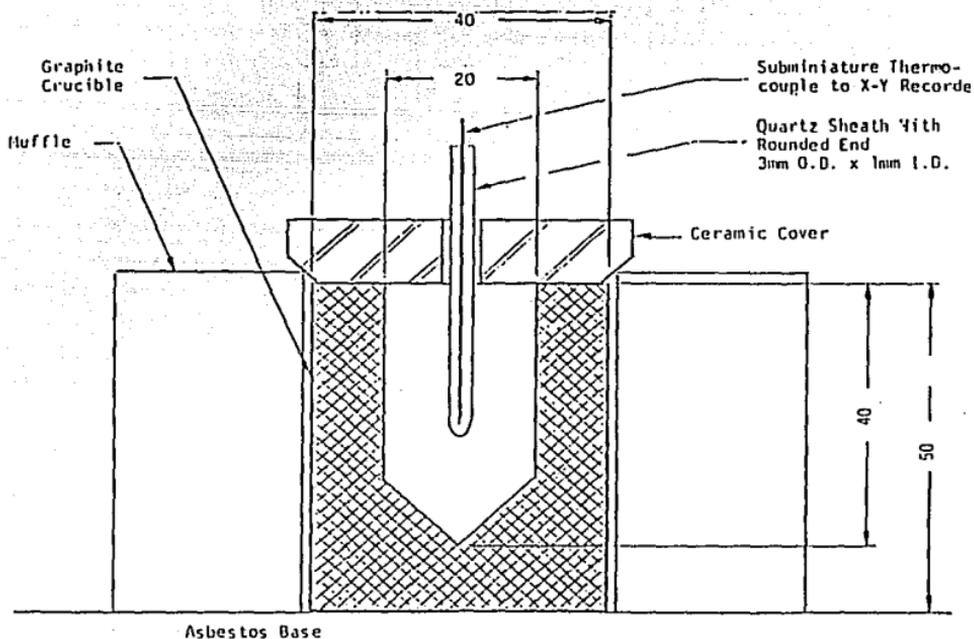
Dimensions in millimetres

Tolerances on all dimensions  $\pm 1$  mm



NOTE — The sprues can have the shape of a bow or a triangle or a "U".

Figure 3 — Test specimen with suggested sprues and sprue button



Dimensions in mm

FIG. 5 - 4 MELTING RANGE CRUCIBLE AND THERMOCOUPLE





RESULTADOS

MARCA	% DE ELONGACION	YIELD STRENGTH Kg/mm	MODULO ELASTICO n/m2	ELONG. EN CEDENCIA %	FUERZA DE RUPTURA kg FZA
ARGENT CAST	6.89	137	1.79	1.07	331
ETALLOY LIGA DORADA	3.18	119	2.63	0.63	299
JENSEN	21.74	139	1.94	0.40	419
PRO-CE-DENT	1.66	52	2.15	0.33	124
ARGENT LIGA DE PLATA	2.33	130	1.99	0.92	240
ETALLOY LIGA DE PLATA	5.40	58	2.16	0.37	226
ZEYCODENT	1.33	57	1.94	0.40	131

## MARGENES DE RESULTADO

Elongación máxima en Al-Cu 21.74%

Elongación mínima en Al-Cu 3.18%

Yield strength máximo en Al-Cu 139

Yield strength mínimo en Al-Cu 119

Modulo de elasticidad máximo en Al-Cu 2.63

Modulo de elasticidad mínimo en Al-Cu 1.79

Elongación en cedencia máxima en Al-Cu 1.07

Elongación en cedencia mínima en Al-Cu 0.40

Fuerza de ruptura máxima en Al-Cu 419

Fuerza de ruptura mínima en Al-Cu 299

Elongación máxima en Ag-Sn 5.40

Elongación mínima en Ag-Sn 1.33

Yield strength máxima en Ag-Sn 130

Yield strength mínima en Ag-Sn 52

Modulo de elasticidad máximo en Ag-Sn 2.16

Modulo de elasticidad mínimo en Ag-Sn 1.94

Elongación en cedencia máxima en Ag-Sn 0.92

Elongación en cedencia mínima en Ag-Sn 0.33

Fuerza de ruptura máxima en Ag-Sn 240

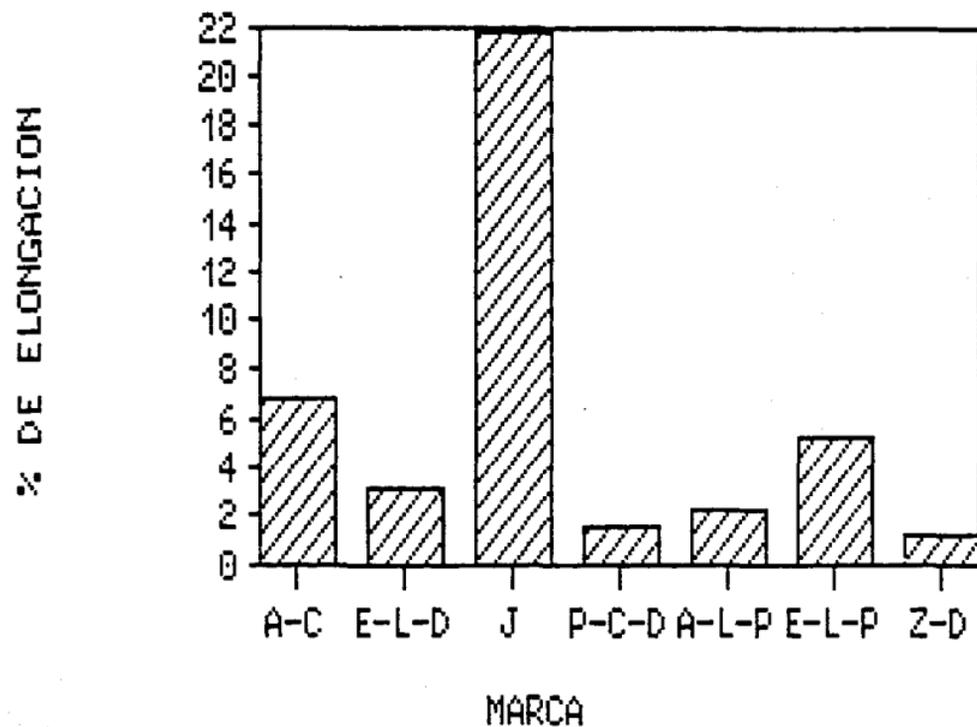
Fuerza de ruptura mínima en Ag-Sn 124

**\_ N O T A \_**

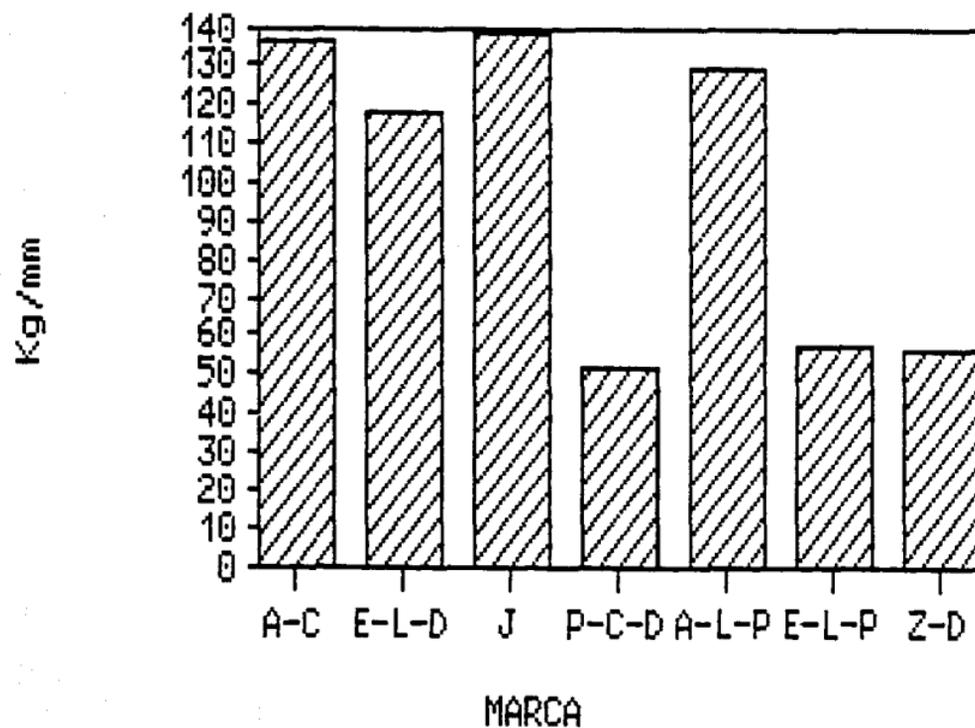
En las Gráficas que a continuación se presentan, el significado de las iniciales asignadas a cada una de las barras es como sigue:

A-C	Argent Cast
E-L-D	Etalloy Liga Dorada
J	Jensen
P-C-D	Pro-Ce-Dent
A-L-P	Aegent Liga de Plata
E-L-P-	Etalloy liga de Plata
Z-D	Zeycodent

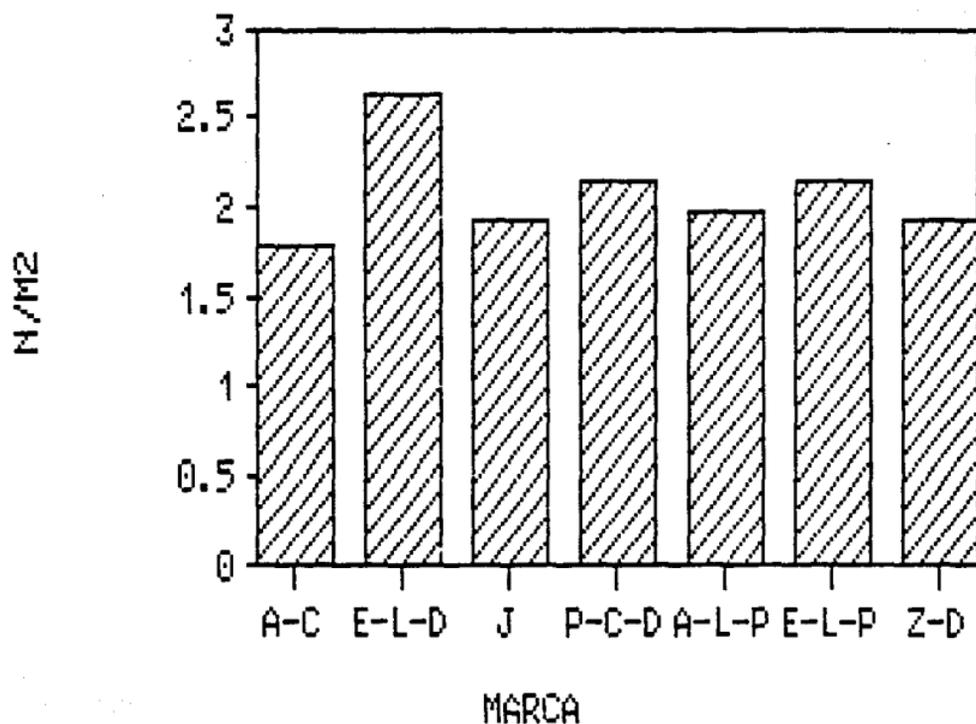
GRAFICA DE ELONGACION



## GRAFICA DE RESISTENCIA A LA FLUENCIA

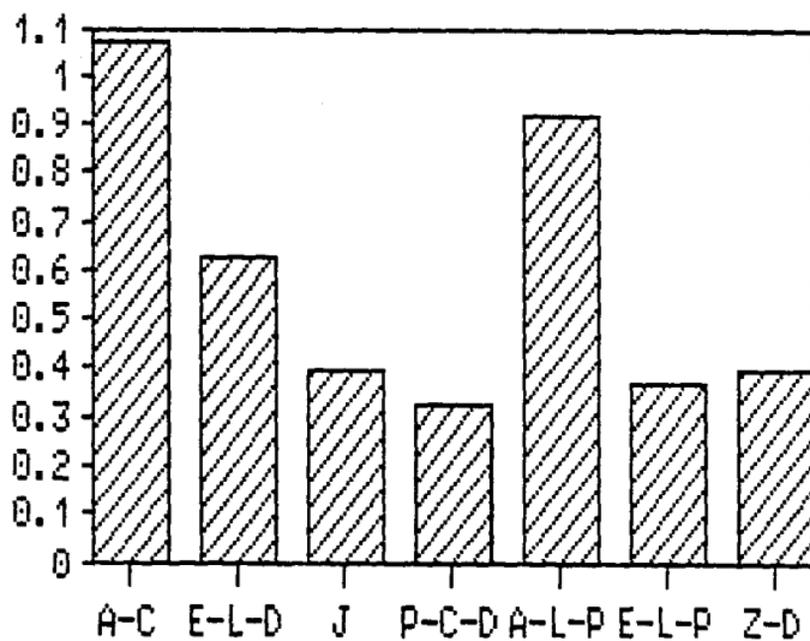


GRAFICA DE M.DE ELASTICIDAD.



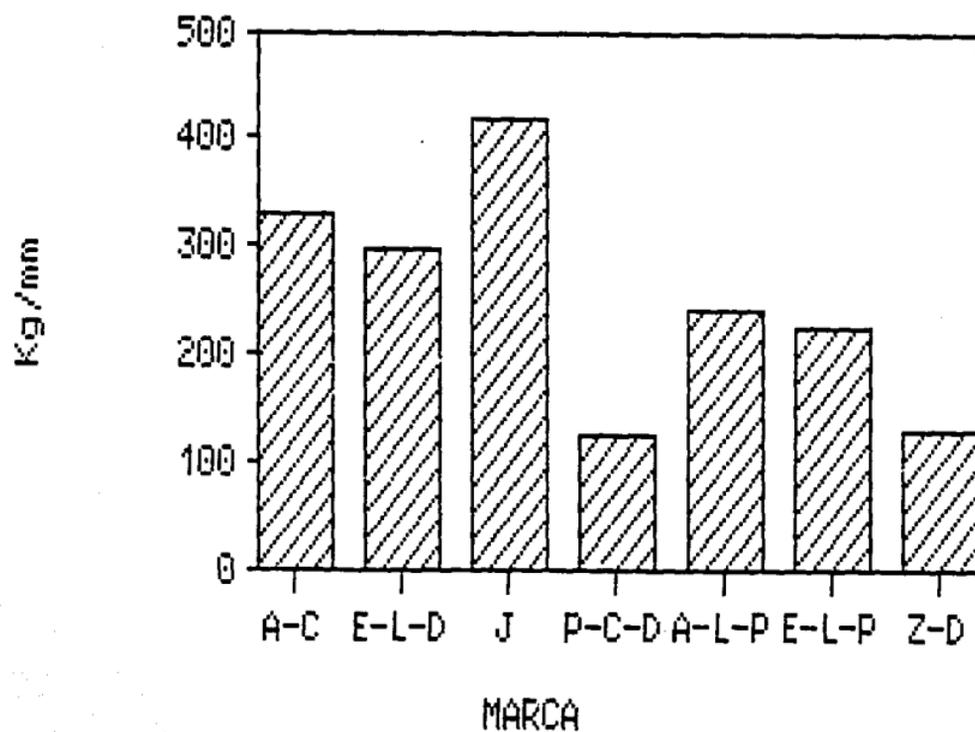
GRAFICA DE ELONGACION EN CEDENCIA

% DE ELONGACION EN CEDENCIA



MARCA

GRAFICA DE FUERZA A LA RUPTURA



## COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Poca información existe referente a aleaciones de plata-estaño.

Existe un uso indiscriminado de aleaciones plata-estaño en el gremio odontológico mexicano.

Deficiente información del fabricante de estas aleaciones en relación a la manipulación e indicaciones de los mismos, orillan al cirujano dentista y al técnico dental al manejo incorrecto de estas aleaciones.

Su baja resistencia a la fluencia nos indica un comportamiento clásico de deformación ante cargas masticatorias bajas, por lo tanto, su uso debe restringirse a zonas libres de fuerzas de oclusión.

El resultado bajo en porcentaje de elongación impide lograr un bruñido de estas aleaciones en sus márgenes delgados (ángulo cabo superficial), por lo que no es recomendable en terminaciones biceladas, pues en esta zona el material será difícil de ajustar (adosar) y la ruptura será inminente.

Su bajo módulo de elasticidad y su pobre resistencia a la fractura, nos alerta para no utilizar este tipo de aleaciones en incrustaciones grandes y menos en prótesis, aún de extensión pequeña, pues la carga que con este tipo de aparatos se soporta, fracturaría sin duda a estas aleaciones.

De las aleaciones a base de cobre-aluminio, las cifras obtenidas en esta investigación, confirman lo ya mencionado por otros autores, donde la resistencia a la fluencia, elongación, módulo de elasticidad y resistencia a la fractura, son hasta cierto punto comparables con las aleaciones tipo II y III de la norma No. 5 de la ADA.

La falla del comportamiento físico-químico (oxidación y corrosión) es lo que hace que este sistema de aleaciones no sea recomendable para su uso en boca.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.-O'BRIEN, William J. Evolution of dental casting  
Valega, T.M. (ed): Alternatives to gold alloys  
in dentistry. D.H.E.W.PUB.No.(NIH) 77-1227,  
1977.
- 2.-BERTOLOTTI, R.L. Selection of alloys for today's  
crown and fixed partial denture restorations.  
J.Am.Den.Assoc.108:959, 1984.
- 3.-Council on Dental Materials and Devices: Status  
report on base metal crown and bridge alloys  
J.Am.Dent.Assoc.89:652, 1974.
- 4.-THOMPSON, David H. Use of high copper casting  
alloys: marginal fit of cast copings. J.Prosthet  
Dent.50(5), 1983.
- 5.-HODGES, Robert J. The corrosion resistance of  
gold and base metal alloys: Alternatives to  
gold alloys in dentistry. Valega, Thomas M.
- 6.-O'BRIEN, William J., y Ryge Gunnar. Materiales  
dentales y su selección. Ed. Médica Panamericana  
152-160, 1980.
- 7.-PHILLIPS, Ralph W. La ciencia de los materiales  
dentales de Skinner. Nueva Editorial Interameri  
cana. 8a. Ed., 1986.
- 8.-QUINTERO, Englembricht M. Aleaciones Dentales  
Protésicas (primera, segunda y tercera parte).  
Práctica Odontológica, 11 (11) 1990.