



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MEXICO

40

2EJ

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

**ANALISIS COMPARATIVO DE LOS FUNDENTES  
QUE SE EMPLEAN EN LOS PROCEDIMIENTOS  
DE SOLDADURA EN PROTESIS FIJA**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**CIRUJANO DENTISTA**

**P R E S E N T A :**

**LILIANA BRAVO ESTUDILLO**

**DIRECTOR: C.D. ALEJANDRO SANTOS ESPINOZA**

**ASESOR: D.C.O. FEDERICO BARCELO SANTANA**



MEXICO, D. F.

1995

**FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

**A mis Padres:**

Por todo el amor, el apoyo y la confianza siempre ofrecidos en todo momento y que gracias a ello, he logrado una de mis más anheladas metas.

**Leonel Bravo Rodriguez.  
Angela Estudillo Carrasco.**

**A mi Hermana:**

Por todo su cariño y porque este logro sea motivo de superación para ella.

**Celia Bravo Estudillo.**

**A ti querido Arturo:**

**Por todo tu amor y confianza.  
Mil gracias por compartir conmigo este trabajo y  
por tu apoyo incondicional siempre recibido.**

**A mi Director de Tesis:**

**Dr. Alejandro Santos Espinoza.**

**Por la dirección y apoyo que me otorgó para poder realizar una meta tan importante.**

**A mi Asesor de Tesis:**

**Dr. Federico Barceló Santana.**

**Gracias por su orientación e instrucción para complementar esta investigación.**

**La presente investigación se realizó en las instalaciones del Departamento de  
Materiales Dentales de la Facultad de Odontología.**

**Asi mismo en el Laboratorio de Prótesis Bucal de la División de Estudios de  
Postgrado de la Facultad de Odontología.**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS FUNDENTES  
QUE SE EMPLEAN EN LOS PROCEDIMIENTOS DE  
SOLDADURA EN PRÓTESIS FIJA.**

## ÍNDICE

	PAG.
1.- ÍNDICE .....	1
2.- RESUMEN .....	3
3.- INTRODUCCIÓN .....	4
4.- FUNDENTES .....	8
5.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
6.- JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	12
7.- HIPÓTESIS .....	13
8.- OBJETIVO GENERAL .....	13
9.- OBJETIVO ESPECÍFICO .....	13
10.- MATERIAL Y EQUIPO .....	14

<b>11.-METODOLOGÍA .....</b>	<b>16</b>
<b>12.- RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
<b>13.- DISCUSIÓN .....</b>	<b>57</b>
<b>14.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>15.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>61</b>

## **RESUMEN**

**En la presente investigación se observaron los índices de resistencia final a la flexión de muestras soldadas con diferentes fundentes.**

**Las muestras presentaron las siguientes condiciones: dimensiones de 25 X 5 X 5 mm cada una, fueron vaciadas y soldadas con aleación base cromo-niquel y aleación para soldar de la misma casa comercial NIC-BOND, se seleccionaron como variables cuatro tipos de fundentes, FUNDENTE NIC-BOND, FUNDENTE NACIONAL, FUNDENTE DENTAURUM Y FUNDENTE BÓRAX, por ser los mas comerciales.**

**Cabe mencionar que se presentó un grupo control, el cual no fue sometido a ningún procedimiento de soldadura; por lo tanto se obtuvieron 25 muestras en total reunidas en cinco grupos de cinco muestras cada uno.**

**Todas las muestras fueron sometidas a 3 puntos de carga flexural en una máquina Instron para determinar su Resistencia Final a la Flexión.**

**La función de los fundentes es controlar la oxidación de los metales durante los procedimientos de soldadura; por lo tanto a partir de este estudio se puede considerar si es necesario que el tipo de fundente sea de la misma casa comercial de la aleación base y de la aleación para soldar, con la finalidad de obtener una mejor unión.**

## **INTRODUCCIÓN**

**El vaciado de metales por medio del procedimiento de la cera perdida, ha sido reconocido en la industria y en las artes desde hace muchos años. No existe ningún registro que indique exactamente donde y cuando fue desarrollado el primer procedimiento de vaciado.**

**En la literatura se dá crédito al Dr. Swasey (1890), quien introdujo una técnica en donde se podía adaptar una lámina de oro a la forma y contorno del diente para rellenarlo. La cera fue utilizada por primera vez para hacer rellenos de oro por Martin en 1891.**

**Pocos años después, el Dr. Phillbrook en 1896, desarrolló un método de fundición a presión para la producción de coronas de oro. Su técnica era esencialmente la misma que se utiliza actualmente, en donde el patrón de cera se diseñaba directamente en la boca, montado en un cuele y revestido en un anillo de metal con yeso Paris. El anillo de metal era colocado en un horno para eliminar la cera, finalmente la aleación era fundida en un crisol y vaciada por medio de aire a presión.**

**Aproximadamente diez años después, el Dr Taggat en 1907 presentó un documento ante la Agrupación Odontológica de Nueva York, en el cual discutió su técnica de fundición y la máquina para lograrlo. Van Horn en 1910, sugirió y promovió la idea de la expansión térmica de los patrones de cera antes de revestirlos.**

**La cristobalita como revestimiento fue desarrollada por Coleman y Weinstein en 1929, Scheu en 1932 dio a conocer la técnica hidrocópica responsable de un excelente**

perfeccionamiento de los vaciados dentales. Maves (1932) y más tarde Lasater (1940), mostraron que todos los patrones de cera se distorciónan cuando se calientan.

En los años 50's, los investigadores estuvieron buscando perfeccionamientos en coronas y puentes, el principal interés fue el de mejorar la estética. El crédito se otorgó principalmente al Dr. Abraham Weinstein, quien fue el primero en producir exitosamente una aleación dental de oro y porcelana compuesta.

Las aleaciones metálicas para cerámica empleadas actualmente en la fabricación de restauraciones de metal-porcelana, han sido clasificadas de manera distinta por diferentes personas. Los primeros sistemas de aleaciones fueron a base de oro, platino y paladio en alto porcentaje, y luego se buscaron alternativas más económicas. (11)

Mientras que la mayoría de las aleaciones de metal base están compuestas de níquel y cromo, aunque existen también las basadas en cobalto y cromo, y es el cobalto el que permite la unión metalo-cerámica por medio del óxido del cromo.

Un gran número de investigaciones indican que las aleaciones de metal base para prótesis fija sometidas a procedimientos de soldadura, pueden presentar variaciones significativas en cuanto a la calidad y resistencia de la unión, debido a una gran cantidad de factores asociados a estas, como la insuficiencia del fundente para disolver óxidos del metal, procedimientos inapropiados de fundición, sobrecalentamiento o poco calentamiento de la unión, distancia de la brecha, composición de la aleación, contaminación de las superficies o la combinación de alguno de estos factores. (2)

K.J. Anusavice et al.<sup>1</sup> (1985) expresó que muy pocos estudios han considerado la resistencia de metales base presoldados, pues a pesar de que las fuerzas tensionales son usadas para evaluar la efectividad de los procedimientos de soldadura, el principal tipo de tensión que experimentan las prótesis es el flexural. En su investigación determinó la efectividad de aleaciones base presoldadas en función del ancho de la brecha y las causas primarias de una baja resistencia en uniones soldadas.

Staffanou<sup>13</sup> et al. determinó la resistencia a la cedencia y la resistencia final a la tensión, al soldar aleaciones de metal base, metal precioso y metal semiprecioso. En este estudio se utilizó una brecha de 0.3mm, y no se encontraron diferencias significativas de resistencia entre las muestras del presoldado y postsoldado; pero sí fue observado un alto número de uniones soldadas defectuosas. Las postsoldaduras exhibieron menos defectos de grosor en comparación con las muestras presoldadas.

Townsend<sup>2</sup> et al. por su parte también experimentó una gran variabilidad en cuanto a la calidad y la resistencia de las aleaciones de metal-base presoldadas.

---

<sup>1</sup> K.J. ANUSAVICE. Flexure test evaluation of presoldered base metal alloys. The Journal of Prosthetic Dentistry. Oct. 1985, Vol. 54, Num. 4.

<sup>13</sup> R.S. STAFFANOU. Strength properties of soldered joints made from various metal combinations. The Journal of Prosthetic Dentistry 1980, Vol. 43, Num. 34.

<sup>2</sup> L.W.A. TOWNSEND. Soldering nonnoble alloys. The Journal of Prosthetic Dentistry. Jul. 1983, Vol. 50, Num. 1.

Monday y Asgar <sup>22</sup> et.al., examinaron la resistencia de uniones pre y postsoldadas en una aleación de oro- paladio, empleando dos técnicas diferentes de soldadura. La soldadura con soplete produjo significativamente uniones más resistentes, comparadas con soldaduras que se realizaron en el horno. Por su parte Stade<sup>16</sup> et.al. y Rasmussen<sup>17</sup> et.al. cada uno, independientemente probaron soldaduras con oro, aleaciones semipreciosas y no nobles; reportaron de una manera similar la última fuerza tensional que iba de 206.9 a 600 MPa para las aleaciones no-nobles y sus soldaduras.

Por otra parte, Wise y Kaiser <sup>23</sup> et.al. describieron una técnica de examinación radiográfica de vaciados con metal no-noble, con el uso de un equipo dental de rayos X estándar. Todos los estudios reportaron defectos descubiertos radiográficamente, pues no eran evidentes bajo una examinación visual.

---

<sup>22</sup> MONDAY J.J.L. AND ASGAR K. Tensile strength comparison of presoldered and postsoldered joint. J Prosthet Dent, 55:23-7, 1986.

<sup>16</sup> STADE E.H., REISBICK M.H. Pre ceramic and post ceramic solder joints. J Prosthet Dent. 34:527, 1975.

<sup>17</sup> RASMUSSEN E.J. And investigation of tensile strength of dental solder joins. J Prosthet Dent 41:418, 1979.

<sup>23</sup> WISE H.B. AND KAISER D.A. A radiographic technique for examination of internal defects in metal frameworks. J Prosthet Dent 42:594, 1979.

## **FUNDENTES PARA SOLDADURAS**

La palabra latina "FLUX" significa fluido. Durante los procesos de soldadura, la oxidación de las superficies metálicas puede impedir la fluencia y humectancia de la aleación para soldar y por lo tanto no se adherirá a sus superficies. (7)

Como es bien sabido las aleaciones para soldar se diseñan para mojar y fluir sobre las superficies metálicas. Por lo tanto las partes por soldar deben estar libres de óxidos y de otras impurezas, pues de lo contrario la soldadura no fluirá ni se adherirá a sus superficies.

El propósito de los fundentes para soldadura es controlar cualquier cobertura de óxido de la superficie del metal básico; el fundente actúa desplazando el oxígeno atmosférico para que no entre en contacto con el metal y originando al mismo tiempo compuestos solubles con los óxidos ya formados. Entonces la aleación para soldar ya fluida puede desplazar al fundente ya fundido y humedecer la superficie metálica no contaminada que hay debajo de él.

Los fundentes son materiales cerámicos que poseen la propiedad de fundirse y fluir sobre las partes por soldar a una temperatura bastante más baja que la aleación para soldar, además son solventes de los óxidos metálicos o agentes reductores, pues mientras se aplica el calor durante el proceso de la soldadura, mantienen limpias las partes a unir.

Es posible dividir a los fundentes en tres grupos según el tipo de actividad:

**1.- PROTECCIÓN.** Este cubre la superficie metálica y evita el acceso de oxígeno de manera que no forme óxidos.

2.- **REDUCCIÓN** . Este tipo reduce cualquier óxido presente para liberar metal y oxígeno.

3.- **SOLVENTE**. Disuelve cualquier óxido y lo elimina.

Cabe mencionar que la mayor parte de los fundentes combinan dos o más de estas actividades.

Existen varias sales de alta fusión y en especial el bórax que de manera individual, se les puede utilizar como fundentes. Sin embargo, como este tipo de sustancias químicas presenta ciertas características fundentes que le son propias, con el objetivo de conseguir un sólo fundente que reúna las mejores cualidades, por lo común se las combina. (18)

Una fórmula de fundente que resulta eficaz es como la que se muestra en el CUADRO No. 1:

<b>BÓRAX ANHIDRO</b>	<b>55 %</b>
<b>ÁCIDO BÓRICO</b>	<b>38 %</b>
<b>SÍLICE</b>	<b>10 %</b>

**CUADRO No. 1**

Entonces todos los componentes se funden juntos y luego se trituran hasta obtener un polvo fino. Según Skinner, como fundente el bórax o piruborato de sodio ( $\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7$ ), es preferible al bórax ordinario o tetraborato de sodio ( $\text{Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ); debido a que cuando es colocado en las superficies de las partes por soldar y al calentarse, el bórax provoca

la evaporación de su agua de cristalización y al aflorar, existe la posibilidad de que queden expuestas parte de las superficies metálicas y que formen porosidades.(18)

El ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) actúa al reducir el punto de fusión del fundente y lo hace fluir uniformemente sobre las superficies de trabajo a una temperatura baja.

El sílice ( $SiO_2$ ) actúa después de la fusión, aumentando la viscosidad o cohesión de la película, favoreciendo la permanencia del fundente sobre el trabajo.

Con respecto a las temperaturas de los fundentes para una actividad óptima, el que está diseñado para profundido no es útil para un postfundido y viceversa.

Los fundentes que se emplean con aleaciones de metal noble se basan en compuestos bóricos o boratos como ácido bórico, anhídrido bórico y bórax.

Es de gran importancia mencionar que en cualquier técnica que se emplee, es de primera importancia reducir al mínimo la cantidad de fundente que se utilice; ya que el exceso permanece atrapado dentro la aleación para soldar produciendo una unión frágil; hay que tomar en cuenta que el fundente residual que se cubre con porcelana produce pigmentación o burbujas en ésta.

Los fundentes empleados en soldaduras de acero inoxidable, esencialmente contienen algunas sustancias adicionadas a los agentes reductores comunes, los cuales disuelven la película pasiva producida por el cromo, en la superficie del metal de acero inoxidable. Por lo

tanto, el fluoruro de potasio es efectivo para este propósito y una composición adecuada es como la que se muestra en el CUADRO No. 2. (18) (4)

<b>FLUORURO DE POTASIO</b>	<b>50 %</b>
<b>ÁCIDO BÓRICO</b>	<b>34 %</b>
<b>BÓRAX</b>	<b>8 %</b>
<b>CARBONATO DE SODIO O SÍLICE</b>	<b>8 %</b>

**CUADRO No. 2**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

**La oxidación de las superficies metálicas que se forman durante el procedimiento de soldadura, pueden dificultar la fluencia y humectación de la aleación para soldar, los fundentes son la mejor opción para controlar esta oxidación fluyendo sobre las superficies a unir.**

**Dado el manejo rutinario de las soldaduras metálicas por parte de los Técnicos Dentales dentro del campo odontológico, se llegan a encontrar resultados deficientes que podrían atribuirse al uso indistinto de los fundentes que se emplean para tales procedimientos.**

## **JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

**Encontramos de gran interés determinar en qué magnitud afecta el uso indistinto de fundentes a uniones sometidas a un procedimiento de soldadura, identificando los rangos de resistencia final a la flexión.**

## **HIPÓTESIS**

- 1.- El uso de un fundente distinto al que sugiere la casa comercial del metal-base y la aleación para soldar, disminuirá la resistencia final a la flexión de la unión.**
- 2.- El uso de un fundente distinto al que sugiere la casa comercial del metal-base y la aleación para soldar, incrementará la resistencia final a la flexión de la unión.**

## **OBJETIVO GENERAL**

**Conocer el comportamiento de los fundentes en los procedimientos de soldadura.**

## **OBJETIVO ESPECÍFICO**

**Identificar la resistencia final a la flexión de los grupos después de haber realizado los procedimientos de soldadura con diferentes fundentes.**

## **MATERIAL Y EQUIPO**

- Aleación base Cr-Ni. NIC-BOND. Manufacturera Dental Continental S.A. de C.V. Gualajara, Jal. México.
- Soldadura para aleación cerámica no preciosa. PRE NIC-BOND. Manufacturera Dental Continental S.A. de C.V. Zapopan, Jal. Mex.
- Fundente NIC-BOND. Manufacturera Dental Continental S.A. de C.V.
- Fundente NACIONAL sin marca comercial.
- Fundente DENTAFLUX UNIVERSAL DENTAURUM. Fed. Rep. Germany.
- Fundente BÓRAX. polvo Balment. MENAMEX; Chalco Edo. de México.
- Resina acrílica DURA LAY. Reliance Dental Mfg. Co., Worth Ill.
- Calibrador Electrónico. ELECTRONIC DIGITAL CALIPER. Max Cal. Fowlet & NSK, Japón.
- Lija de carburo de silicio. FANDELLI A-99/600.
- Cera para cueles. KERR BRAND. Wax Stick; Emerville, Cal.
- Agente reductor de la tensión superficial. DEBUBBLIZER. Kerr Manufacturing Company, USA.
- Papel de asbesto. KAOLINER. Casting Ring Lainer, Dentriply International Inc. N York, USA. PA 17405-0872
- Cubiletes #4211. WHIP MIX Corp, Crucible former for 5 cm diam.
- Peanas #4179. WHIP MIX Corp, Crucible former for 5 cm diam.
- Soplete #9 para gas-oxígeno. SS WHITE; Richmond, Cal. USA.
- Centrífuga. CENTRÍFICO. Casting Machine, Romulus, Michigan USA. Serie 120271.
- Tanque de oxígeno. AGA S.A., de México.
- Váscula Triple. BEAN BALANCE. Manufactured by Ohanus, USA.

- Inuestimento ligado por fosfato. HIGH TEMP Whip Mix Corp Louisville, Ky.
- Discos de carburo CUT OFF WHEELS. Dentaaurum International Inc. Nueva York, USA.
- Mezcladora de revestimiento al vacio. VACUUM MIXING AND INVESTING. Whip Mix Corp. Louisville, Ky.
- Vibrador. BUFFALO. Motor No.1.
- Horno para desencerar. CAISA. Constructora de Aparatos Industriales S.A., Modelo 301M.
- Arenador. PERLSTRAHL 2, Degussa.
- Motor de Banco de baja velocidad. EMESCO LATHE DENTAL. Modelo 41, No.60119 A61. Nueva York, USA.
- Máquina de vapor a presión. AQUA CLEAN 3, Degussa.
- Vibrograbador. ELECTRIC ENGRAVER DREMEL. Wisconsin, USA.
- Yeso de alta precisión. YEMEX. Productos Nival S.A. San Luis Potosi, S.L.P., México.
- Calibrador de bujias. SLOAN de México.S.A.
- Piedras MIZZY. Heatless USA.
- Máquina INSTRON. Universal Testing Instrument; Canton Mass. Modelo 1137, Serie 9019.
- Máquina KARL FRANK GMBH. Germany, Tipo 425.
- Microscopio Bifocal, CARL ZEISS. Germany. 2X.

## METODOLOGÍA

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Prótesis Bucal de la División de Estudios de Postgrado de la Facultad de Odontología y del Departamento de Materiales Dentales de la Facultad de Odontología.

De la revisión bibliográfica recopilada, se consideró como principal fuente de apoyo el trabajo sobre **EVALUACIÓN DE LA FLEXIÓN DE ALEACIONES DE METAL BASE PRESOLDADAS**, de K. J. Anusavice y col. en 1985.

Para esta investigación se utilizó un sólo tipo de aleación base cromo-níquel para el vaciado de las muestras<sup>A</sup>, al igual que un solo tipo de soldadura<sup>B</sup> perteneciente a la misma casa comercial NIC-BOND; al mismo tiempo se seleccionaron como variantes cuatro tipo de fundentes: NIC-BOND<sup>C</sup>, FLUX NACIONAL, DENTAURUM<sup>D</sup> y BÓRAX<sup>E</sup>.

---

**A** NIC-BOND. Manufacturera Dental Continental S.A. de C.V., Guadalajara, Jal. Méx. Lote 020894.

**B** PAB NIC-BOND. Soldadura para aleación cerámica no preciosa; Manufacturera Dental Continental S.A. de C.V. Zapopan, Jal. Méx. Lote 010894.

**C** FUNDENTE NIC-BOND. Manufacturera Dental Continental S.A. de C.V.

**D** DENTAPLUX UNIVERSAL, Fed. Rep. Germany Lote 1094.

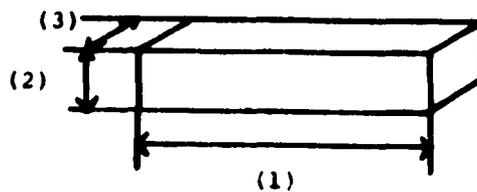
**E** BÓRAX. Polvo Balment. MENAMEX; Chalco Edo. de México.

## 1.- PREPARACIÓN DE LAS BARRAS.

Fué necesario un conformador de acero que facilitó la elaboración de 25 barras rectangulares en resina acrílica<sup>F</sup>, para las cuales se siguieron las instrucciones del fabricante. Las dimensiones de las barras fueron 25 mm de longitud, 5 mm de altura y 5 mm de ancho. Ver Figura No. 1.

**FIG. No. 1. ESPECIFICACIONES DE LAS BARRAS**

- (1).- Longitud= 25 mm
- (2).- Altura= 5 mm
- (3).- Ancho= 5 mm



<sup>F</sup> DURA LAY. Reliance Dental Mfg. Co., North Ill. Lote 031094.

Las medidas de las barras fueron verificadas con un Vernier<sup>G</sup> y ajustadas con lija fina (grano 600)<sup>H</sup> a las dimensiones acordadas, dentro de un rango de error de 4.95 a 5.15 mm.

A cada barra le fue colocada un cuele de 25mm de diámetro y 7mm de longitud en forma de Y, fijando con una gota de cera azul para modelar cada uno de los extremos superiores del cuele a la muestra, y el extremo inferior a la peana. Cada barra fue rociada con desburbujador<sup>I</sup> mientras que la parte interna de los cubiletes fueron forradas con una capa de papel asbesto<sup>J</sup>. Los cubiletes fueron fijados a las peanas con cera rosa y se revistieron con un investimento ligado por fosfato<sup>K</sup>, siguiendo las instrucciones del fabricante.

## **2.- PREPARACIÓN DEL INVESTIMENTO.**

El revestido se hizo a maquina con el VAC-U-VESTOR<sup>L</sup>. La duración del espatulado en la máquina fue de 15 segundos y después de terminado todo el procedimiento en la máquina, se vació el contenido al cubilete con la ayuda de un vibrador<sup>M</sup> para asentar el revestimiento y se dejó fraguando durante 60 minutos.

---

<sup>G</sup> ELECTRONIC DIGITAL CALIPER. Max Cal. Fowler & NSK, serie 255827, Japón.

<sup>H</sup> LIJA DE CARBURO DE SILICIO. Pandelli A-99/600.

<sup>I</sup> DEBUBBLIZER, Kerr Manufacturing Company, USA. Lote 21349.

<sup>J</sup> KAOLINER. Casting Ring Liner; Dentisply International Inc. N York USA. PA. 17405-0872.

<sup>K</sup> HIGH TEMP. Whip Mix Corp Louisville, Ky. Lote 10275.

<sup>L</sup> VACUUM MIXING AND INVESTING. Whip Mix Corp. Louisville, Ky.

<sup>M</sup> VIBRADOR. Buffalo Motor No.1; Serie 60357.

### **3.- DESENCERADO Y VACIADO.**

Después de retirar cada una de las peanas, los cubiletes se colocaron en el interior de un horno de desencerado<sup>N</sup>, el cual se programó para un ciclo de desencerado durante 60 minutos, aumentando gradualmente la temperatura 8°C cada minuto hasta alcanzar los 400°C y a 830° C durante 1 hora 30 minutos para vaciar.

Se realizaron los vaciados utilizando un crisol de barro y gas oxígeno; el crisol fue previamente calentado con el soplete y posteriormente el metal, hasta que éste adquirió un color anaranjado en el crisol; se retiró el cubilete del horno para colocarlo en la cuna de la centrifuga. Cuando el metal adquirió un color plateado muy brillante se disparó la centrifuga.

Terminados los colados se dejaron enfriar los cubiletes a temperatura ambiente y una vez fría se retiraron las muestras ya coladas, para proceder a limpiarlas con arena abrasiva en un arenador<sup>O</sup>. Se cortaron los cueles con discos Cut off de 1 mm de espesor, con un motor a baja velocidad.<sup>P</sup>

Una vez recortadas todas las muestras, se limpiaron con vapor a presión<sup>Q</sup> y se arenaron por segunda vez. Se grabó en cada extremo de las muestras un número de identificación con la ayuda de un vibrograbador eléctrico.<sup>R</sup>

---

<sup>N</sup> HORNO CAISA. Constructora de Aparatos Industriales S.A. Modelo 301M.

<sup>O</sup> ARENADOR. Perlatrahl 2, DEGUSSA No.1895.

<sup>P</sup> MOTOR DE BANCO BAJA VELOCIDAD; Enesco Lathe Dental, Modelo 41 N York, USA.

<sup>Q</sup> AQUA CLEAN 3. Degussa

<sup>R</sup> VIBROGRABADOR. Electric Engraver Dremel; Wisconsin, USA.

#### **4.- PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS.**

Se destinaron 5 muestras para un grupo control, el cual no se sometió a ningún procedimiento de soldadura, mientras que para las 20 muestras restantes se confeccionaron unas plantillas para soldadura con revestimiento High Temp. Las muestras fueron seccionadas por la mitad con discos de carburo a baja velocidad; dejando un espacio entre los segmentos seccionados de 0.5 mm, el cual se verificó con un calibrador para bujías<sup>S</sup>; la brecha se rellenó con cera azul y cera pegajosa. Los segmentos quedaron unidos y preparados para el procedimiento de soldadura.

Todas las muestras fueron montadas en sus respectivas plantillas para soldar y estabilizadas con una pequeña cantidad de yeso de alta precisión tipo alfa<sup>T</sup>, dejando expuesta la zona en donde se realizaría el procedimiento de soldadura. Es importante mencionar que las guías para soldar se recortaron de tal manera que permitieran un fluido libre de la soldadura así como un calentamiento uniforme de los segmentos a unir.

#### **5.- PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA.**

Un técnico experimentado en soldaduras con aleaciones de metal-base, a quien no se le informó sobre la finalidad del estudio para no provocar preferencias en los grupos experimentales, realizó los procedimientos para soldar. Cabe aclarar que las muestras fueron acomodadas al azar en grupos de cinco obteniendo así cuatro grupos en total. considerando al grupo "A" como el grupo comparativo pues la aleación metálica para las muestras, la aleación para soldar y el fundente, fueron de la misma marca comercial; mientras que los tres grupos restantes "B", "C" y "D" fueron las variantes, pues cambió el tipo de fundente empleado

---

<sup>S</sup> CALIBRADOR DE BUJÍAS. Sloan de México.

<sup>T</sup> YEMEX. Productos Nival S.A. San Luis Potosí, S.L.P., México.

para cada procedimiento de soldadura; es decir, que la aleación para las muestras y la soldadura fueron las mismas que las de el grupo comparativo. Entonces, cada grupo fue soldado en el siguiente orden: FUNDENTE NIC-BOND, FUNDENTE NACIONAL, FUNDENTE DENTAURUM Y FUNDENTE BÓRAX.

Para comenzar el técnico calentó con el soplete de boquilla fina # 4 para gas-oxígeno la plantilla de revestimiento y posteriormente se enfocó a los segmentos de metal hasta ponerlos candentes al rojo vivo. (12)

Los grupos quedaron organizados tal y como se muestra en el CUADRO No. 3

<b>GRUPO</b>	<b>METAL</b>	<b>SOLDADURA</b>	<b>FUNDENTE</b>
<b>GRUPO A</b>	<b>NIC-BOND</b>	<b>NIC-BOND</b>	<b>NIC-BOND</b>
<b>GRUPO B</b>	<b>NIC-BOND</b>	<b>NIC-BOND</b>	<b>FLUX NACIONAL</b>
<b>GRUPO C</b>	<b>NIC-BOND</b>	<b>NIC-BOND</b>	<b>DENTAURUM</b>
<b>GRUPO D</b>	<b>NIC-BOND</b>	<b>NIC-BOND</b>	<b>BÓRAX</b>
<b>GRUPO CONTROL</b>	<b>NIC-BOND</b>	<b>SIN SOLDAR</b>	<b>SIN FUNDENTE</b>

**CUADRO No. 3**

Tomando con la barra de soldadura el fundente, la acercó a la brecha fundiendola con la flama azul del soplete hasta hacerla correr por el espacio entre los segmentos. Se dejaron enfriar a temperatura ambiente.

Más tarde se rebajaron los excedentes de la soldadura con piedras montadas<sup>U</sup> en un motor de banco a baja velocidad.

#### **6.- APLICACIÓN DE LA CARGA.**

Las muestras fueron sometidas a tres puntos de carga flexural en una máquina de pruebas Instron<sup>V</sup>. Ver Figura No. 2.

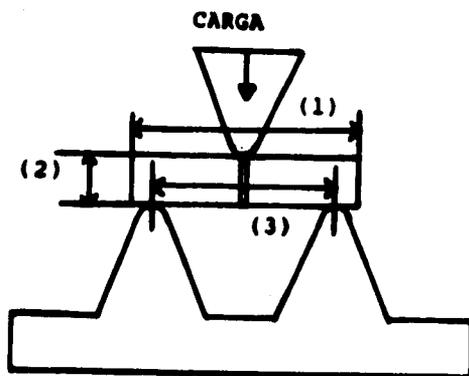
---

<sup>U</sup> MISSY. Heatless USA.

<sup>V</sup> INSTRON. Universal Testing Instrument. Canton Mass. Model 1137. Serie No. 9019.

**FIG. No. 2. MONTAJE PARA LAS PRUEBAS DE FLEXIÓN**

- (1).- Longitud de la muestra= 25 mm.
- (2).- Alto y ancho de la muestra= 5 mm.
- (3).- Distancia entre los soportes= 20 mm.



Antes de iniciar las pruebas la máquina Instron se programó a una velocidad de carga de .22 mm/min (Crosshead speed) y a una velocidad de papel de 20 X 0.1; para la muestra No.1 se empleó una celda de carga de 250 kg, pero al ser sometida a la prueba, ésta rebasó la carga llegando a más de 300 kg por lo que se decidió cambiar la celda a una mayor de 500 kg. Los resultados de las muestras del grupo control fueron registrados por la máquina Frank<sup>W</sup> empleando una celda de carga de 1000 kg.

Para realizar los cálculos de carga, cada milímetro trazado en el papel de la máquina Instron tuvo un valor de 1 kg para la celda de carga de 250 kg y de 2 kg para la de 500 kg.

La resistencia final a la flexión de las muestras, fue calculada utilizando la siguiente ecuación:

#### ÍNDICE DE RESISTENCIA FINAL A LA FLEXIÓN

$$S = \frac{1.5 F l}{w t^2}$$

En donde

F = Carga

l = Longitud entre los soportes

w = Ancho de la muestra

t = Profundidad de la muestra

---

<sup>W</sup> MÁQUINA KARL FRANK GMBH. Alemania; Tipo 425.

Para obtener el porcentaje de humectación de la aleación para soldar sobre la superficie metálica, se ocupó una plantilla milimetrada que fue colocada sobre las imágenes fotográficas, correspondiendo cada  $1\text{mm}^2$  al 1% de humectación

Las imágenes fotográficas se lograron captar con el lente de una cámara Cannon AE-1 con un tubo de extensión del #20 y un macro 50F a su máxima potencia.

Para realizar las observaciones y análisis de todos los especímenes se empleó un microscopio bifocal<sup>x</sup>.

---

<sup>x</sup> MICROSCOPIO BIFOCAL, CARL ZEISS, Germany 2X

## **RESULTADOS**

La resistencia final a la flexión de las muestras, se comparan en las TABLAS No. 5 a la No. 10, así mismo se representan gráficamente los resultados en las GRÁFICAS No. 1 a la No. 7.

El GRUPO I de FUNDENTE NIC-BOND (ver TABLA COMPARATIVA No. 10) presentó un promedio de 44.136 kg/mm<sup>2</sup> (432.91 Mpa) y variaciones entre los resultados que van de 15.60 kg/mm<sup>2</sup> (153.03 Mpa) obtenido por la muestra No. 2 hasta 75.36 kg/mm<sup>2</sup> (739.28 Mpa) de la muestra No. 1 (ver TABLA No. 5 y GRÁFICA No.1). Esta amplia variabilidad es representada en la GRÁFICA No. 7, en donde la desviación estándar asciende a 24.84 kg/mm<sup>2</sup> (243.68 Mpa). El promedio de humectación de este grupo fue del 56%.

El GRUPO II de FUNDENTE NACIONAL (ver TABLA COMPARATIVA No.10) obtuvo un promedio de 65.808 kg/mm<sup>2</sup> (645.49 Mpa); la similitud entre los resultados de este grupo oscila entre 70 y 80 kg/mm<sup>2</sup> (686.7-784.8 Mpa), excepto la muestra No. 7 que presentó una resistencia deficiente de 23.04 kg/mm<sup>2</sup> (226.02 Mpa). Ver TABLA No.6 y GRÁFICA No.2. Por lo consiguiente tuvo una desviación estándar de 23.36 kg/mm<sup>2</sup> (238.97 Mpa). El promedio de humectación de este grupo fue de 66.8%.

El GRUPO III de FUNDENTE DENTAURUM registró un promedio de 96.192 kg/mm<sup>2</sup> (934.62 Mpa), y una similitud satisfactoria entre los resultados que van de 93 a 104 kg/mm<sup>2</sup> (912.33-1020.24 Mpa), excepto la muestra No. 13 que presentó un promedio de 79.2 kg/mm<sup>2</sup> (776.95 Mpa); sin embargo, la desviación estándar (ver GRÁFICA No.7) es reducida con 10.64 kg/mm<sup>2</sup> (104.37 Mpa) de diferencia. El promedio de humectación de este grupo fue de 87.6%.

El GRUPO IV de FUNDENTE BÓRAX presentó como promedio 60.432 kg/mm<sup>2</sup> (592.81 Mpa), así como una mínima variación entre los resultados de las muestras, los cuales pueden ser comparados en la TABLA No. 8 y en la GRÁFICA No. 5. Por lo tanto, la desviación estándar también se reduce a 12.99 kg/mm<sup>2</sup> (127.43 Mpa). El promedio de humectación de este grupo fue de 85.4%.

El GRUPO CONTROL alcanzó un promedio de 153.9 kg/mm<sup>2</sup> (1509.75 Mpa). Los resultados registrados oscilan entre 145 y 160 kg/mm<sup>2</sup> (1422.45-1569.6 Mpa), excepto la muestra No. 24 que no se fracturó durante la prueba porque tuvo un comportamiento de escurrimiento, por lo que alcanzó una resistencia muy alta de 194.4 kg/mm<sup>2</sup> (1907.06 Mpa), valor que no fue tomado en cuenta para promediar. La desviación estándar de este grupo fue de 6.45 kg/mm<sup>2</sup> (63.27 Mpa). Ver GRÁFICA No. 7.

Los resultados de la capacidad de humectación de la aleación para soldar sobre la superficie metálica controlada por los fundentes, son comparados en las TABLAS No. 1, 2, 3 y 4.

**TABLA No. 6.- FURDENTE NIC-BOND**

<b>ÍNDICE DE RESISTENCIA FINAL A LA FLEXIÓN DEL GRUPO I</b>						
<b>MUESTRA</b>	<b>CARGA (Kg)</b>	<b>LONGITUD ENTRE SOPORTES (mm)</b>	<b>ANCHURA (mm)</b>	<b>PROFUNDIDAD (mm)</b>	<b>ÍNDICE DE RESIST. FINAL A LA TENSIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>ÍNDICE DE RESIST. FINAL A LA TENSIÓN (Mpa)</b>
1	314	20	5	5	75.36	739.28
2	65	20	5	5	15.60	153.03
3	266	20	5	5	63.84	626.27
4	118	20	5	5	28.44	278.99
5	156	20	5	5	37.44	367.28

$$\text{Índice de resistencia flexural} = \frac{1.5 F l}{w t^2}$$

En donde F= Carga      l= Longitud entre soportes  
 w= Ancho                    t= Profundidad

**TABLA No. 6.- FUNDENTE NACIONAL**

<b>ÍNDICE DE RESISTENCIA FINAL A LA FLEXIÓN DEL GRUPO II</b>						
<b>MUESTRA</b>	<b>CARGA (Kg)</b>	<b>LONGITUD ENTRE SOPORTES (mm)</b>	<b>ANCHURA (mm)</b>	<b>PROFUNDIDAD (mm)</b>	<b>ÍNDICE DE RESIST. FINAL A LA TENSIÓN (Kg/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>ÍNDICE DE RESIST. FINAL A LA TENSIÓN (Mpa)</b>
6	298	20	5	5	71.52	701.61
7	96	20	5	5	23.04	226.02
8	302	20	5	5	72.48	711.02
9	330	20	5	5	79.20	776.95
10	345	20	5	5	82.8	812.26

$$\text{Índice de resistencia flexural} = \frac{1.5 F l}{wt^2}$$

En donde F= Carga      l= Longitud entre soportes  
 w= Ancho                  t= Profundidad

**TABLA No. 7.- FUNDENTE DENTAURUM**

<b>ÍNDICE DE RESISTENCIA FINAL A LA FLEXIÓN DEL GRUPO III</b>						
<b>MUESTRA</b>	<b>CARGA (Kg)</b>	<b>LONGITUD ENTRE SOPORTES (mm)</b>	<b>ANCHURA (mm)</b>	<b>PROFUNDIDAD (mm)</b>	<b>ÍNDICE DE RESIST. FINAL A LA TENSIÓN (Kg/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>ÍNDICE DE RESIST. FINAL A LA TENSIÓN (MPa)</b>
11	436	20	5	5	104.64	1026.51
12	388	20	5	5	93.12	913.50
13	330	20	5	5	79.2	776.95
14	413	20	5	5	99.12	972.36
15	437	20	5	5	104.88	1028.87

$$\text{Índice de resistencia flexural} = \frac{1.5 F l}{wt^2}$$

En donde F= Carga  
w= Ancho

l= Longitud entre soportes  
t= Profundidad

**TABLA No. 8.- FUNDENTE BÓRAX**

<b>ÍNDICE DE RESISTENCIA FINAL A LA FLEXIÓN DEL GRUPO IV</b>						
<b>MUESTRA</b>	<b>CARGA (Kg)</b>	<b>LONGITUD ENTRE SOPORTES (mm)</b>	<b>ANCHURA (mm)</b>	<b>PROFUNDIDAD (mm)</b>	<b>ÍNDICE DE RESIST. FINAL A LA TENSION (Kg/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>ÍNDICE DE RESIST. FINAL A LA TENSION (Mpa)</b>
16	230	20	5	5		
17	341	20	5	5	55.2	541.51
18	256	20	5	5	81.84	802.85
19	235	20	5	5	61.44	602.72
20	197	20	5	5	56.4	553.28
					47.28	463.81

$$\text{Índice de resistencia flexural} = \frac{1.5 F l}{wt^2}$$

En donde F= Carga      l= Longitud entre soportes  
 w= Ancho                  t= Profundidad

**TABLA No. 9.- GRUPO CONTROL SIN SOLDAR**

<b>ÍNDICE DE RESISTENCIA FINAL A LA FLEXIÓN DEL GRUPO V</b>						
<b>MUESTRA</b>	<b>CARGA (Kg)</b>	<b>LONGITUD ENTRE SOPORTES (mm)</b>	<b>ANCHURA (mm)</b>	<b>PROFUNDIDAD (mm)</b>	<b>ÍNDICE DE RESIST. FINAL A LA TENSIÓN (Kg/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>ÍNDICE DE RESIST. FINAL A LA TENSIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
21	645	20	5	5	154.8	1518.58
22	670	20	5	5	160.8	1577.44
23	605	20	5	5	145.2	1424.41
*24	810	20	5	5	194.4	1907.06
25	645	20	5	5	154.8	1518.58

\*La muestra 24 al ser sometida a la carga flexural presentó un comportamiento de escurrimiento, así que no hubo fractura de la muestra, por tal motivo el Índice de Resistencia Final a la Flexión fue muy elevado.

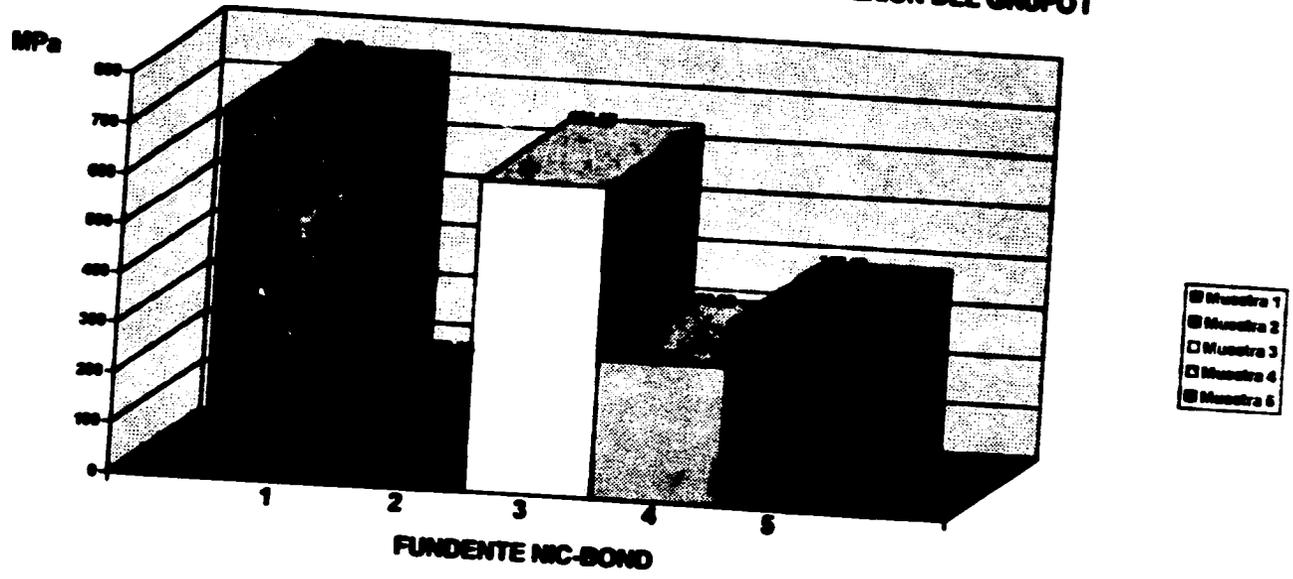
$$\text{Índice de resistencia flexural} = \frac{1.5 F l}{wt^2}$$

En donde F= Carga      l= Longitud entre soportes  
 w= Ancho                t= Profundidad

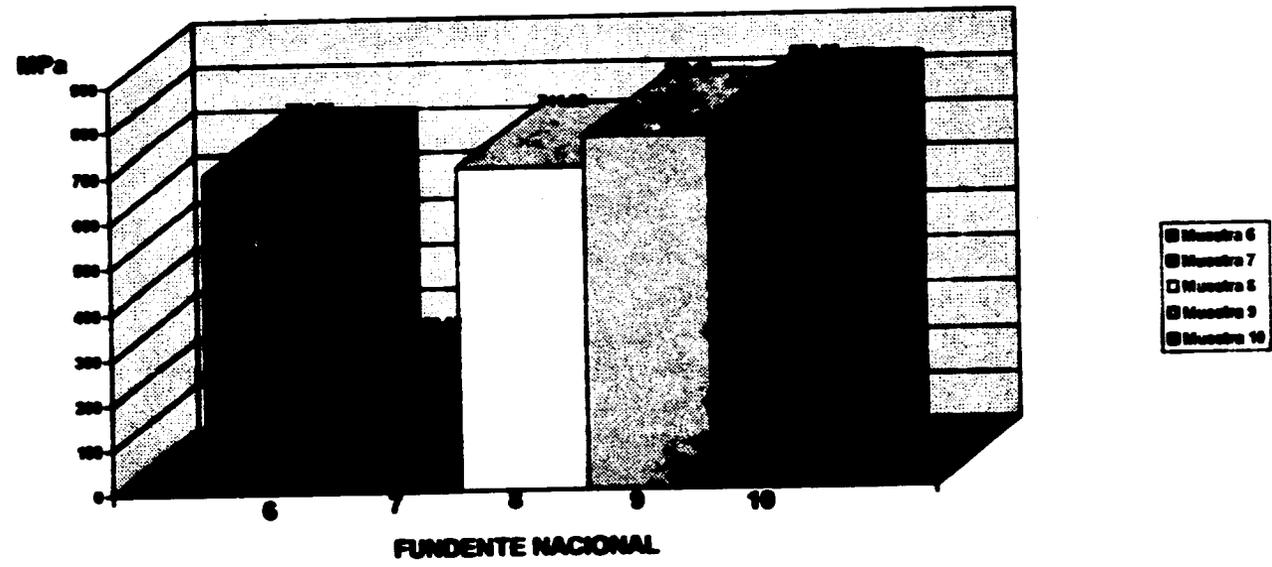
**TABLA No. 10. RESULTADOS PROMEDIO DE LOS GRUPOS A ESTUDIO**

<b>ÍNDICE DE RESISTENCIA FINAL A LA FLEXIÓN</b>		
<b>GRUPO</b>	<b>RESULTADOS (PROMEDIO)</b>	
	<b>kg/mm<sup>2</sup></b>	<b>MPa</b>
<b>I.- FUNDENTE NIC-BOND</b>	<b>44.136</b>	<b>432.91</b>
<b>II.- FUNDENTE NACIONAL</b>	<b>65.808</b>	<b>645.49</b>
<b>III.- FUNDENTE DENTAURUM</b>	<b>96.192</b>	<b>934.62</b>
<b>IV.- FUNDENTE BÓRAX</b>	<b>60.432</b>	<b>592.81</b>
<b>V.- CONTROL SIN SOLDAR</b>	<b>153.9</b>	<b>1509.75</b>

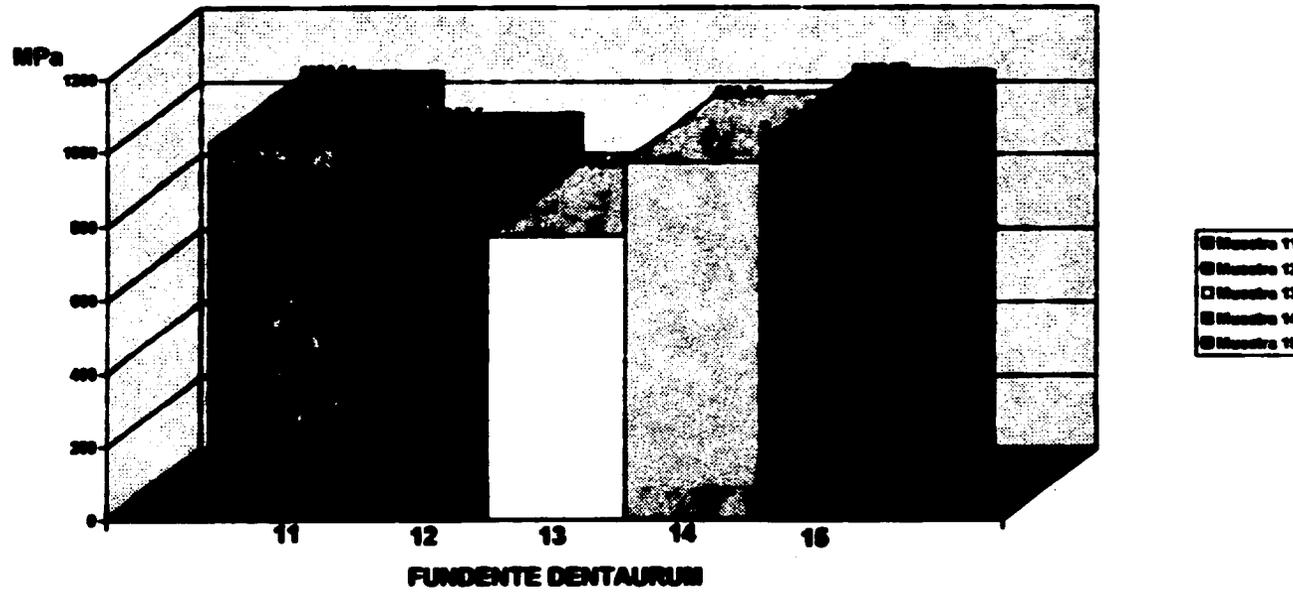
GRÁFICA No. 1.- ÍNDICE DE RESISTENCIA FINAL A LA FLEXIÓN DEL GRUPO I



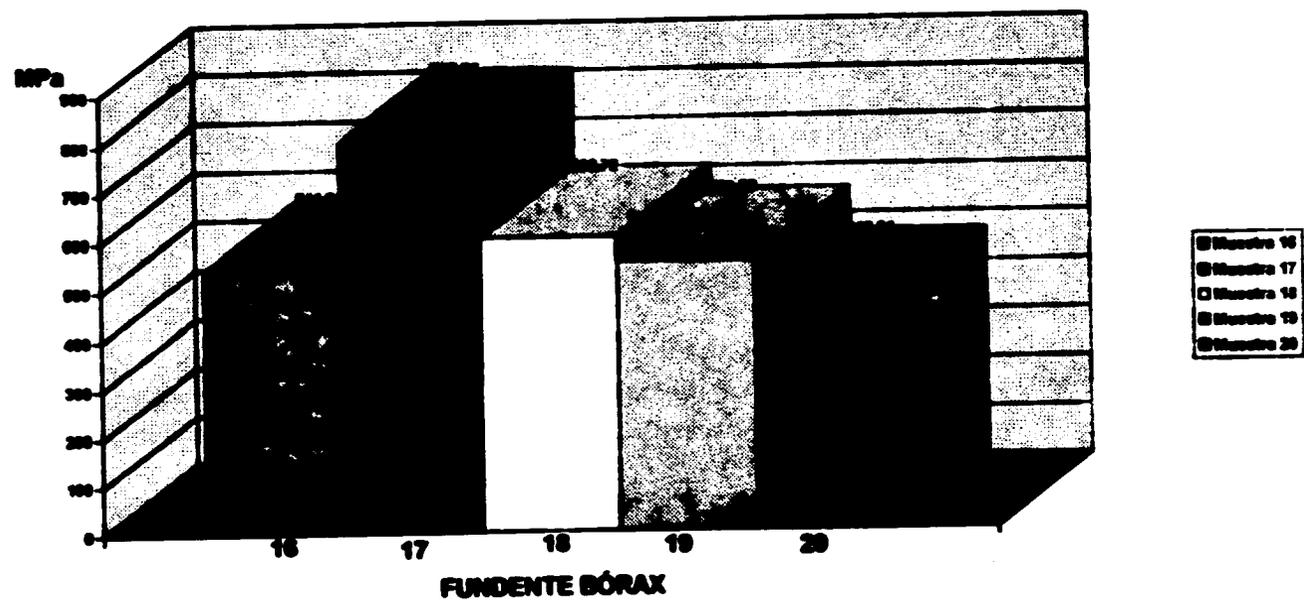
**GRÁFICA No. 2.- ÍNDICE DE RESISTENCIA FINAL A LA FLEXIÓN DEL GRUPO II**



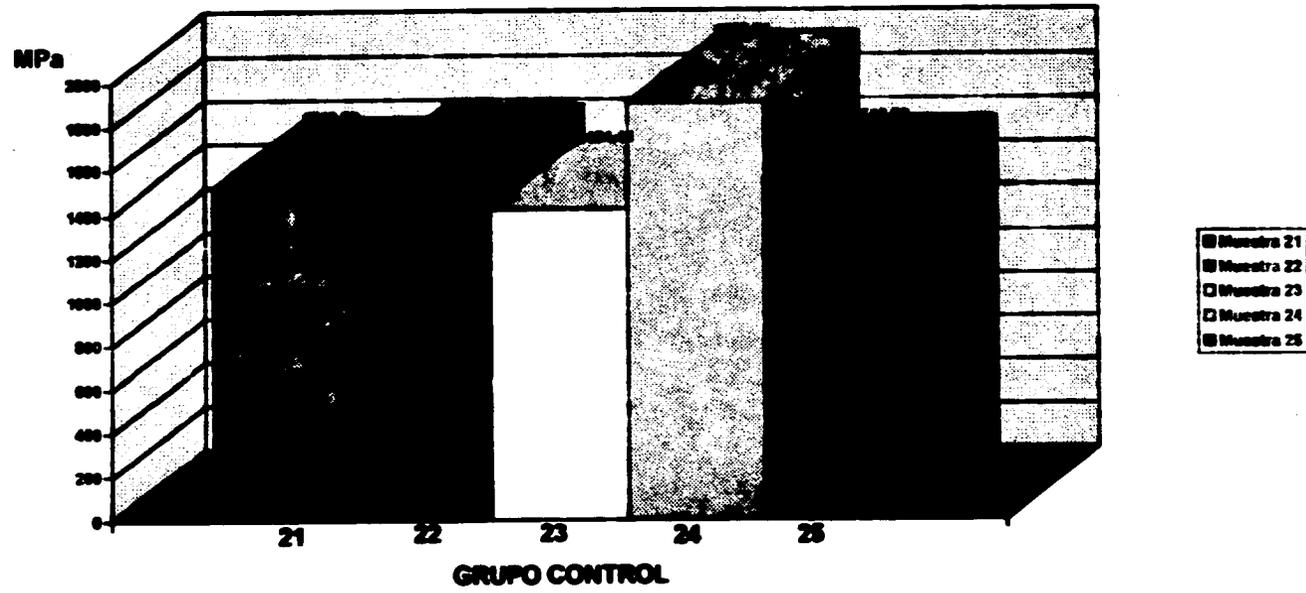
**GRÁFICA No. 3.- ÍNDICE DE RESISTENCIA FINAL A LA FLEXIÓN DEL GRUPO III**



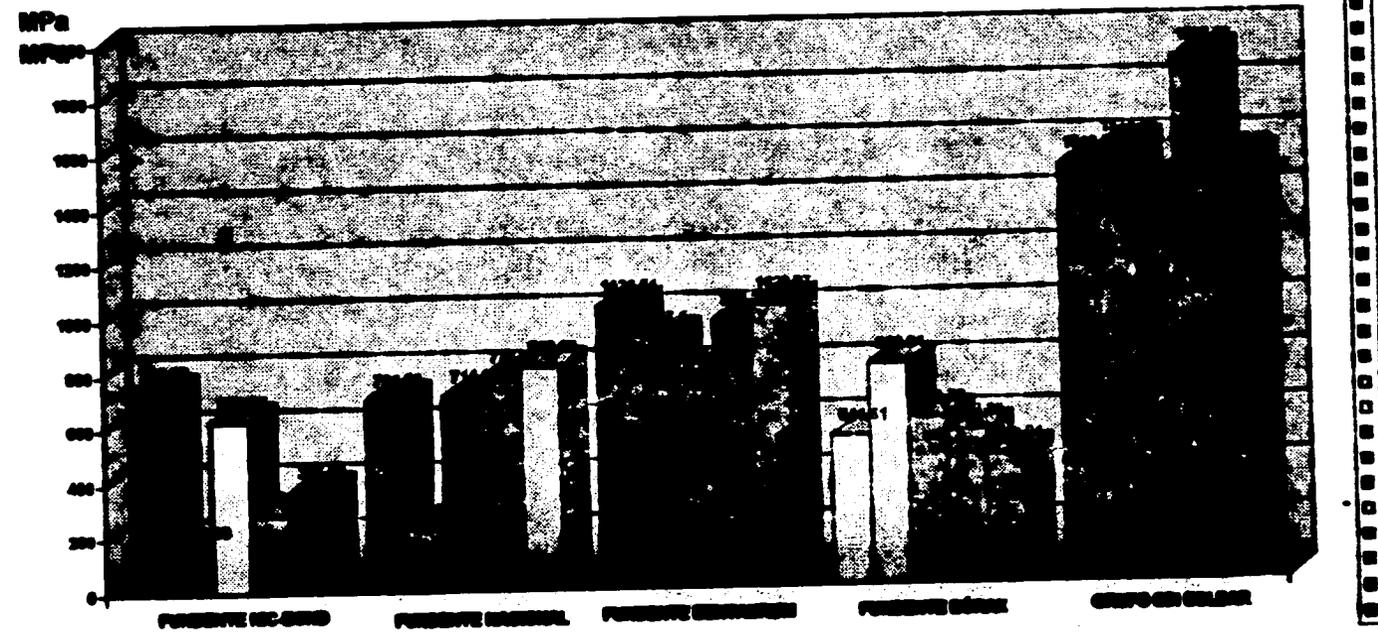
**GRÁFICA No. 4.- ÍNDICE DE RESISTENCIA FINAL A LA FLECCIÓN DEL GRUPO IV**

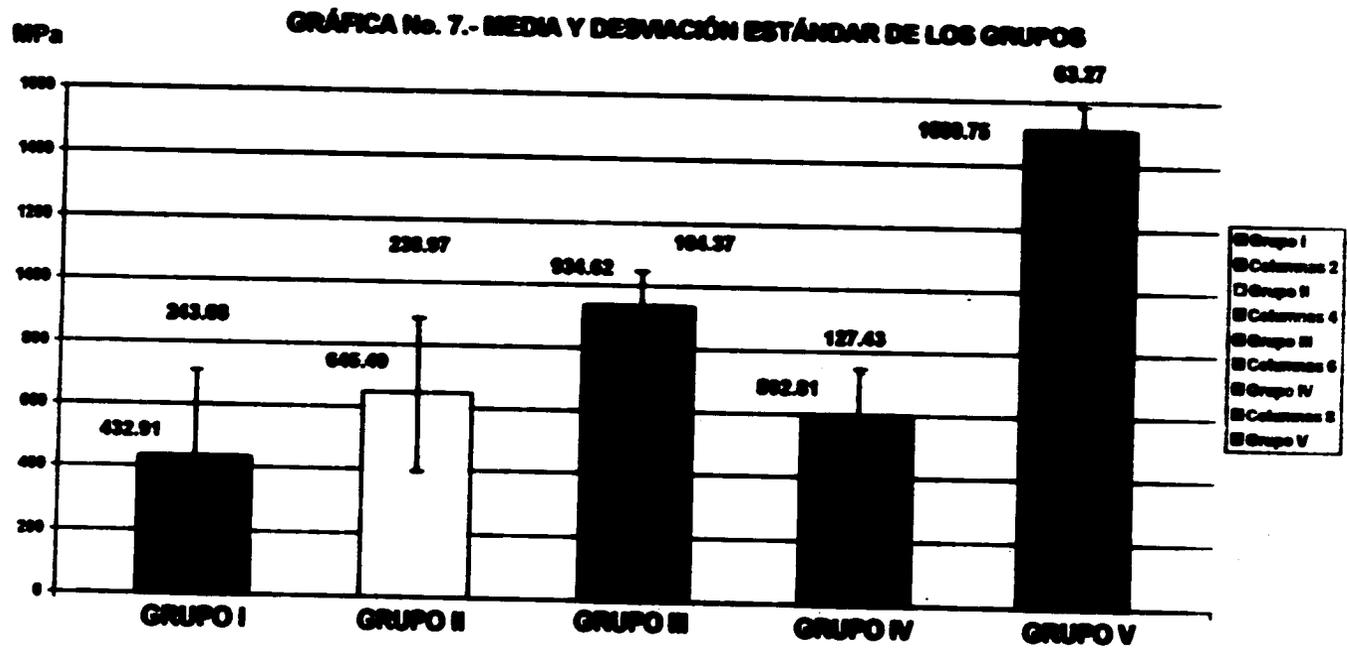


**GRÁFICA No. 5.- ÍNDICE DE RESISTENCIA FINAL A LA FLECCIÓN DEL GRUPO V**



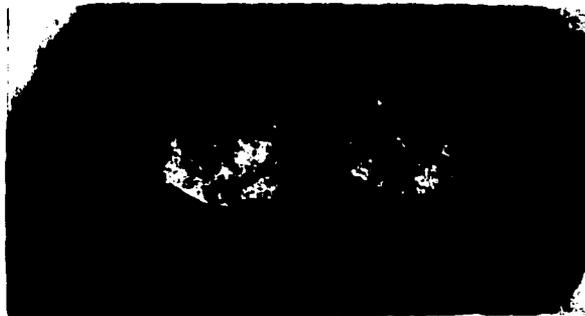
**GRÁFICA No. 6.- GRÁFICA COMPARATIVA DE LOS CINCO GRUPOS**





**FASE DESCRIPTIVA DE LAS MUESTRAS OBSERVADAS AL MICROSCOPIO**

**GRUPO I.- FUNDENTE NIC-BOND**



**FOTOGRAFÍA No. 1.** Muestra 1 del Grupo de Fundente Nic-Bond. El 83% de la aleación para soldar fluyó uniformemente cubriendo gran parte de la superficie, se observan muy pocos óxidos en color negruzco.



**FOTOGRAFÍA No. 2.** Muestra 2 del grupo de Fundente Nic-Bond. La aleación para soldar se distribuyó alrededor de la muestra en un 30% y se observa de un color negruzco pues aparentemente está cubierto por una capa de óxidos. En la zona media de la muestra se hallan espacios de aproximadamente 3 a 4mm que la aleación para soldar no cubrió.



**FOTOGRAFÍA No. 3.** Muestra 3 del grupo de Fundente Nic-Bond. El 94% de la aleación para soldar ha corrido de manera uniforme en casi toda la superficie de la muestra y un 6% de la superficie se halla cubierta de óxidos en bajo relieve.



**FOTOGRAFÍA No. 4.** Muestra 4 del grupo de Fundente Nic-Bond. El 33% de la aleación para soldar se halla distribuida sólo en el contorno de la muestra, mientras que en el centro de la misma en bajo relieve se observa un espacio ocupado por inclusiones de flux sin soldar y brillante.



**FOTOGRAFÍA No. 5.** Muestra 5 del grupo de Fundente Nic-Bond. El 40% de la aleación para soldar se halla distribuida alrededor de la muestra, mientras que en el centro un espacio muy amplio de aproximadamente 4 a 5mm sin soldar.

**TABLA No. 1.- GRUPO I**

<b>PORCENTAJE DE HUMECTACIÓN DE LA ALEACIÓN PARA SOLDAR CONTROLADA POR EL FUNDENTE NIC-BOND</b>	
<b>MUESTRA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>1</b>	<b>83 %</b>
<b>2</b>	<b>30 %</b>
<b>3</b>	<b>94 %</b>
<b>4</b>	<b>33 %</b>
<b>5</b>	<b>40 %</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>56 %</b>

## **GRUPO II.- FUNDENTE NACIONAL**



**FOTOGRAFÍA No. 6.** Muestra 6 del grupo de Fundente Nacional. El 43% de la aleación para soldar se observa distribuida en el contorno de la muestra en alto relieve, mientras que en bajo relieve una zona sin soldar en la parte central, así como una pequeña cantidad de óxidos.



**FOTOGRAFÍA No. 7.** Muestra 7 del grupo de Fundente Nacional. El 40% de la aleación para soldar presenta un comportamiento similar que la muestra anterior, concentrándose solamente alrededor o en las orillas.



**FOTOGRAFÍA No.8.** Muestra 8 del grupo de Fundente Nacional. La aleación para soldar se halla en un 76% distribuida en  $\frac{1}{4}$  partes de la muestra, sin embargo en bajo relieve se observa la zona que no fue cubierta. Nos podemos percatar de la presencia de burbujas de aproximadamente 1mm de diámetro.



**FOTOGRAFÍA No.9.** Muestra 9 del grupo de Fundente Nacional. El 85% de la aleación para soldar se halla dispersa en casi toda la superficie, apreciamos muy poca cantidad de óxidos y en bajo relieve se aprecian las zonas en donde la soldadura no corrió.



**FOGRAFÍA No. 10.** Muestra 10 del grupo de Fundente Nacional. El 90% de la aleación para soldar ha corrido aceptable, sin embargo existen pequeñas burbujas en bajo relieve con un diámetro aproximado de .5 a 1mm de diámetro que la soldadura no pudo cubrir.

**TABLA No. 2.- GRUPO II**

<b>PORCENTAJE DE HUMECTACIÓN DE LA ALEACIÓN PARA SOLDAR CONTROLADA POR EL FUNDENTE NACIONAL</b>	
<b>MUESTRA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
6	43 %
7	40 %
8	76 %
9	85 %
10	90 %
<b>PROMEDIO</b>	<b>66.8 %</b>

### **GRUPO M.- FUNDENTE DENTAURUM**



**FOTOGRAFÍA No. 11.** Muestra 11 del grupo de Fundente Dentaaurum. El 96% de la aleación para soldar ha fluido en toda la superficie de la muestra de manera muy aceptable y en bajo relieve 4 burbujas de 1mm de diámetro que no fueron cubiertas por la aleación para soldar.



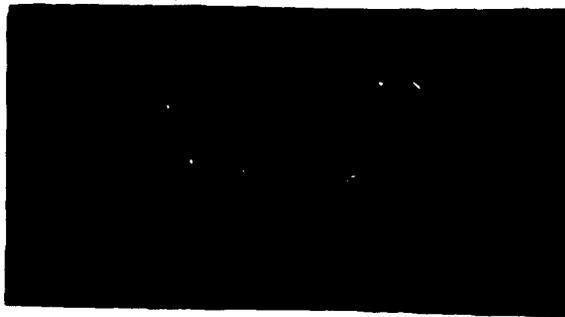
**FOTOGRAFÍA No. 12.** Muestra 12 del grupo de Fundente Dentaaurum. El 77% de la aleación para soldar se distribuyó en gran parte de la superficie, sin embargo en el centro y hacia uno de los lados de la muestra una gran burbuja de 3 a 4mm no se halla cubierta. Observamos óxidos de color verde.



**FOTOGRAFÍA No. 13.** Muestra 13 del grupo de Fundente Dentaaurum. El 83% de la aleación para soldar se halla dispersa en toda la superficie de la muestra, sin embargo se encuentran al mismo tiempo varias burbujas de 1 a 2mm de diámetro en bajo relieve.



**FOTOGRAFÍA No. 14.** Muestra 14 del grupo de Fundente Dentaaurum. Sólo en bajo relieve aparecen burbujas que forman un 8% de la zona que no fue alcanzada por la aleación para soldar. Mientras que un 92% ha fluído en la superficie de la muestra.



**FOTOGRAFÍA No. 15.** Muestra 15 del grupo de Fundente Dentaurem. El 90% de la aleación para soldar ha corrido en toda la superficie de la muestra, existen óxidos en la zonas en donde no fluyó ésta.

**TABLA No. 3.- GRUPO III**

<b>PORCENTAJE DE HUMECTACIÓN DE LA ALEACIÓN PARA SOLDAR CONTROLADA POR EL FUNDENTE DENTAURUM</b>	
<b>MUESTRA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
11	96 %
12	77 %
13	83 %
14	92 %
15	90 %
<b>PROMEDIO</b>	<b>87.6 %</b>

#### **GRUPO IV.- FUNDENTE BÓRAX**



**FOTOGRAFÍA No. 16.** Muestra 16 del grupo de Fundente Bórax. El 86% de la aleación para soldar ha fluido en el centro y los extremos de la muestra. Existen dos grandes burbujas de 2mm de diámetro en bajo relieve y otras mas pequeñas.



**FOTOGRAFÍA No. 17.** Muestra 17 del grupo de Fundente Bórax. El 94% de la aleación para soldar se halla en toda la superficie de una manera muy aceptable, el resto son pequeñas burbujas en bajo relieve.



**FOTOGRAFÍA No. 18.** Muestra 18 del grupo de Fundente Bórax. El 83% de la aleación para soldar ha fluído en gran parte; en el centro se observa una burbuja grande con inclusiones de flux en bajo relieve y otras mas pequeñas distribuidas en toda la superficie de la muestra.



**FOTOGRAFÍA No. 19.** Muestra 19 del grupo de Fundente Bórax. El 80% de la aleación para soldar cubrió uniformemente la superficie de la muestra. Se observan espacios en bajo relieve en donde la soldadura no fluyó.



**FOTOGRAFÍA No. 20.** Muestra 20 del grupo de Fundente Bórax. El 84% de la aleación para soldar fluyó en general en toda la superficie de la muestra; se observan óxidos y zonas sin soldar en bajo relieve.

**TABLA No. 4.- GRUPO IV**

<b>PORCENTAJE DE HUMECTACIÓN DE LA ALEACIÓN PARA SOLDAR CONTROLADA POR EL FUNDENTE BÓRAX</b>	
<b>MUESTRA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
16	86 %
17	94 %
18	83 %
19	80 %
20	84 %
<b>PROMEDIO</b>	<b>85.4 %</b>

## **DISCUSIÓN**

De acuerdo a la primer hipótesis planteada en la investigación, se esperaba que el **GRUPO I de FUNDENTE NIC-BOND** reportara los resultados más altos de resistencia final a la flexión, ya que tanto metal-base, soldadura y fundente pertenecían a la misma casa comercial (NIC-BOND). Cabe mencionar que este grupo fue el más problemático para soldar, pues al fundir la barra de soldadura, ésta no corría fácilmente a través de la brecha.

En las fotografías del **GRUPO I de FUNDENTE NIC-BOND**, se pueden apreciar las deficiencias en el soldado, observando que en tres de las cinco muestras la soldadura se concentró en la periferia, además de inclusiones de flux y grandes espacios con óxidos en el centro. Ver fotografías No. 2, 4 y 5. Mientras que en el **GRUPO II de FUNDENTE NACIONAL**, sólo dos de las cinco muestras presentaron un comportamiento similar que el grupo anterior; en el resto dispersas en toda la superficie pequeñas burbujas con muy poca cantidad de óxidos. El **GRUPO III de FUNDENTE DENTAURUM** se aprecia con una fluidez muy aceptable de la aleación para soldar; sin embargo también encontramos pequeños espacios en donde se localizan óxidos de aspecto negruzco. El **GRUPO IV de FUNDENTE BÓRAX**, muestra una superficie ampliamente cubierta por soldadura interrumpida por grandes burbujas y óxidos.

La falta de fluidez de la soldadura, así como las inclusiones de flux provocada por la presencia de óxidos y que resultan más evidentes en el **GRUPO I**, pueden atribuirse a los siguientes factores: el sobrecalentamiento de la aleación metálica, el exceso de fundente durante el procedimiento o incluso la inhabilidad del fundente.

Se precisa que el técnico no fue advertido sobre la finalidad del estudio, así que recurrió a un número mayor de aplicaciones de flux en el procedimiento de soldado del GRUPO I de FUNDENTE NIC-BOND, pues pretendía hacer fluir la barra de soldadura a través de la brecha. Es decir que ocupó de tres a cuatro inmersiones en flux par este grupo, mientras que para los grupos restantes con dos aplicaciones fue suficiente. Phillips (7) plantea que una gran cantidad de fundente no controla la formación de óxidos, pues el exceso queda incluido entre los segmentos por soldar formando grandes espacios y burbujas; lo cual demostraría el por qué de las diferencias con el resto de los demás grupos.

Independientemente de las cualidades que nos podría ofrecer cualquiera de los fundentes sometidos a prueba, observamos que debido a la sensibilidad de la técnica, la disparidad entre los resultados obtenidos por las muestras de un mismo grupo altera significativamente lo que esperamos. Esta disparidad la podemos apreciar en la desviación estándar de los grupos (Gráfica No. 7) y en la Gráfica Comparativa (Gráfica No. 6), en donde se ve aumentada en los GRUPOS I de FUNDENTE NIC-BOND y II de FUNDENTE NACIONAL.

Por otra parte como comenta Anusavice (1), presumimos que los defectos como microfacturas, porosidades, grandes burbujas e inclusiones de flux, pueden actuar como áreas de concentración de esfuerzos ocasionando cargas relativamente bajas.

Kaylakie W. G. (3), considera que el control de los óxidos que se forman en las superficies por soldar de las aleaciones no nobles, podría ser controlada con hornos cerrados al vacío o protectores atmosféricos en lugar de fundentes, pues durante la investigación que llevó a cabo en 1985, las muestras post-soldadas en horno alcanzaron un mayor rango de resistencia final a la flexión de 550 MPa, comparadas con las muestras presoldadas con soplete y gas / oxígeno que obtuvieron 525 MPa. Es de resaltar que a diferencia de nuestra

investigación la distancia de la brecha que ocupó Kaylakie fue de 0.33 mm, mientras que la de nosotros fue de 0.5 mm.

De acuerdo a los resultados de la presente investigación, consideramos que continúa siendo significativo el uso de fundentes en los procedimientos de soldadura, pues el mayor índice que obtuvo una de las muestra experimentales, la No. 15, fue de 1028.87 MPa y el promedio más alto por grupo alcanzó los 943.63 MPa, tomando en cuenta que se trata únicamente de muestras presoldadas.

Por otra parte, coincidimos con Kaylakie en que es posible distinguir amplias variaciones entre los resultados de un mismo grupo; en la investigación que realizamos, las variaciones más notorias se presentaron en el GRUPO I de FUNDENTE NIC-BOND, en donde apreciamos que la resistencia final a la flexión va desde 153.03 a 739.28 MPa, y en el GRUPO II de FUNDENTE NACIONAL va de 226.02 a 812.26 Mpa, y que podrían atribuirse a la sensibilidad de la técnica, pues como afirma Anusavice (1), existen factores asociados a la técnica de soldadura como el procedimiento incorrecto en cuanto a la aplicación del fundente par que éste pueda disolver los óxidos del metal, el sobrecalentamiento o poco calentamiento de la unión o la combinación de algunas de estas variantes como ya mencionábamos anteriormente.

Al igual que el estudio de Anusavice (1), los grupos no soldados son los que reúnen los rangos más altos de resistencia; el mayor resultado que obtuvo este investigador fue de 1125 MPa, el cual se ve superdo por la muestra número 23 de nuestra investigación que obtuvo 1424.41 MPa, cabe resaltar que este resultado fue el más bajo de este grupo.

Sin lugar a dudas el proseguir investigando estos puntos que hacen sensible la técnica, darán resultados más precisos; y para disminuir los espacios así como las burbujas que se forman sobre la aleación base sometida a un procedimiento de soldadura, proponemos controlar minuciosamente las aplicaciones de flux al igual que el calentamiento de los segmentos.

## **CONCLUSIONES**

De acuerdo a las hipótesis planteadas al inicio de esta investigación concluimos que:

- 1.- Se confirma la segunda hipótesis que dice: "El uso de un fundente distinto al que sugiere la casa comercial del metal base y la aleación para soldar, incrementará la resistencia final a la flexión de la unión"; ya que los demás fundentes ofrecieron mayores resultados que el FUNDENTE NIC-BOND.
- 2.- Los resultados obtenidos mostraron que el FUNDENTE DENTAURUM con la aleación base NIC-BOND y la aleación para soldar NIC-BOND, ofrece la mejor resistencia final a la flexión.
- 3.- Concidimos con investigaciones previas en cuanto a que el procedimiento de soldadura es un mecanismo de unión muy sensible a la técnica, y que por lo tanto, si ha de realizarse deberá ser elaborado por un técnico capacitado y con experiencia en el procedimiento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- K.J. ANUSAVICE. Flexure test evaluation of presoldered base metal alloys. The Journal of Prosthetic Dentistry. Oct. 1985, Vol.54, Num.4.**
  
- 2.- L.W.A.TOWNSED. Soldering nonnoble alloys. The Journal of Prosthetic Dentistry. Jul. 1983, Vol.50, Num.1.**
  
- 3.- W.G.KAYLAKIE. Comparative tensile strength of nonnoble dental alloy solder. The Journal of Prosthetic Dentistry. Abr.1985. Vol.53 Num.4.**
  
- 4.- H.J.WILSON. Solders, fluxes,soldering techniques. Dental Technology and Materials for Students. 1987.**
  
- 5.- EDWARD J.HOFFMAN. Finishing and soldering base alloys. Alternatives Gold Alloys in Dentistry. Ene.1977.**
  
- 6.- R.M.SLOAN. Post-ceramic soldering of various alloys. The Journal of Prosthetic Dentistry. Dic.1982, Vol.48, Num.6.**

- 7.- PHILLIPS RALPH W. La Ciencia de los Materiales Dentales de Skinner. 9a. Edición 1991. Edit. Interamericana. pp. 551 - 558.
  
- 8.- M.H.REISBICK. Materiales Dentales en Odontología Clínica. Edit. El Manual Moderno S.A. de C.V. 1985. pp. 188 - 199.
  
- 9.- QUINTERO ENGLEMBRIGHT, M.A. Aleaciones dentales protésicas (Primera Parte). Práctica Odontológica 1990. Vol. 11, Num. 11, pp. 53 - 56.
  
- 10.- QUINTERO ENGLEMBRIGHT, M.A. Aleaciones dentales protésicas (Segunda Parte). Práctica Odontológica 1990, Vol. 11, Num. 12, pp. 21 - 25.
  
- 11.- QUINTERO E.M.A., BARCELO S.F., PALMA C.M. Aleaciones para trabajos metalo-cerámicos (Tercera Parte). Práctica Odontológica. 1991, Vol. 12, Num. 1 pp. 21 - 25.
  
- 12.- SHILLINBURG H.T., HOBBS S., WHITSETT L. Fundamentos de Prostodoncia Fija. La Prensa Médica Mexicana S.A de C.V. 1990.
  
- 13.- R.S.STAFFANOU, R.A. RADKE, M.D. JENDRESEN. Strength properties of soldered joints made from various metal combinations. The Journal Prosthetic Dentistry 1980, Vol. 43 Num 34.

- 14.- PETER A. THORNTON, VITO J. COLANGELO. *Ciencia de los materiales para Ingeniería*. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., 1987.
- 15.- STADE E.H., REISBICK M.H., and PRESTON. Pre-ceramic and post-ceramic solder joints. *The Journal Prosthetic Dentistry* 34: 527, 1975.
- 16.- RASMUSSEN E.J., GENKIND R.J., and GERBERICH W.W. An investigation of tensile strength of dental solder joints. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 41: 418, 1979.
- 17.- RYGE G. Dental soldering procedures. *Dent Clin North Am*. P. 74, november 1958.
- 18.- SKINNER EUGENE W. *La Ciencia de los Materiales Dentales*. Edit. Mundi, S.A. 6<sup>ta</sup> Edic.
- 19.- LYON, H. W. DICKSON, G. , Y SCHOONOVER, I. C.: Effectiveness of Vacuum investing in the elimination of surface defects in gold castings. *JADA*, 46: 197-198. Feb. 1953).
- 20.- MACENTEE M.I., HAWBOLT E.B., ZAHEL J.P. The tensile and shear strength of a base metal weld joint used in dentistry. *J Dent Res* 60:154, 1981.

21.- HAWBOLT E.B., MAC ENTEE M.I., ZAHEL J.P. The tensile strength and appearance of solder joints in three base metal alloys made with high and low temperature solder. *J Prosthet Dent.* 50:362, 1983.

22.- MONDAY J.J.L., ASGAR K. Tensile strength comparison of presoldered and postsoldered joint. *J Prosthet Dent.* 55:23-7, 1986.

23.- WISE H.B. AND KAISER D.A. A radiographic technique for examination of internal defects in metal frameworks. *J Prosthet Dent.* 42:594, 1979.

24.- TAYLOR N.O. AND TEAMER G.K. Gold solders for dental use. *J Dent Res* 28:219, 1949.

25.- ASGAR K. Casting metals in dentistry. Past-Present-Future. *Adv Dent Res.* 2(1):33-43, Agosto. 1988.

26.- JOHN E. ROHADS. Procedimientos en el laboratorio dental. Tomo II. Prótesis Fija. Editorial Salvat S.A. 1988.