



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**PRUEBA DE RESISTENCIA FLEXURAL APLICADA A  
ALEACIONES PARA SOLDAR EN PROTESIS FIJA.  
ESTUDIO COMPARATIVO**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
CIRUJANO DENTISTA  
PRESENTAN:  
JUANA ANA MARIA ACOSTA MENDEZ  
NOHEMY ESTRELLA MONTAÑO TREJO

DIRECTOR: C.D. ALEJANDRO SANTOS ESPINOZA



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:

LEONARDO ACOSTA ANGELES.

EUSEBIA MÉNDEZ MEDINA.

SABIENDO QUE JAMÁS EXISTIRÁ UNA FORMA DE AGRADECER TODA UNA VIDA DE LUCHA, SACRIFICIO Y ESFUERZO CONSTANTES, SÓLO QUIERO QUE SIENTAN QUE EL OBJETIVO LOGRADO TAMBIÉN ES SUYO, Y QUE LA FUERZA QUE ME AYUDO A CONSEGUIRLO FUE SU INCONDICIONAL APOYO.

SU FORMA DE LUCHA FUE MI IDEAL, SU SACRIFICIO MI ALIENTO Y SU ESFUERZO CONSTANTE, LA FUERZA DE MI VOLUNTAD.

CON ADMIRACIÓN Y RESPETO

FAMILIA MÉNDEZ HERNÁNDEZ

FAMILIA MÉNDEZ MÉNDEZ

FAMILIA RAMÍREZ MÉNDEZ

CON ETERNO AGRADECIMIENTO POR EL CARIÑO  
Y APOYO MORAL QUE SIEMPRE ME BRINDARON Y  
CON EL CUAL HE LOGRADO TERMINAR MI  
CARRERA PROFESIONAL.

MIL GRACIAS.

PRUEBA DE RESISTENCIA FLEXURAL APLICADA A ALEACIONES PARA  
SOLDAR EN PRÓTESIS FIJA. ESTUDIO COMPARATIVO

## ÍNDICE

ÍNDICE.	1
RESUMEN.	3
INTRODUCCIÓN.	5
REPORTE DE LA INVESTIGACIÓN.	10
Planteamiento del Problema.	
Justificación del Estudio.	
Hipótesis.	
Objetivo General.	
Objetivo Específico.	
METODOLOGÍA.	12
A. Elaboración de las Barras.	
B. Preparación del Revestimiento.	
C. Procedimiento de Desencerado.	
D. Procedimiento de Vaciado.	

E. Preparación de las Barras.

F. Procedimiento de Soldado.

G. Aplicación de la Carga.

SECUENCIA FOTOGRÁFICA.	21
MATERIAL.	26
EQUIPO.	28
TABLAS.	30
GRÁFICAS.	35
DESCRIPCIÓN DE LAS SUPERFICIES.	43
RESULTADOS.	50
DISCUSIÓN.	52
CONCLUSIONES .	54
BIBLIOGRAFÍA.	56

## RESUMEN

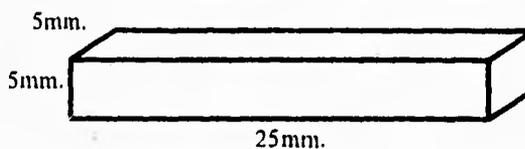
El presente estudio describe la observación del comportamiento de cuatro diferentes aleaciones para soldar, aplicadas a las juntas de unión de una sola aleación de metal base (Nic-Bond).

Se realizaron 25 barras de este metal con las siguientes características:

1. Longitud 25 mm.

2. Anchura 5 mm.

3. Profundidad 5 mm.



Se conformaron cinco grupos con cinco muestras cada uno, ordenadas de la siguiente manera:

Grupo I. Control. Aleación de Metal Base Nic-Bond. (Sin seccionar).

Grupo II. Soldadura Nic-Bond.

Grupo III. Soldadura Denti-Lab.

Grupo IV. Soldadura Vera-Solder.

Grupo V. Soldadura Biobond.

Veinte de las muestras fueron seccionadas, (del Grupo II al V), dejando una distancia entre las partes de 0.5 mm., donde se aplicaron las soldaduras antes citadas.

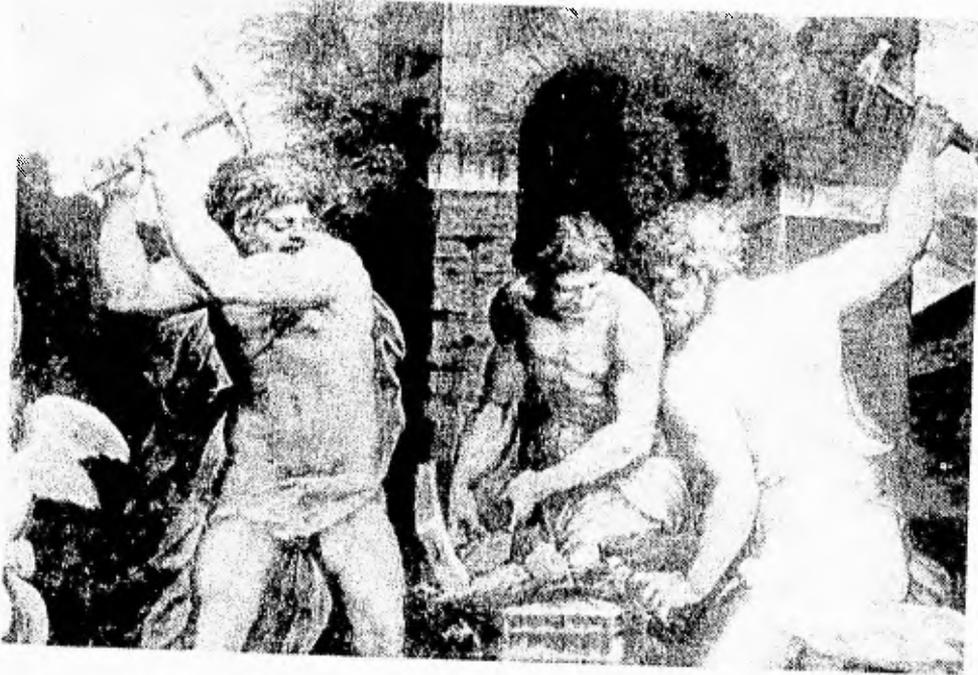
Es importante mencionar que el grupo II, utilizó soldadura, metal base y fundente de la misma casa comercial.

A las muestras ya soldadas se les aplicó una carga de 500 Kg., en una Máquina de Pruebas Universal INSTRON. Mientras que para el grupo I (Grupo Control), se utilizó la Máquina de Pruebas KARL FRANK, con una carga de 1000 Kg.

Los registros obtenidos del Grupo I (Control), presentaron un comportamiento típico de un metal al ser sometido a una prueba de flexión.

La resistencia alcanzada por las uniones soldadas de los Grupos II al V presentan discrepancias significativas en los resultados obtenidos, siendo los Grupos III y IV, quienes presentaron mayor índice de resistencia en comparación de lo esperado para los Grupos II y V.

## INTRODUCCIÓN



Dice la tradición que hace aproximadamente 2500 años un herrero griego de nombre Glaukos, que vivía en la ciudad de Khios, invento la forma de soldar el hierro.

Con el procedimiento de este herrero, se calentaban las piezas de hierro en un horno o forja hasta que se ablandaba el metal. Después, valiéndose del martilleo, se les fusionaba hasta convertirlas en una unidad, los metales se unían por remachado mediante un procedimiento que no involucraba fusión, y en el que a menudo se utilizaba el oro como metal de unión.

La práctica de la soldadura por forjado continuo casi sin sufrir cambio alguno hasta principios de este siglo, cuando la invención de los modernos procedimientos de soldadura dio paso a medios de eficacia creciente para unir placas o perfiles metálicos, piezas fundidas, piezas forjadas o piezas forjadas a piezas fundidas.

La primera en desarrollarse a nivel general fue la soldadura de arco, o soldadura eléctrica en donde el operador obtiene un electrodo adecuado, sujeta el cable de tierra a la pieza de trabajo y ajusta la corriente eléctrica, creando una corriente intensa que salte entre el electrodo y el metal, dando tiempo para que el calor del arco o la corriente funda el metal. Este metal de aporte se deposita en la junta y se solidifica para formar la junta sólida.<sup>16</sup>

En el área de Odontología, las soldaduras se utilizan para unir distintas partes de un aparato, como las de una prótesis fija o para construir o añadir zonas de contacto con los dientes adyacentes.

La soldadura ha sido definida como la unión de metales por medio de relleno, que tiene una temperatura de fusión más baja que la de los metales a unir, y su objetivo general es obtener una unión rígida, resistente entre las partes.

Los problemas asociados con el procedimiento de soldadura incluyen oxidación excesiva del sustrato del metal, porosidad de la unión y el calentamiento de los metales durante el procedimiento de soldadura, por tanto, la forma de difusión atómica del crecimiento del grano por el sobrecalentamiento de los metales debilitan marcadamente las uniones soldadas.<sup>17</sup>

Edward J. Hoffman, resumió que la presoldadura es complicada por el factor de que ha muchos metales para cerámica usualmente producen óxidos en la superficie para unir a la porcelana, pero esto es una contradicción de los requerimiento para la unión de una buena soldadura.<sup>4</sup>

En todos los procedimientos de soldadura hay ciertos principios generales que deben ser tomados en cuenta para una exitosa y efectiva unión:

1. Es necesario que las partes al ser unidas sean limpiadas primeramente de todo óxido y residuos, por inmersión en una dilución de algún ácido limpiador y pulidas perfectamente con piedra pomex o con óxido de aluminio. No se debe depender de los fundentes para limpiar los metales.
2. Las partes que van a ser unidas deben estar en íntimo contacto para asegurar una resistencia óptima de la unión que será soldada. Las soldaduras adecuadas fluirán dentro del espacio más pequeño por acción capilar.
3. No debe emplearse una cantidad excesiva de soldadura.
4. La temperatura debe ser controlada cuidadosamente. Mientras la temperatura normal para cualquier caso en particular depende del tipo de soldadura que sera empleada, se debiera tener cuidado en evitar un sobrecalentamiento. Esto ocasionara una oxidación por el bajo punto de fusión de los componentes de la soldadura y una unión débil.<sup>21</sup>

Anusavice K.J., reporto que las aleaciones de metales base para soldar presentan variaciones significativas y la fuerza de la unión es el resultado del procedimiento de presoldadura.

La sensibilidad de la técnica de soldadura esta asociada con la influencia del flux para disolver los óxidos del metal, los productos impropios del fundente, sobrecalentamiento de la unión, una no ideal anchura de la abertura o una combinación de estas variables.<sup>1</sup>

R.M. Sloan. La fortaleza de tracción de las uniones soldadas con las aleaciones de metal base son comparables con el metal precioso y metal semiprecioso. Además, no todos los fundentes son capaces de controlar los óxidos formados por el metal utilizado.<sup>7</sup>

La tensión superficial de la soldadura decrece conforme se calienta y por lo tanto la temperatura debe ser incrementada lo suficiente para evitar esta tensión superficial baja y que sea efectiva. Si la tensión superficial se mantiene alta, o si la temperatura es muy baja, hay tendencia a que la soldadura forme burbujas, con una disminución en el flujo.

5. Las soldaduras deben ser calentadas hasta el punto de fusión tan rápido como sea posible.

Cuando esta se haya fundido y haya llenado los espacios entre las aleaciones a unir, el calor debe ser removido y el enfriamiento se realizara rápidamente mediante una inmersión en agua.

Continuar con un calentamiento después de que la soldadura se ha fundido, causa una fundición de las aleaciones, la cual debilita la unión.

El calor aplicado a las aleaciones que van a ser unidas afectan su estructura molecular y sus propiedades físicas, consecuentemente los metales pueden perder sus propiedades a la resiliencia si el calentamiento se propaga más de unos cuantos segundos.

6. La oxidación debe ser evitada, la película delgada de óxido que se forma rápidamente sobre la superficie de la aleación evita el contacto entre la soldadura y la aleación, por lo consiguiente no hay una verdadera unión entre estos dos constituyentes.

La oxidación excesiva también interviene en el flujo de la soldadura y forma burbujas.<sup>21</sup>

L. W.A. Townsend. El éxito de la presoldadura de aleaciones no nobles es variable en el mejor de los casos.

Bajo condiciones controladas de la distancia de la brecha de unión, revestimiento y soldadura, más de un tercio de uniones soldadas es probable que fallen.<sup>4</sup>

En esta investigación se utilizaran productos de la casa Nic-Bond, debido a que en el momento de realizar el presente estudio, es la compañía que brinda Metal Base, Soldadura y Fundente correspondientes.

## **REPORTE DE LA INVESTIGACIÓN**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El uso indiscriminado que se da a las aleaciones para soldar, llega a presentar deficiencias en los procedimientos de soldadura.

### **JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

El tener un conocimiento más amplio de cuál es el porcentaje en que aumenta o disminuye la resistencia flexural de una unión soldada con la utilización de distinta aleación a la que recomienda el fabricante (Nic-Bond), permitira obtener mejores resultados en las rehabilitaciones protésicas que requieran de este procedimiento técnico.

### **HIPÓTESIS**

1. El uso de distinta aleación para soldar (Denti-Lab, Vera-Solder y Bio-bond), a la que recomienda el fabricante del Metal Base Nic-Bond, disminuye la resistencia flexural de la unión soldada.

2. El uso de distinta aleación para soldar (Denti-Lab, Vera-Solder y Bio-Bond), a la que recomienda el fabricante del Metal Base Nic-Bond, no disminuye la resistencia flexural de la unión soldada.

#### **OBJETIVO GENERAL**

Identificar criterios que permitan mejorar la resistencia de la unión en los procedimientos de soldado.

#### **OBJETIVO ESPECIFICO**

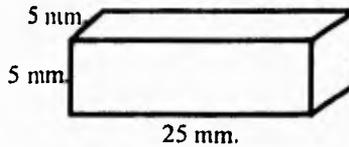
Determinar la resistencia flexural de cada una de las soldaduras empleadas.

## METODOLOGÍA

Los procedimientos técnicos utilizados fueron tomados de nuestra principal referencia: Evaluación de la Resistencia a la Flexión de la Presoldadura de Aleaciones de Metal Base Realizada por Anusavice y col. en 1985.

**A. Elaboración de las Barras.** Se elaboraron 25 barras de resina acrílica Duralay<sup>1</sup>, en un conformador de acero de 8cm. de largo por 4cm. de ancho, con una ranura de las siguientes medidas: (Foto 1 y 2)

1. Longitud        25 mm.
2. Anchura        5 mm.
3. Profundidad    5 mm.



Una vez elaboradas las barras se verificaron las dimensiones con un vernier<sup>2</sup> para comprobar sus medidas. (Foto 3) Las pequeñas imperfecciones, como las asperezas o pequeños excedentes de acrílico fueron eliminados con lija de agua<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> DURALAY. Reliance Dental Mfg. Co. Whorth III.

<sup>2</sup> VERNNIER. Electric Digital Caliper. Max Cal.

<sup>3</sup> LIJA DE CARBURO DE SILICIO. Fandeli, A-99 400.

**B. Preparacion del Revestimiento.** Las barras fueron revestidas, con revestimiento Hi Temp<sup>4</sup> y líquido especial concentrado de la casa Whip Mix<sup>5</sup>, (Foto 4 y 5) siguiendo las indicaciones del fabricante, por tanto, para cada cubilete la proporción fue 9.6 ml. a 60 gr.

Cada muestra fue colocada en cubiletes de acero con un diámetro de 5 cm. El tamaño de los pernos o cueles, elaborados con cera para cueles<sup>6</sup>, fue de 7mm., con un diámetro de 0.25 cm. (Foto 6)

Una vez colocadas las muestras en las peanas, fueron rociadas con un agente humectante o agente reductor de tensión superficial<sup>7</sup>. La cara interna de los cubiletes fue forrada con una tira de papel de asbesto<sup>8</sup>. (Foto 7)

El revestimiento fue preparado en una mezcladora de revestido dental al vacío<sup>9</sup>.

La duración del mezclado del revestimiento fue de 60 seg. (Foto 8)

---

<sup>4</sup> HI-TEMP. Whip Mix. Louisville Kentucky Lote 10275.

<sup>5</sup> LIQUIDO ESPECIAL CONCENTRADO. Whip Mix. Louisville Kentucky.

<sup>6</sup> CERA PARA CUELES. Kerr Brand. Wax Sticks. Emeriville Cal.

<sup>7</sup> AGENTE REDUCTOR DE TENSION SUPERFICIAL. Debubblizer Kerr Manufacturing Co. USA.

<sup>8</sup> PAPEL DE ASBESTO. Kaoliner. Casting Ring Liner. Dentispaly/York. No. 1013E99. USA.

Mediante vibración proporcionada por un vibrador<sup>10</sup>, la mezcla terminada de revestimiento fue vertida en cada cubilete hasta llenarlo. Se dejó fraguar el revestimiento sobre la mesa de trabajo durante una hora. (Foto 9)

**C. Procedimiento de Desencerado.** Se procedió al desencerado de los cubiletes en un horno de desencerado Caisa<sup>11</sup>. Este se programó para un ciclo de desencerado utilizando un incremento de temperatura de 8°C por minuto, hasta alcanzar los 430°C y se mantuvo a esta temperatura durante 1 hr., posteriormente se continuó el incremento de temperatura hasta alcanzar los 830°C. Los cubiletes se mantuvieron a esta temperatura durante ½ hr. hasta asegurar la eliminación completa de la resina acrílica. (Foto 10)

---

<sup>9</sup> MEZCLADORA DE INVESTIMIENTO. Combiration United. Whip Mix Vacuum Mixing and Investin-Low and High Speed.

<sup>10</sup> VIBRADOR. Buffalo Motor no. 160357.

<sup>11</sup> HORNO DE DESENCERADO. Caisa. Constructora de Aparatos Industriales. Mod. 301 Ney 2-525 Méx.

**D. Procedimiento de Vaciado.** Una vez listos los colados, se procedió a la fundición del Metal-Cerámico Nic Bond<sup>12</sup>, (Foto 11) depositado en un crisol de barro nuevo.

El combustible utilizado fue una mezcla de oxígeno<sup>13</sup> y gas butano, el soplete y la boquilla (No. 4) empleados, fueron de la marca S.S. WHITE, para gas oxígeno, y la centrifuga que se utilizó fue de la marca KERR Centrifugo, Casting Machine.

Después del vaciado, se esperó al enfriamiento del metal para sacar las muestras del cubilete.

Obtenidas las muestras, se procedió al decapado o limpiado de las mismas, para eliminar los restos de revestimiento y óxidos, se utilizó vapor a presión<sup>14</sup> y posteriormente se sometieron a un ligero atomizado de partículas de arena de óxido de aluminio fino<sup>15</sup>.

(Foto 12)

---

<sup>12</sup> METAL CERAMICO.Nic-Bond. Manufacturera Dental Continental.

<sup>13</sup> TANQUE AGH. De México.

<sup>14</sup> AQUACLEAN 3. Vapor a Presión. Degussa USA.

<sup>15</sup> ARENADOR. Perlstrahl 2. Degussa USA.

Las pequeñas rugosidades y excedentes de metal dejados por los cueles en las barras, requirieron terminado y pulido complementarios, esto se realizo con discos abrasivos Cut-off<sup>16</sup>.

**E. Preparación de las Barras.** Cada muestra fue marcada en los dos extremos en una de sus superficies con una punta grabadora para metal<sup>17</sup>, la numeración fue del 1 al 25 formandose 5 grupos. con cinco muestras en cada uno. Veinte muestras fueron seccionadas a la mitad utilizando un disco de carburo Cut off de 0.2mm. de grosor y 3.8 mm. de diámetro y 5 muestras permanecieron intactas. (Foto 13)

Se fabricaron guías de revestimiento Hi-Temp para cada una de las barras, en donde posteriormente se haria el procedimiento de soldadura.

Una vez fraguado el revestimiento de las guías, este fue recortado dejando libre la zona de unión, para permitir un calentamiento uniforme de las partes a unir y así permitir la libre humectancia de la soldadura. (Foto 14)

---

<sup>16</sup> DISCOS DE CARBURO. Cut-off Wheels. Dentaurem International Inc. New York, USA.

<sup>17</sup> PUNTA GRABADORA. Electric Engraver, Dremel, Wisconsin, USA.

La distancia entre los segmentos de las barras al ser colocadas sobre las guías fue de 0.5 mm, colocando cera azul entre los dos segmentos de cada muestra. Esta distancia se verifico utilizando un calibrador de bujías<sup>18</sup>. (Foto 15 y 16)

**F. Procedimiento de Soldado.** Los segmentos fueron fijados a la guía con gotas del mismo revestimiento.

Los cuatro grupos fueron asociados de la siguiente forma:

GRUPO	METAL	SOLDADURA	FUNDENTE
	CERÁMICO		
II	NIC-BOND	NIC-BOND	NIC-BOND
III	NIC-BOND	DENTI-LAB	NIC-BOND
IV	NIC-BOND	VERA-SOLDER	NIC-BOND
V	NIC-BOND	BIOBOND	NIC-BOND

Se empleo un soplete con boquilla No. 4 para Gas-Óxigeno, para este procedimiento. (Foto 17 y 18)

<sup>18</sup> CALIBRADOR DE BUJIAS. Sloan de México.

Una vez que las muestras fueron soldadas, se dejaron enfriar a temperatura ambiente y se procedió a eliminar los excedentes de soldadura con piedras montadas Mizzy<sup>19</sup>, hasta dejar la soldadura al nivel del metal de la muestra. (Foto 19 y 20)

El técnico no fue informado, ni guiado en el procedimiento de soldado de las muestras, pretendiendo evitar con ello alguna predilección o favorecer el resultado de alguna de las soldaduras que pudiera alterar el objetivo de la investigación.

Cuando el técnico observo que la soldadura no fluía a través de la brecha adecuadamente, hizo la aplicación de la soldadura en más de una de las caras o superficies de las muestras. (Foto 21)

**G. Aplicación de la carga.** Las 20 muestras soldadas fueron sometidas a una carga de 500 Kg. Esta carga se aplico sobre la brecha soldada utilizando la Máquina de Pruebas Universal INSTRON<sup>20</sup>. (Foto 22) Para las 5 muestras control se utilizó la Máquina de Pruebas KARL FRANK<sup>21</sup>, con una carga de 1000 Kg., aplicando la fuerza en el centro de la muestra.

---

<sup>19</sup> PIEDRAS MONTADAS MIZZY. Heatless USA.

<sup>20</sup> INSTRUMENTO DE PRUEBAS UNIVERSAL INSTRON. Instron Corp. Canton Mass. Mod. 1137.

<sup>21</sup> MAQUINA KARL FRANK. GMBH. Germany. Type 425.

La resistencia a la flexión se cálculo utilizando la siguiente ecuación:

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

Donde: F=carga, L=longitud de la brecha, w=ancho y t=profundidad.

Las muestras se agruparon en cinco grupos de la siguiente manera:

Grupo I. Control. Aleación de Metal Base. Nic-Bond.(Sin seccionar).

Grupo II. Soldadura Nic-Bond.

Grupo III. Soldadura Bio-Bond.

Grupo IV. Soldadura Denti-Lab.

Grupo V. Soldadura Verasolder.

Para realizar los cálculos de carga de las muestras del Grupo I (Control), se observo la flecha indicadora de la máquina y para cada registro se restaron 55 Kg., convirtiendo los resultados obtenidos a MPa.

Los cálculos de carga para los Grupos II al V, se establecio un valor de 20 Kg. por cada milimetro trazado en el registro hecho por la Máquina de Pruebas Universal INSTRON. (Foto 23)

Después de haber sometido las muestras soldadas a la carga, las superficies fracturadas, fueron observadas al microscopio<sup>22</sup> para determinar con mayor detalle las zonas en las que la soldadura cubrió la superficie del metal a unir. (Foto 24)

Se fotografiaron con una cámara Cannon AE1, con un Tubo de Extensión no. 20 y Lente Macro F50 a su máximo acercamiento.

---

<sup>22</sup> MICROSCOPIO BIFOCAL. Carl ZEISS. Germany. 2x.

SECUENCIA FOTOGRÁFICA

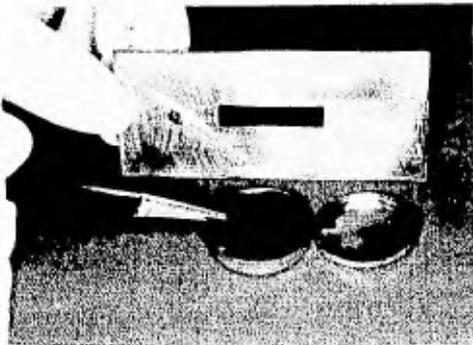


FOTO 1



FOTO 2

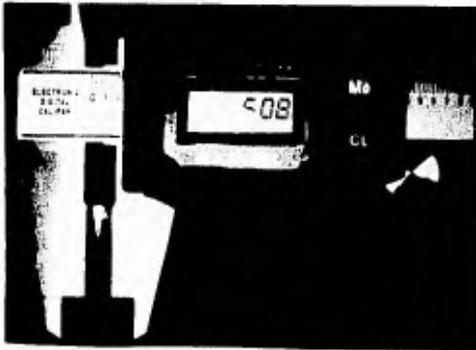


FOTO 3



FOTO 5



FOTO 4



FOTO 6.



FOTO 7.

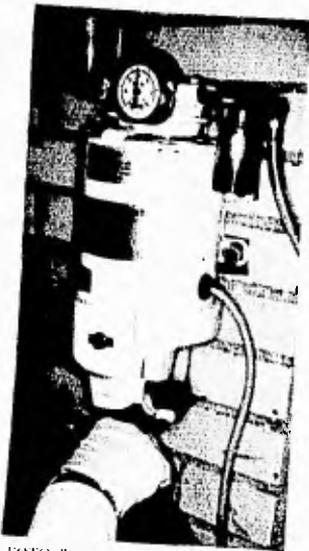


FOTO 8.



FOTO 9



FOTO 10



FOTO 11



FOTO 12



FOTO 13

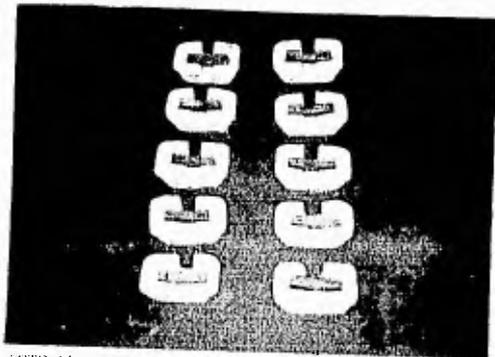


FOTO 14

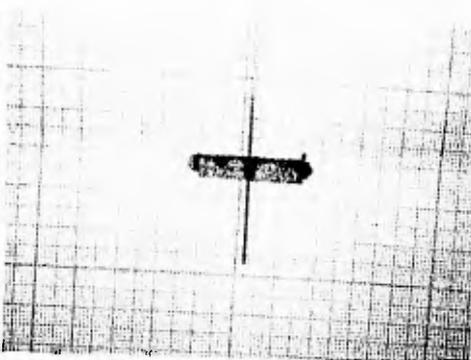


FOTO 15

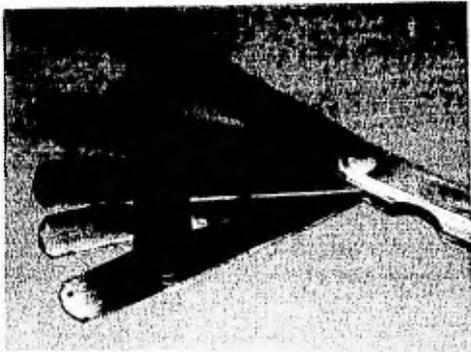


FOTO 16



FOTO 17



FOTO 18



FOTO 19



FOTO 20

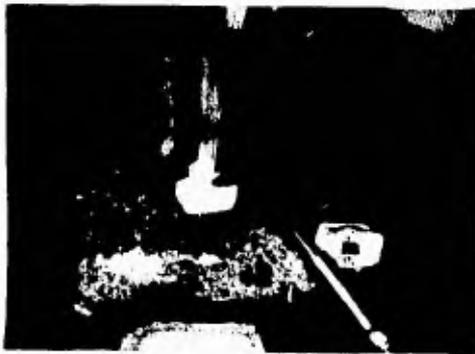


FOTO 21

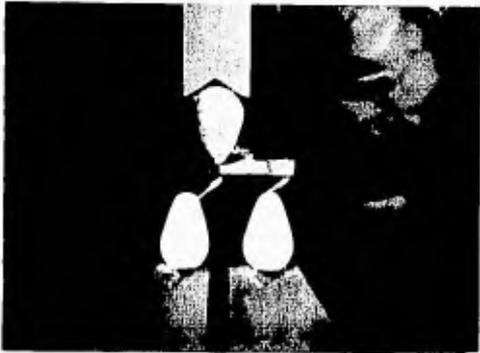


FOTO 22.



FOTO 23.



FOTO 24

## **MATERIAL**

1. Agente Reductor de Tensión Superficial. Debublizer. Kerr Manufacturing Company. USA. Lote 21349
2. Cera para Cueles Kerr Brand. Wax Sticks. Emeryville Cal.
3. Cubiletes de Acero y Peanas. Whip Mix Corporation. Diámetro 5 cm. Largo 5 cm.
4. Discos de Carburo. Cut-off. Dentaaurum International Inc. New York. USA. Diámetro 3.5 cm.
5. Hi-Temp. Whip Mix. Lousville Kentucky 40217 Lote 10275.  
Revestimiento ligado al fosfato. Proporción polvo/líquido 16 ml a 100 gr.
6. Lijas de Carburo de Silicio. Fandeli A-99 400
7. Líquido Especial Concentrado. Whip Mix. Lousville Kentucky
8. Piedras Montadas Mizzy. Heatless. USA:

9. Resina Acrilica. Duralay. Reliance Dental Mfg. Co. Worth Ill. Proporción polvo/líquido 3:1

10. Tiras de Papel de Asbesto. Kaoliner. Casting Ring Liner. Dentsply/York. USA:  
Ancho 4 cm.

11. Yeso de Alta Precisión. Yeso especializado de México S.A.

## EQUIPO

1. Arenador Perstralhl 2 Degussa No. 1895
2. Calibrador de Bujías. Sloan México.
3. Cámara Cannon. AE1, con un Tubo de Extensión No. 20 y Lente Macro F50.
4. Centrifuga. Kerr Centrifico. Casting Machine. No. 120271. Sybron Kerr. Romullus Mich.USA.
5. Horno de Desencerado Caisa Mod. 301m Ney 2-525
6. Instrumento de Pruebas Universal INSTRON. Instron Corp. Canton Mass. Mod. 1137.
7. Máquina de Pruebas Karl Frank. GMBH. Germany. Type 425.
8. Mezcladora de Revestimiento al vacio. Combination United. Whip Mix Vacuum Mixing and Investin-Low and High Speed.
9. Microscopio Bifocal. Carl ZEISS. Germany. 2X

10. Motor de Banco. Ray Foster Dental Equipament. Serie III Mod. S3 1955-1956.
11. Punta Gravadora Metálica. Electric Engraver, Dremel. Wisconsin, USA.
12. Soplete No. 9 S.S. White. Carburador No.4 y Boquilla No.4 para Gas-Óxigeno.
13. Tanque Aga de México (óxigeno).
14. Vapor a Presión Aquaclean 3 Degussa.
15. Vascula Triple Bean Balance (Manufactured by Ohaus) USA.
16. Vernier Mex Cal. Fowler y NSK serie 255827 Japón. Max Series Electronic Digital Calipers.
17. Vibrador Buffalo. Motor 160357

TABLA I  
 ÍNDICE DE RESISTENCIA FLEXURAL INDIVIDUAL Y PROMEDIO  
 GRUPO I MUESTRAS CONTROL  
 METAL BASE NIC-BOND

MUESTRA	CARGA (Kg.)	LONGITUD ENTRE SOPORTES (Cm.)	ANCHURA (Cm.)	PROFUNDI DAD (Cm.)	RESISTEN- CIA FLEXURAL (MPa)
1	645	2	0.5	0.5	1,517.0
2	670	2	0.5	0.5	1,575.8
3	605	2	0.5	0.5	1,422.9
** 4	810	2	0.5	0.5	1,905.1
5	645	2	0.5	0.5	1,517.0
Promedio	641.2				1,508.1
SD	26.8				63.2

\*\*Esta barra presento un comportamiento de escurrimiento y no hubo fractura, por lo que no se considerara para el análisis estadístico.

$$\text{Índice de Resistencia Flexural} = \frac{1.5 FL}{wt^2}$$

Donde: F= Carga, L=Longitud entre soportes,

w=Ancho y t=Profundidad

TABLA II  
 ÍNDICE DE RESISTENCIA FLEXURAL INDIVIDUAL Y PROMEDIO  
 \*\*GRUPO II MUESTRAS SOLDADAS  
 METAL BASE, SOLDADURA Y FUNDENTE NIC-BOND

MUESTRA	CARGA (Kg.)	LONGITUD ENTRE SOPORTES (Cm.)	ANCHURA (Cm.)	PROFUNDI DAD (Cm.)	RESISTEN- CIA FLEXURAL (MPa)
6	141	2	0.5	0.5	331.6
7	33	2	0.5	0.5	77.6
8	65	2	0.5	0.5	152.9
9	114	2	0.5	0.5	268.1
10	83	2	0.5	0.5	195.2
Promedio	87.2				205.08
SD	42.01				98.8

\*\*El metal base, soldadura y fundente de este grupo son de la misma casa comercial.

$$\text{Índice de Resistencia Flexural} = \frac{1.5 FL}{wt^2}$$

Donde: F=Carga, L= Longitud entre soportes,

w=Ancho y t= Profundidad

**TABLA III**  
**ÍNDICE DE RESISTENCIA FLEXURAL INDIVIDUAL Y PROMEDIO**  
**GRUPO III MUESTRAS SOLDADAS**  
**SOLDADURA DENTI-LAB**

MUESTRA	CARGA (Kg.)	LONGITUD ENTRE SOPORTES (Cm.)	ANCHURA (Cm.)	PROFUNDI DAD (Cm.)	RESISTEN- CIA FLEXURAL (MPa)
11	76	2	0.5	0.5	178.7
12	282	2	0.5	0.5	663.2
13	103	2	0.5	0.5	242.2
14	56	2	0.5	0.5	131.7
**15	0	2	0.5	0.5	0
Promedio	129.2				303.9
SD	103.6				243.7

\*\*Esta muestra no será incluida para el análisis estadístico, debido a que al aplicar la carga se fracturo antes de que la máquina registrara algo.

$$\text{Índice de Resistencia Flexural} = \frac{1.5 FL}{wt^2}$$

Donde: F=Carga, L=Longitud entre los soportes.

w=Ancho y t=Profundidad.

TABLA IV  
 ÍNDICE DE RESISTENCIA FLEXURAL INDIVIDUAL Y PROMEDIO  
 GRUPO IV MUESTRAS SOLDADAS  
 SOLDADURA VERA-SOLDER

MUESTRA	CARGA (Kg.)	LONGITUD ENTRE SOPORTES (Cm.)	ANCHURA (Cm.)	PROFUNDI DAD (Cm.)	RESISTEN- CIA FLEXURAL (MPa)
16	180	2	0.5	0.5	423.3
17	59	2	0.5	0.5	138.7
18	290	2	0.5	0.5	682
19	70	2	0.5	0.5	164.6
20	63	2	0.5	0.5	148.1
Promedio	132.4				311.3
SD	101.5				238.6

Índice de Resistencia Flexural  $\frac{L \cdot S \cdot F}{w t^2}$

Donde: F=Carga, L=Longitud entre soportes.

w=Ancho y t=Profundidad

**TABLA V**  
**ÍNDICE DE RESISTENCIA FLEXURAL INDIVIDUAL Y PROMEDIO**  
**GRUPO V MUESTRAS SOLDADAS**  
**SOLDADURA BIOBOND**

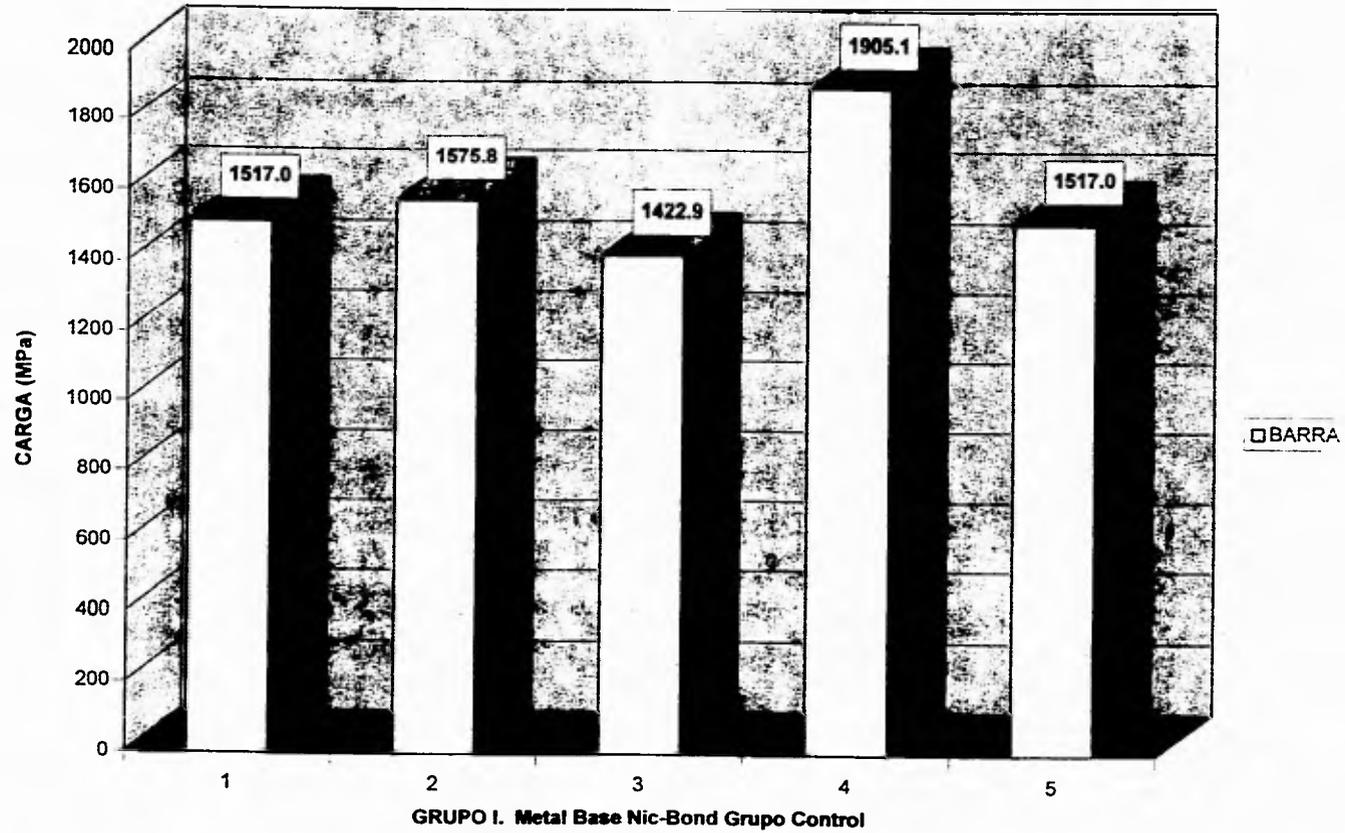
MUESTRA	CARGA (Kg.)	LONGITUD ENTRE SOPORTES (Cm.)	ANCHURA (Cm.)	PROFUNDI DAD (Cm.)	RESISTEN- CIA FLEXURAL (MPa)
21	103	2	0.5	0.5	242.2
22	99	2	0.5	0.5	232.8
23	155	2	0.5	0.5	364.5
24	34	2	0.5	0.5	1.24
25	98	2	0.5	0.5	230.4
Promedio	97.8				214.2
SD	42.9				131.6

Índice de Resistencia Flexural  $\frac{1.5 FL}{wt^2}$

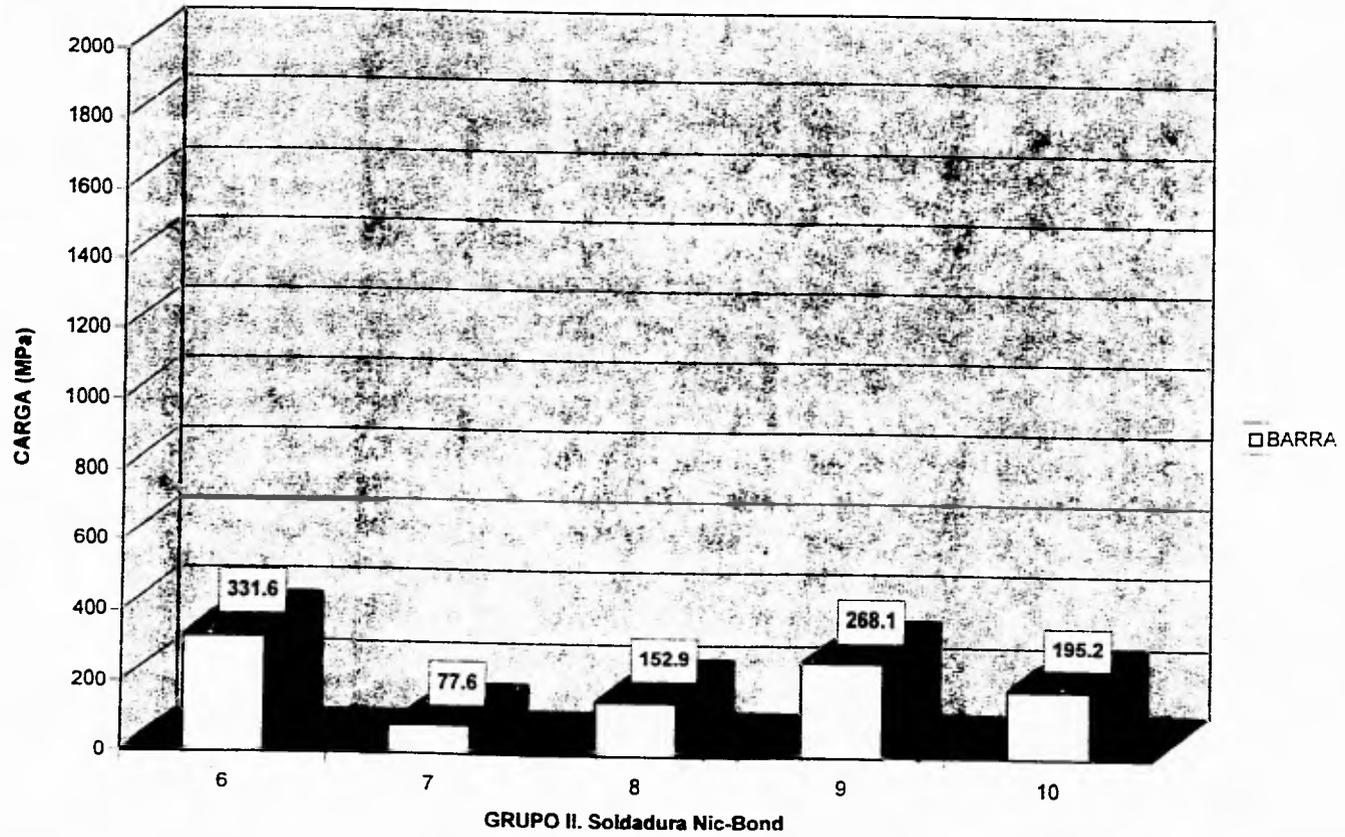
Donde: F=Carga, L=Longitud entre soportes,

tw=Ancho y t=Profundidad

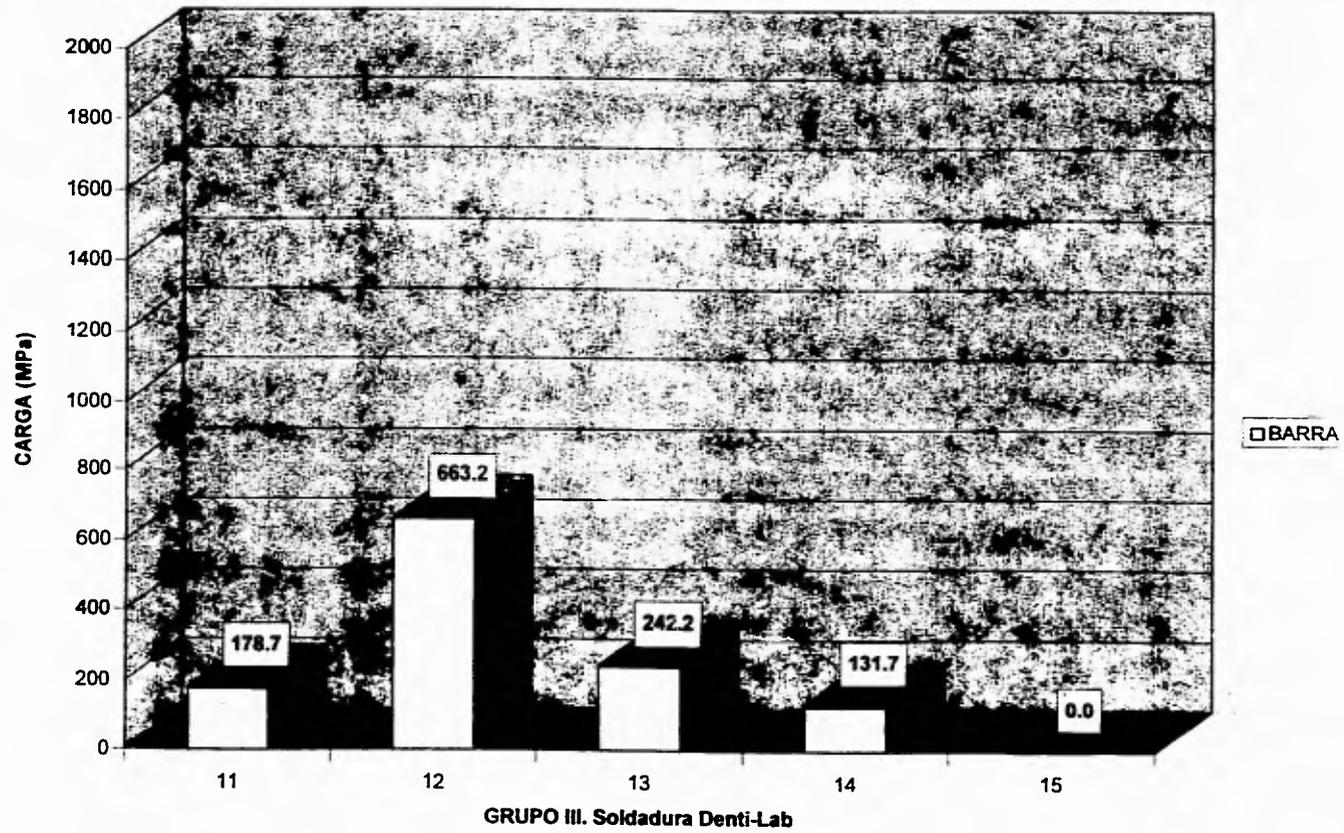
**GRÁFICA I. RESISTENCIA FLEXURAL**



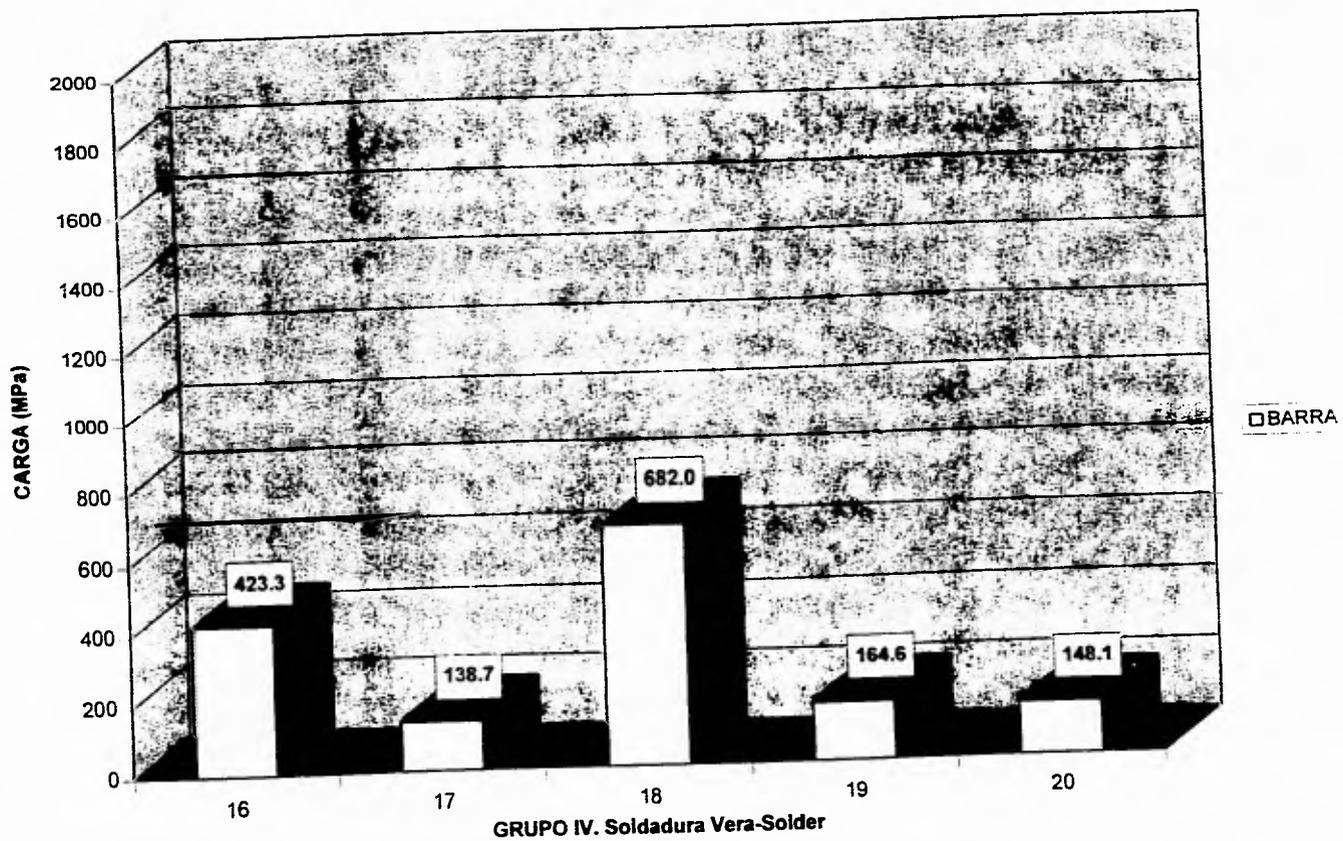
GRÁFICA II. RESISTENCIA FLEXURAL



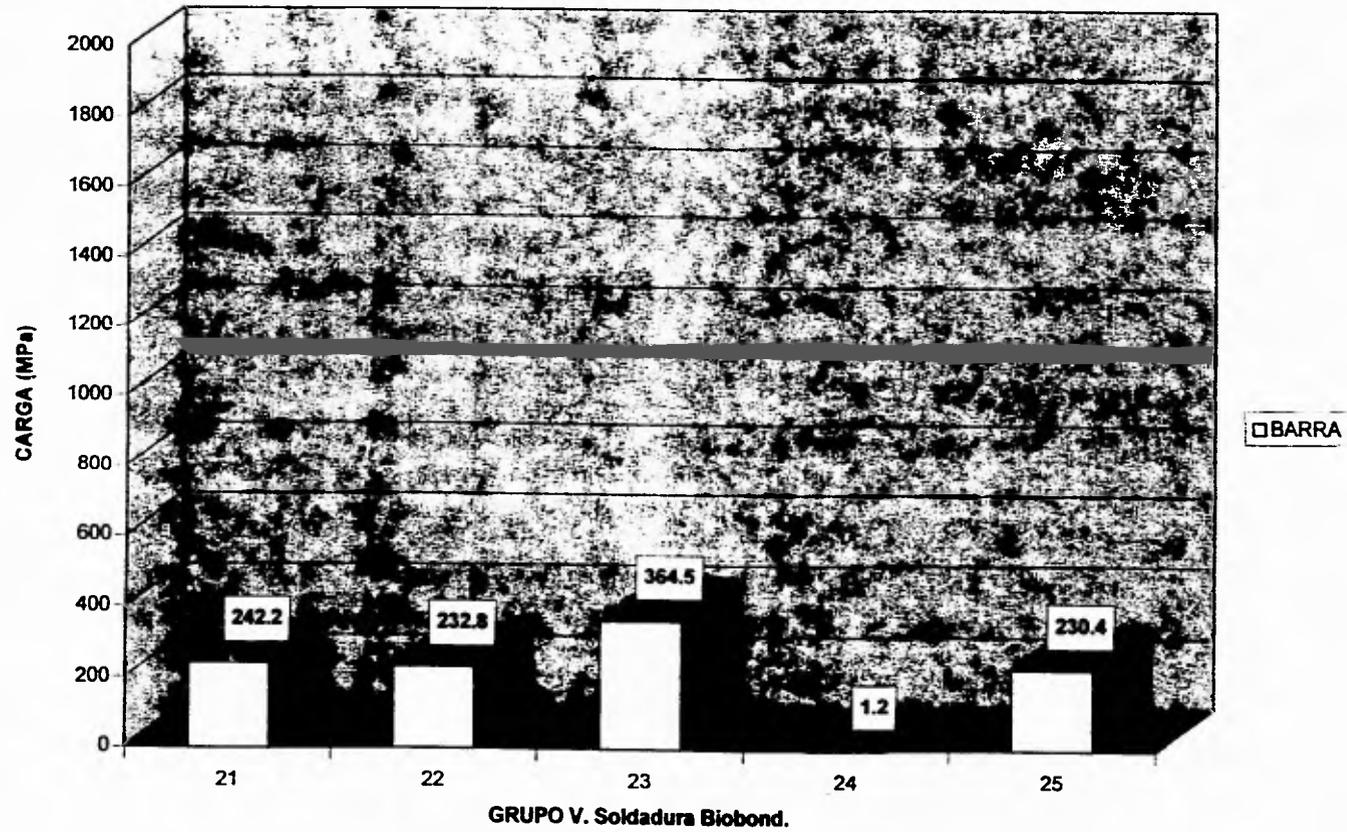
GRÁFICA III. RESISTENCIA FLEXURAL



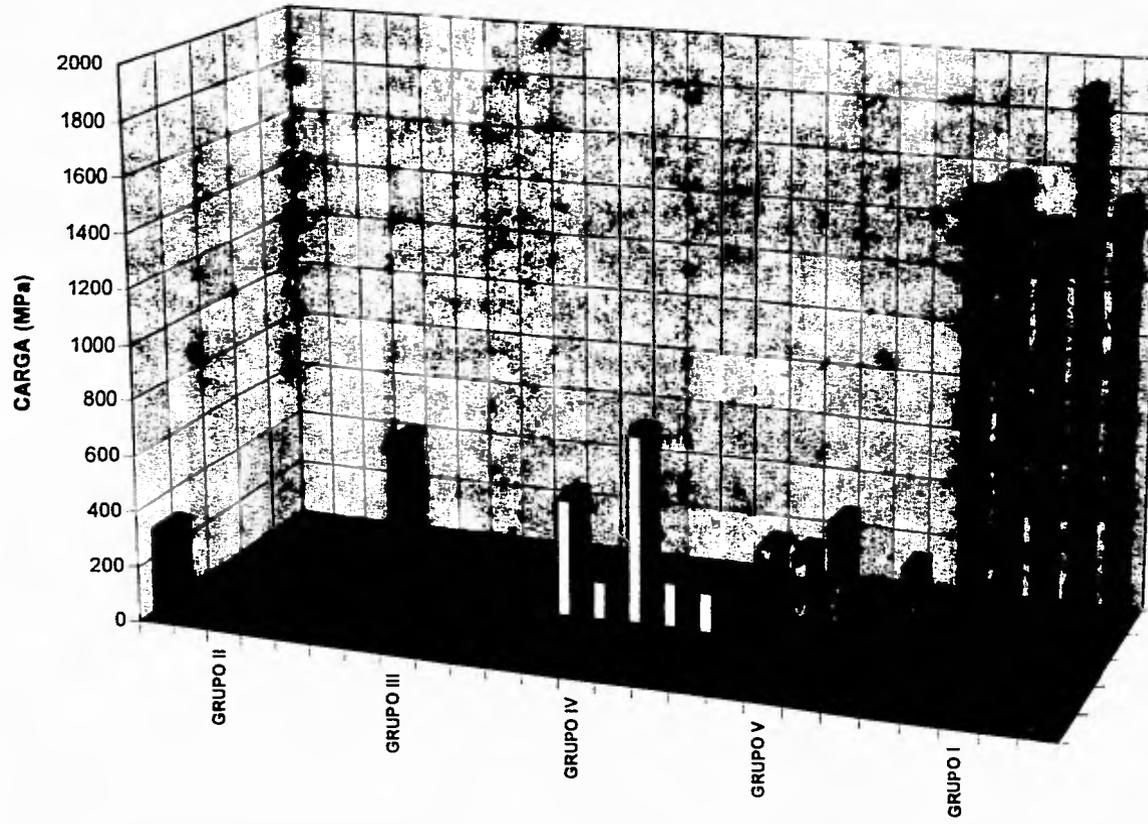
GRÁFICA IV. RESISTENCIA FLEXURAL



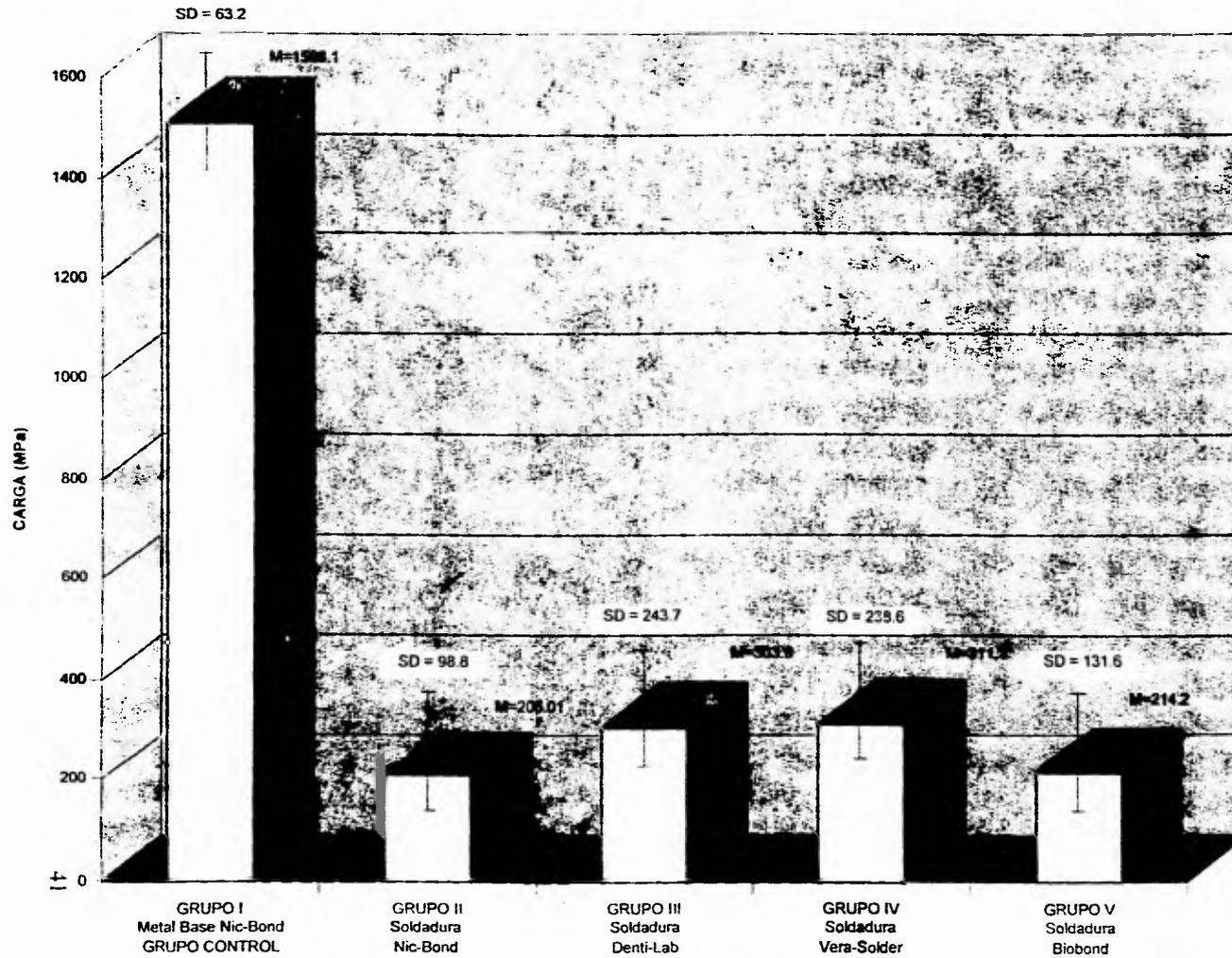
GRÁFICA V. RESISTENCIA FLEXURAL



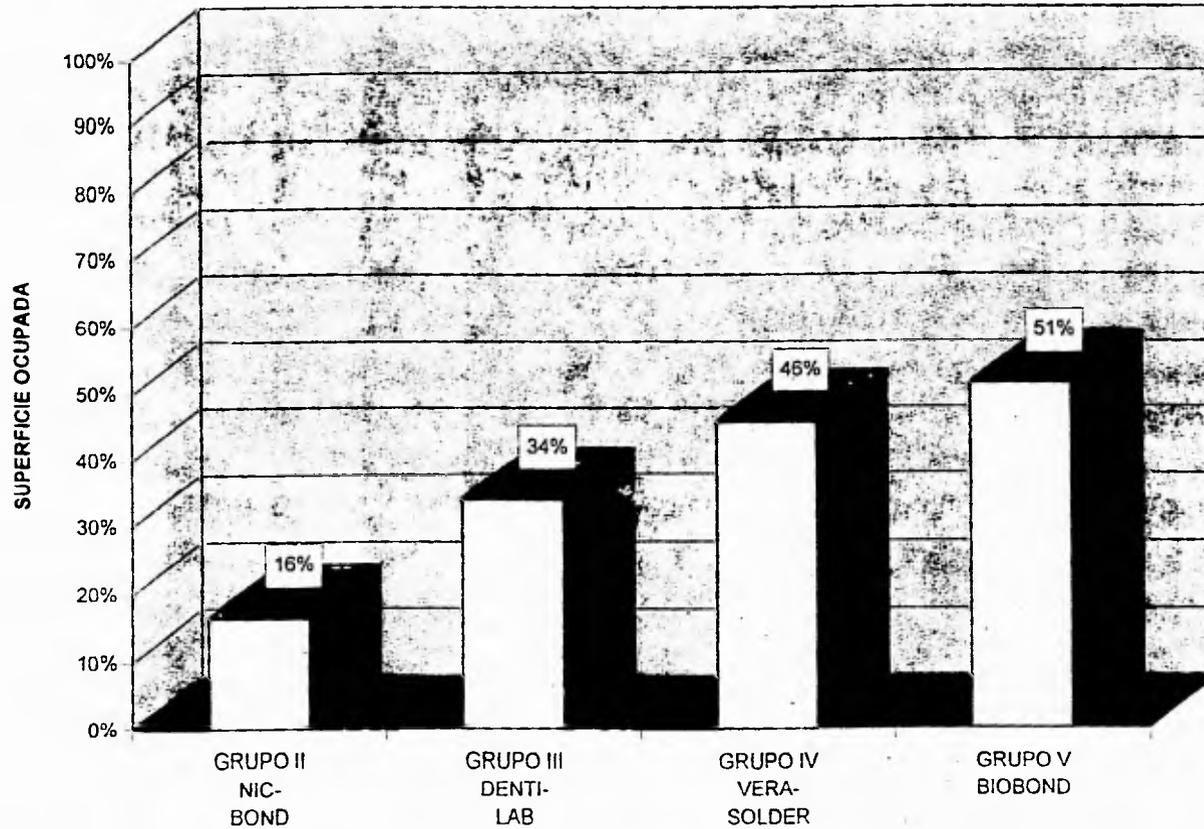
GRÁFICA VI. RESISTENCIA FLEXURAL



GRÁFICA VII. DESVIACIÓN STANDAR Y MEDIA



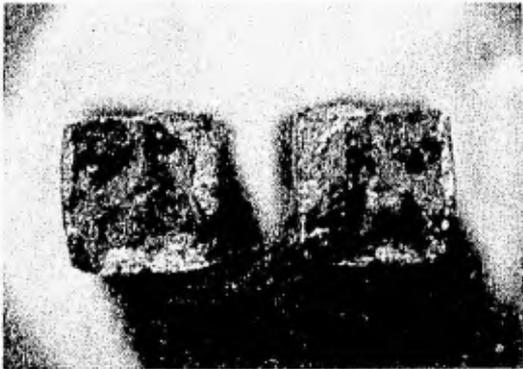
GRÁFICA VIII. OCUPACIÓN DE SOLDADURA EN LA SUPERFICIE DE UNIÓN



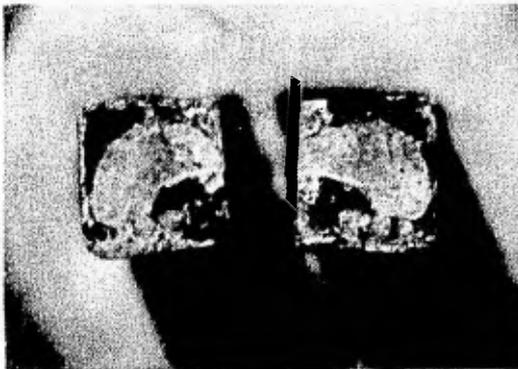
## DESCRIPCIÓN DE LAS SUPERFICIES

Las superficies de las muestras fueron fotografiadas con una cámara Cannon AE1, pudiéndose observar con más claridad la zona soldada proporcionando el porcentaje de ocupación de la soldadura. Para este fin se utilizó una planilla de acetato milimetrada, que fue colocada sobre cada foto.

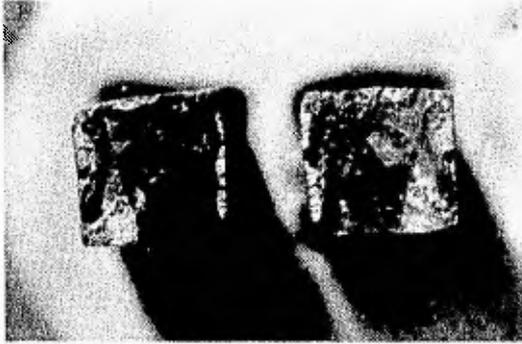
### GRUPO II



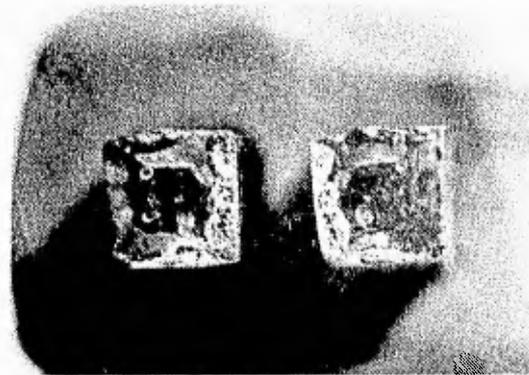
Muestra 6. La difusión de la soldadura se observa sólo en la superficie externa de tres cuadrantes de la muestra, ésta se presenta en alto relieve. La parte central se observa cubierta por óxidos y burbujas. La soldadura ocupó aproximadamente 25% de la superficie. La zona oscura brillante es óxido. El alto relieve que presenta es por el desgarre de la fractura.



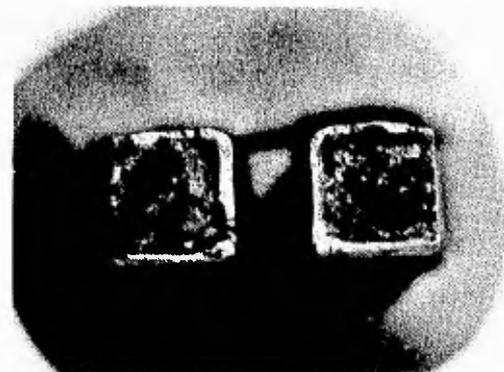
Muestra 7. Sólo dos extremos o lados de la superficie presentan soldadura con alto relieve, esto corresponde aproximadamente al 14% de la superficie soldada. En el centro una zona libre de soldadura y óxidos. Dentro de ésta zona en muy poca proporción se encuentran óxidos de cobre y burbujas.



Muestra 8. Sólo tres pequeñas partes del contorno de la muestra presentan soldadura, aproximadamente 11%. El resto de la superficie presento burbujas y óxidos.

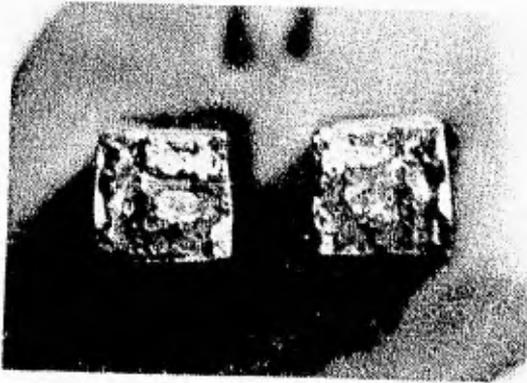


Muestra 9. La soldadura corrió aproximadamente 19% sobre tres lados en el contorno de la barra, se observa que también en el centro hay óxidos de cobre y burbujass.

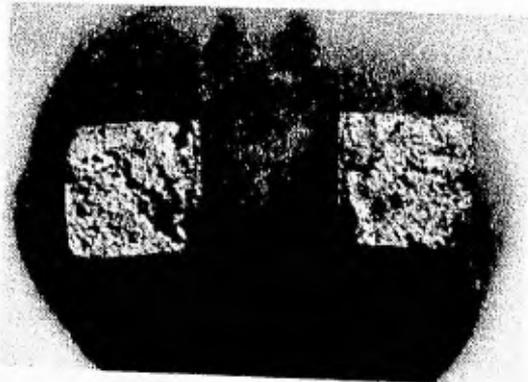


Muestra 10. La soldadura corrió sólo en el contorno de tres lados de la superficie, aproximadamente 13% y en el centro burbujas y óxidos de cobre, en algunas zonas se observo la superficie del metal libre.

### GRUPO III



Muestra 11. La soldadura corrio en un 22% de la superficie en forma irregular, presentando una combinación de burbujas y algunos óxidos de cobre con soldadura, presentándose como una superficie muy brillante.



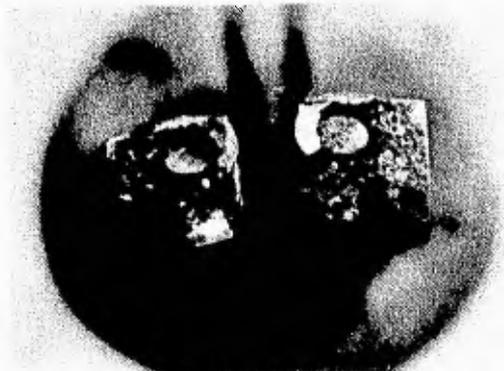
Muestra 12. La soldadura corrio aproximadamente 95% de la superficie, se presento una pequeña fractura del metal por desgarre en uno de sus ángulos.



Muestra 13. La soldadura corrio sólo en un extremo de la superficie, que corresponde al 16%. Se observaron burbujas óxidos de cobre brillantes y superficie del metal libre de soldadura.



Muestra 14. La soldadura corrió sólo en un lado de la superficie, correspondiendo este al 4%. Presentando en el resto de la superficie burbujas y óxidos de cobre de soldadura.

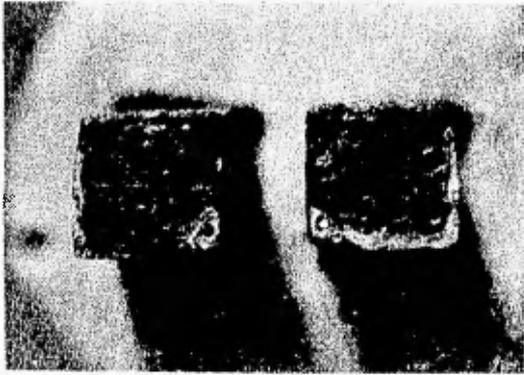


Muestra 15. La soldadura corrió en dos lados de la superficie del metal, correspondiendo al 15%. También presenta múltiples burbujas y óxidos.

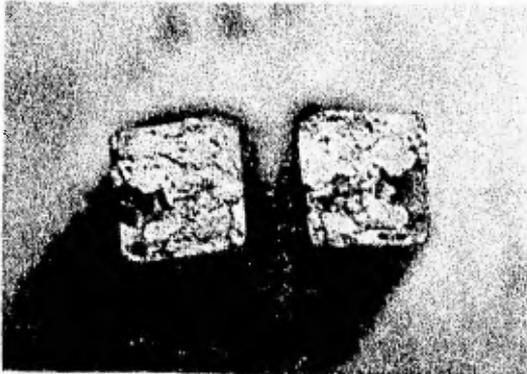
#### GRUPO IV



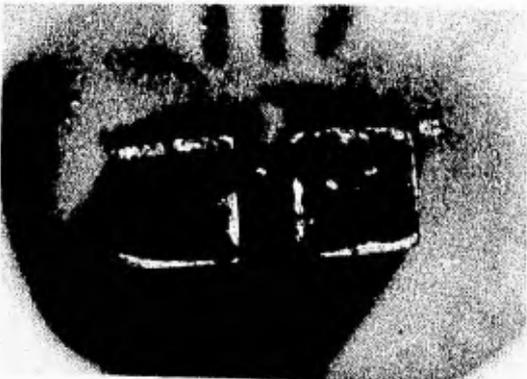
Muestra 16. La soldadura cubrió el 94% de la superficie, dejando ver sólo una pequeña parte en el centro de óxidos en mínima proporción.



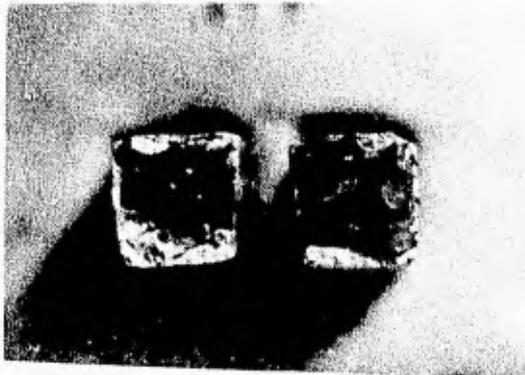
Muestra 17. Sólo dos superficies de la muestra quedaron cubiertas por la soldadura, aproximadamente 10%, presentando burbujas y gran cantidad de óxidos en la mayor parte de la superficie.



Muestra 18. La soldadura corrió en aproximadamente 94% sobre la superficie, se observo burbujas atrapadas dentro de la soldadura y óxidos de cobre

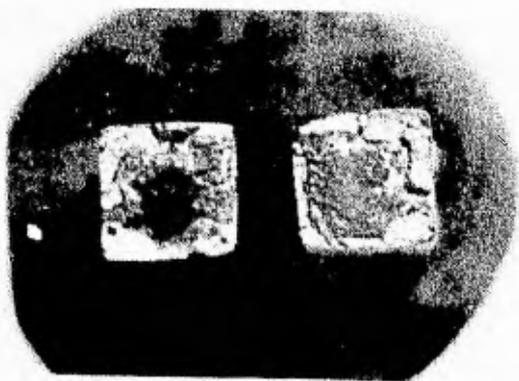


Muestra 19. Se observa soldadura en tres superficies o lados de la muestra, aproximadamente 10%. se observan burbujas atrapados y óxidos de cobre.



Muestra 20. Se observa soldadura en dos superficies de la muestra, que corresponde a 20% de soldadura. Existen burbujas y óxido de cobre, también se observan pequeñas zonas de la superficie del metal libre de soldadura.

### GRUPO V



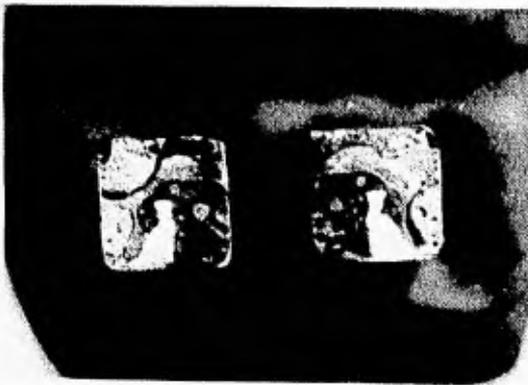
Muestra 21. En ésta, la soldadura cubrió 34% sobre la superficie, se observaron burbujas en una área pequeña de la superficie y óxidos de cobre brillantes.



Muestra 22. La soldadura cubrió un 75% de la superficie, se observó una pequeña zona de óxidos y burbujas.



Muestra 23. La soldadura cubrio un 88% de la superficie, presenta una zona de óxidos y burbujas.



Muestra 24. Un 24% de la superficie se cubrio con soldadura, se observan burbujas y óxidos combinados con soldadura en la mayor parte de la superficie, también hay una pequeña fractura del metal en uno de sus ángulos.



Muestra 25. Corrio en un 36%, se observo burbujas y grumos de óxidos de cobre y pequeñas áreas del metal libres de soldadura.

## RESULTADOS

Las Tablas I a la V, muestran las cargas máxima y promedio aplicadas en Kg., presentando a su vez la resistencia flexural máxima y promedio soportadas en la prueba de flexión reportadas en Mpa.

En el **Grupo I (Control)**, la resistencia a la flexión de las muestras fue de 1,422.9 MPa a 1,575.8 MPa con un promedio de 1,508.1 MPa y una S.D. de 63.2. A este grupo se aplico una carga de 1000 Kg., en la Máquina de Pruebas KARL FRANK.

La muestra No. 4, correspondiente a este grupo presento el fenómeno de escurrimiento al ser sometida a la prueba de flexión, por lo que no se le concidero dentro del resultado estadístico.

El **Grupo II**, se caracterizo por haber utilizado Metal Base, Soldadura y Fundente de la misma Casa Comercial.

En este grupo la resistencia flexural de las muestras fue de 77.6 MPa a 331.6 MPa, con un promedio de 205.8 MPa y una SD de 98.80.

El porcentaje de ocupación de soldadura sobre las superficies de unión en estas muestras fue de 16%, sobre la superficie.

El **Grupo III**, muestra una resistencia a la flexión de 131.7 Mpa a 663.2 Mpa, obteniendo un promedio de 303.9 Mpa y una SD de 243.7 .

El porcentaje de ocupación de soldadura sobre las superficies de unión en estas muestras fue de 34%.

El **Grupo IV**, presento una resistencia a la flexión que va de 138.7 Mpa a 682 Mpa, con un promedio de 311.3 MPa y una SD de 238.6

El porcentaje de ocupación de soldadura sobre las superficies de unión en estas muestras fue de 46%.

En el **Grupo V**, la resistencia a la flexión fue de 1.24 Mpa a 364.5 Mpa, con un promedio de 214.2 Mpa y una SD de 131.6.

El porcentaje de ocupación de soldadura sobre las superficies de unión en estas muestras fue de 51%.

## DISCUSIÓN

Como se cito en Metodología, el técnico no fue informado del objetivo de la investigación, también se estimo que no debería ser guiado en los pasos del procedimiento del soldado, pretendiendo evitar con ello alguna preferencia por parte del mismo.

Por lo anterior, estimamos que algunos de los puntos que hacen susceptible la técnica, no fueron controlados lo suficiente.

Tal es el caso de las muestras correspondientes a los grupos II y V, donde el técnico al conciderar que la humectancia de la soldadura no era la idonea, realizo una aplicación más de fundente y consecuentemente una aplicación más de calor sobre la soldadura. En tanto que para las muestras de los grupos III y IV, la humectancia de la soldadura no requirio una aplicación más de fundente.

En la observación de las superficies dejadas por la fractura de las uniones soldadas, se advirtieron imperfecciones internas, tales como inclusiones de gas, óxidos y burbujas, encontrandose en mayor proporción en las muestras correspondientes a los grupos II y V, mientras que en las muestras de los grupos III y IV, este porcentaje fue menor y en algunas no se distinguió en la revisión fotográfica de las superficies soldadas.

Debemos recordar que el fundente utilizado siempre fue Nic-Bond, advirtiendose que no se producía el mismo efecto de humectancia en las distintas soldaduras.

Vale citar que en una investigación paralela con el uso del fundente Nic-Bond, se obtuvieron los resultados más bajos de resistencia flexural.<sup>23</sup>

En relación al área de ocupación de las superficies soldadas, se observó que el grupo V presentó mayor área cubierta por soldadura, más sin embargo, no fue uno de los grupos con mayor índice de resistencia. Por lo que inferimos que una mayor cantidad de área cubierta por soldadura, no incrementa necesariamente el índice de resistencia final a la flexión. Ver gráfica VIII.

Por lo anterior se sugiere seguir esta línea de investigación, donde las variables sobre el uso de fundente sean más controladas, ya que por el momento los fabricantes de estos no proporcionan las indicaciones para su uso.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados del Grupo I Control, se considerara que el metal base utilizado para la investigación, reúne características similares al metal utilizado en el estudio realizado por Anusavice y col., En el cual el promedio de resistencia fue de 808.37 Mpa, mientras que el promedio registrado en nuestra investigación es de 1,508.1 Mpa. Por estas características de resistencia consideramos que es equiparable.

Tomando como el 100% de Resistencia Flexural a los resultados de las muestras del Grupo I (Control), la resistencia de las uniones soldadas se ve disminuida, como se describe a continuación:

Grupo II.	Soldadura Nic-Bond	disminuye 86.41%
Grupo III.	Soldadura Denti-Lab	disminuye 79.85%
Grupo IV.	Soldadura Vera-Solder	disminuye 79.36%
Grupo V.	Soldadura Biobond	disminuye 85.8%

Por tanto, las soldaduras que brindan mayor resistencia son Denti-Lab y Vera-Solder que corresponden a los grupos III y IV, ya que estos presentan menor porcentaje en relación al 100% del grupo I (Control).

En cuanto a las áreas cubiertas por soldadura sobre la superficie de unión, los grupos III y IV, son los que presentaron menor área cubierta por esta, ofreciendo mayor resistencia final a la flexión.

Así mismo, se corrobora que para todas las soldaduras utilizadas en este estudio se confirma la hipótesis no. dos:

El uso de distinta aleación para soldar (Denti-Lab, Vera-Solder y Biobond) a la que recomienda el fabricante del metal base Nic-Bond, no disminuye la resistencia flexural de la unión soldada.

Por ultimo, así como los fabricantes porporcionan las indicaciones para soldaduras y metales base, recomendamos lo hagan también para sus fundentes.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- E.B. Hawbolt, M.A.Sc., Ph. D.; M.I. McEntee, L.D.S., R.C.S.I., F.R.C.D.; and J.I. Zahel. The Tensile Strength and Appearance of Solder Joint in Three Base Metal Alloys Made With High and Low Temperature Solders. The Journal of Prosthetic Dentistry. September 1983 Vol. 50 No. 3, 362-367.
- 2.- Edward J. Hoffman.. Finishing and Soldering Base and Gold Alloys., Alternatives to Gold Alloys in Dentistry. Department of Healt, Education and Welfare.
- 3.- K. Asgar.  Casting Metals in Dentistry. Past-Present-Future. Adv. Dent. RES. 2(1): 33-43, August, 1988.
- 4.- L.W.A. Townsend, D.M.D.; S.G. Vermilyea, D.M.D. M.S.; and W.H.Griswold D.D.S. Soldering Nonnoble Alloys. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1983, 50:51-53.
- 5.- H.J. Wilson. Solders Fluxes, Soldering Techniques. Dental Techniques and Materials. 1987 Cientific Publications: 527-535.
- 6.- Naofmi Shigeto, D.D.S. Ph. D.; Toshiyuki Yanagihara. B. Eng; Satoshi Murakami, D.D.S.; and Taizo Hamamad, D.D.S. Ph.D. Corrosion Propertis of Soldered Joint. Part II: Corrosion Pattern of Dental Solder and Dental Nickel-Chromium Alloys. The Journal of Protetic Dentistry. November 1991. Vol.65 No. 5:607-610.

- 7.- R.M. Sloan, D.D.S.; M.H. Reisbick, D.M.D., M.S; and J.D. Preston, D.D.S. Post-ceramic Soldering of Various Alloys. The Journal of Prosthetic Dentistry. December 1982 Vol. 48 Num. 6:686-689.
- 8.- M.I.McEntec; E.B.Hawbolt; and J.I. Zahel. The Tensil and Shear Strength of a Base Metal Weld Joint Used in Dent. Res. Journal Prosthetic. February 1981 Vol.60 No. 12: 154-158.
- 9.- Anusavice, K.J.; Okabe, T.; Galloway; S.E; Hoyt, D.J.; and K.Morse. Flexure Test Evaluation of Presolder Base Metal Alloys. Journal Prosthetic Dent. 1995, 54: 507-517.
- 10.- Anonimo. Preparation of the Metal Substructure for Porcelain Soldering Fixed Partial Dentures. Cientific Publications 1988: 106-113.
- 11.- Del Río de la Heras Fernando. Consideraciones sobre las Aleaciones Metálicas Utilizadas en Prótesis Bucal. Revista Europea de Odonto-Estomatología. Trabajos originales. Universidad Complutense de Madrid. 187-190.
- 12.- Mendoza Becerril Laura; Barceló Santana Fedérico. Evaluación in Vitro del Comportamiento de algunas Aleaciones Dentales Nacionales en Diferentes Medios. Separata de la Facultad de Odontología, UNAM. Departamento de Materiales Dentales. P.O. Vol. 13 No. 11.
- 13.- Quintero Englebright Miguel Ángel; Barcelo Santana Fedérico. Aleaciones Dentales. Separata de la Facultad de Odontología. UNAM P.O. Vol. 11, No. 11

1990 pp 53-66. P.O.,Vol. 11 No. 12 1990 pp.39-42. P.O. Vol.12 No. 1 1991 pp.21-25.

- 14.- Rudd Kenneth D. Procedimientos de Laboratorio. Prótesis Parcial Removible. Tomo III. Ed. Salvat.
- 15.- Abelardo Rovira Persina. Metalurgia General. Editorial Dossat. S.A. Segunda Edición. Madrid ESPAÑA. 1989.
- 16.- Phillips, R.W. La Ciencia de los Materiales Dentales. Octava Edición. Nueva Editorial Interamericana. México 1986.
- 17.- Royo Villanova Pérez Manuel. Inicio del Estudio de la Metalografía. La Cristalización Primaria de los Metales. Cátedra de Prótesis Estomatológica. Universidad Complutense de Madrid. pp. 51-53.
- 18.- Del Río de las Heras Fernando. Consideraciones sobre las Aleaciones Metálicas utilizadas en Prótesis Bucal. Prótesis Estomatológica. Universidad Complutense de Madrid: 187-190.
- 19.- Ramirez Martínez Roberto, Dureza de algunas Aleaciones de Oro para Colados Dentales. Rev. Asoc. Odont. Argentina. 21:157-23-159.
- 20.- Henry Hor Witz, P:E. Soldadura, Aplicación y Práctica. Edt. Representaciones y Servicios de Ingeniería. S.A. México, 1984.
- 21.- H.J. Wilson. Dental Technology for Estudents. 1987.
- 22.- TESIS. Aleaciones para Vaciados y para Soldar en Prótesis. Ma. Isabel del Rocío Pérez Quevedo. Universidad Tecnológica de México. 1983.

23.TESIS. Análisis Comparativo de los Fundentes que se Emplean en los Procedimientos de Soldadura que se Emplean en Prótesis Fija. Liliana Bravo Estudillo. Universidad Nacional Autónoma de México. 1995.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA