



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA FRICCIÓN EN BRACKETS DE
POLICARBONATO CON ALAMBRE REDONDO, CUADRADO Y
RECTANGULAR, .018, .022 X .022 Y .017 X .025.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A :

ADRIAN BRINGAS LÓPEZ

TUTOR: C.D. JAIME ALBERTO GONZÁLEZ OREA

ASESOR: MTRO. JORGE GUERRERO IBARRA

MÉXICO D. F.

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 su apoyo incondicional en todo momento de mi vida

A mis hermanos, por su afecto y apoyo total en mi camino

A mi esposa, por mantenerse a mi lado ante cualquier condición

A mi hijo, por llenar de dicha mi vida

Al C.D. Jaime Alberto González Orea, por brindarme su apoyo, asesoría, y amistad en este estudio así como a lo largo de mi carrera.

Al Mtro. Jorge Guerrero Ibarra, por su apoyo incondicional, asesoría y amistad, ya que gracias a eso este trabajo fue realizado con éxito.

A todo el departamento de Investigación de materiales dentales de la Facultad de Odontología posgrado.

A mi Universidad Nacional Autónoma de México, porque gracias a ella hoy se lo que es formar parte de un complejo donde todos y cada uno de los integrantes son tan indispensables para formar de ella lo que hoy en día es la No. 1 de América latina y 59 mundial

Índice

	Pagina
1. Introducción	6
2. Antecedentes	7
2.1 Historia del policarbonato	9
2.1.1 Generalidades del policarbonato	10
2.2 Fricción o rozamiento	13
2.2.1 Leyes de fricción para cuerpos sólidos	14
2.2.2 Tipos de fricción	14
2.3 Generalidades de brackets	16
2.3.1 Clasificación de brackets	17
2.3.2 Características	19
2.4 Alambres	20
2.4.1 Clasificación de los alambres	21
2.4.2 Propiedades de comportamiento	22
2.4.3 Biocompatibilidad de los alambres de acero inoxidable	24
2.4.4 Propiedades del alambre ideal	24
2.5 Efectos de la fricción sobre el anclaje	24
2.6 Mecanismo arco-bracket	26
2.7 Fuerza de contacto	29
3. Planteamiento del problema	31
4. Justificación	32
5. Objetivos	33
5.1 General	33
5.2 Específicos	33

6. Metodología	34
6.1 Tipo e estudio	34
6.2 Población de estudio y muestra	34
6.3 Criterios de inclusión	34
6.4 Criterios de exclusión	34
6.5 Variables de estudio	35
7. Recursos	36
7.1 Humanos	36
7.2 Materiales	36
7.3 Financieros	36
8. Material y método	37
9. Resultados	44
10. Discusión	72
11. Conclusiones	73
12. Referencias bibliográficas	74

1. INTRODUCCIÓN.

Teniendo en cuenta que los materiales de fabricación, en brackets pueden ser metálicos, cerámicas o plásticos, pero por motivos económicos y estéticos, se tiende cada vez más a que los brackets de última generación se fabriquen con plástico (policarbonato), ya que el material es más barato que el metal o la cerámica y, por otro lado, se pueden conseguir colores similares al de los dientes o mejor aún hacerlos transparentes lo que da un valor estético adicional. Un reto tecnológico de los fabricantes de aparatos de ortodoncia, es conseguir un bracket de policarbonato que proporcione características similares a los metálicos o cerámicas respecto a resistencia de deformación y/o rotura y a cualidades de retención, pero que además sea más estético y tenga un menor costo de fabricación, que no guarden olores, que no se adhiera placa, etc.

Durante el movimiento dentario bracket y diente se mueven a lo largo del alambre, la fricción se opone a tal movimiento. La fricción puede ser un factor muy determinante en la eficacia de un aparato de ortodoncia; ya que aumenta la fuerza requerida para mover un diente, hace más lento el movimiento dental y contribuye a la pérdida de anclaje. Varios factores, tanto físicos como biológicos, intervienen en la fricción en ortodoncia: las propiedades del bracket (material, proceso de manufactura, diseño), las propiedades del alambre (material y sección transversal), el método de ligadura, los factores del paciente (angulación bracket-alambre, fuerzas dinámicas intraorales), etc.

En este caso vamos a dedicar este estudio exclusivamente a la resistencia que presentan a la fricción en el slot tres marcas comerciales en México (GAC borgatta, Silkon y Leone)

2. ANTECEDENTES

C.A. Reicheneder et al. en el año 2007 en la Universidad de Regensburg, Alemania: pusieron a prueba 10 juegos de brackets de distintas marcas entre las que destacan Allure, Image, Oyster, Transcend, Opal los cuales fueron colocados en una solución de saliva artificial compuesta de MaCl_2 , CaCl_2 , NaH_2PO_4 , NaCl , KCL , Sorbitol, Agua y colocados en una cámara de envejecimiento de 9-10 meses y de 18-20 meses para después ser probados en una maquina instron, obteniendo como resultados que todos los brackets presentan una alta resistencia a la fricción en general. Los brackets de la marca Opal tienen muy poca resistencia a la fricción, ellos aseveran se debe a varios factores entre los que destacan, el tamaño del arco de alambre y material (acero inoxidable y NiTi), angulación del bracket y el uso de la saliva artificial. ¹

Andreas Faltermeier et al. en el año 2007 en la Universidad de Regensburg, Alemania: realizaron un estudio in vitro para determinar la estabilidad del color de los brackets plásticos. Sometieron a investigación un total de 160 brackets correspondientes a el incisivo central derecho, fueron colocados en grupos de cuarenta brackets, elaborados en composite Aesthetic-line (Forestadent), Brillant (Forestadent), Envision (Ortho organizers, San Marcos, California, USA) y una marca experimental, Expert la cual consistía en dimetacrilato de uretano como matriz funcional, silanizados al 40%. Utilizaron tres bebidas: vino tinto, café, té y un cuarto grupo fue expuesto a rayos UV por 72 hrs, obteniendo como resultado que todos los brackets mostraron un cambio significativo a las 24 hrs de permanecer en vino tinto, y ésta se incrementó mucho más a las 72 hrs. Comparando los agentes colorantes y los sometidos a rayos UV el mayor cambio de color se dio en vino tinto, seguido de café y té, los sometidos a rayos UV solo mostraron un cambio

mínimo. Los brackets de la marca Envision mostraron mayor coloración que cualquiera de los otros brackets.²

J.S.Russell del Instituto Dental Leeds, Inglaterra en el año 2004 realizó un estudio de mercado a cerca de los brackets plásticos y cerámicos y discute acerca de los principales problemas asociados con éstos. En este estudio divide los brackets en dos tipos: brackets plásticos y brackets cerámicos de los cuales describe el nombre del producto, casa de elaboración, distribuidores, composición, prescripción, tamaño del slot y técnica de adhesión. Obteniendo como resultado que el problema principal de todos estos brackets es al momento de retirados del diente causando fracturas dentales y daño al esmalte, otras desventajas importantes que señaló es que presentan poca resistencia a la fricción, fractura de brackets y desprendimiento continuo de éstos de la superficie dental.³

M Watanabe en el año 2003 en la Universidad Médica y Dental de Tokyo, Japón realizó un estudio sobre la degradación de Bisfenol A (BPA) liberado por el Policarbonato usado en odontología, ésta investigación la llevó a cabo in vitro e in vivo. Los brackets fueron colocados en la cavidad oral por 18-40 meses, así como en guardas y coronas temporales colocadas en agua a 37°C por 34 meses, fueron examinados los cambios de BPA contenido en el peso molecular del policarbonato, usando un líquido cromatográfico, la liberación de BPA in vitro fué monitoreada. El BPA contenido en el peso molecular de los brackets in vivo muestra una tendencia a aumentar de 38-60 µg /g a 324-697 µg /g y a disminuir de 49x10³-54x10³ a 43x10³-45x10³ durante 18-40 meses. El contenido total de la liberación de Bisfenol A in vitro después de 34 meses es de 47.2 y 37.4 µg /g por bracket, 13.0 y 22 µg /g por guarda, y 50 y 2.8 µg /g por corona temporal respectivamente. El BPA es liberado aparentemente en mayor cantidad en saliva que in vitro. Los activos contenidos en el policarbonato son causantes de la formación del BPA.⁴

2.1 Historia del policarbonato

El policarbonato es un polímero que se descubrió casi por casualidad y fue explotado comercialmente muchos años después de su desarrollo industrial.

Los primeros estudios sobre este polímero datan del año 1928 cuando el investigador químico E.I Carothers de la mercantil DuPont, realizando un estudio sistemático sobre las resinas de poliéster, buscando un polímero para la producción de nuevos tejidos, empezó a examinar los policarbonatos alifáticos.

Pasaron muchos años y los estudios continuaron aunque cambiaron de dirección y fin. Para él, año 1952, el científico H. Schell de la firma Bayer, cumple con éxito los primeros estudios en laboratorio para la fabricación de los policarbonatos.

Paralelamente a los estudios de H. Schell otros científicos también fueron activos para entonces. En 1953 Daniel Fox de la mercantil General Electric descubre en el laboratorio la producción de este polímero.

En el año 1954, Schnell de la casa Bayer, presenta la patente tan solo 9 días antes que la de General Electric. Este motivo hace necesario una intervención política para evitar un enfrentamiento entre las dos sociedades.

En el año 1959, el policarbonato "Makrolon" de la firma Bayer entra en producción y un año después en 1960 fue el turno de "Lexan" de la firma General Electric, por lo que "Makrolon" y "Lexan" son nombres comerciales de policarbonato.

Los años siguientes al lanzamiento del policarbonato no fueron precisamente brillantes y a la industria le costaba asimilar e intuir las ventajas económicas de utilizar este nuevo polímero. El hecho de que este nuevo material fuese increíblemente transparente y con excelentes propiedades de resistencia térmica y mecánica, unido a un elevado índice de oxígeno, no era considerado interesante por los sectores económicos.

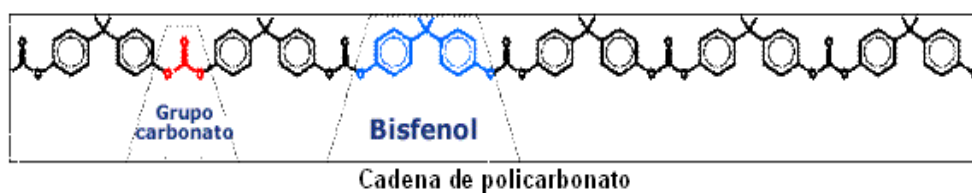
Estas actitudes de rechazo cambiaron gracias al trabajo de marketing americano que tomó la iniciativa y demostró, por entonces, como este material estaba aún muy lejos de descubrir las áreas auténticas de sus aplicaciones.

Desde mediados de los 80's las botellas de agua de 18 litros hechas de policarbonato llegaron a reemplazar las pesadas y frágiles botellas de vidrio. Estas botellas ligeras y resistentes al rompimiento, pueden ahora ser encontradas en muchos establecimientos públicos y oficinas.

La versatilidad del policarbonato lo hace excelente para una creación funcional, así como productos artísticamente agradables. Pueden ser fácilmente moldeados y teñidos de cientos de colores, para productos como espejos de carros, cubiertas de celulares, contenedores para microondas y pueden ser transparentes para el uso en lentes de uso diario.⁵

2.1.1 Generalidades del Policarbonato

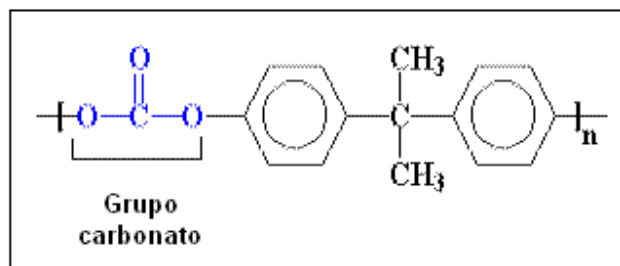
El policarbonato es un poliéster, con una estructura química repetitiva de moléculas de Bisfenol A, ligados a otros grupos carbonatos (-O-CO-O) en una molécula larga.



Fuente: <http://www.quiminet.com.mx/art/ar%25E2%2521%2592%25DE%2599%25D9%2521%259D.php>

Toma su nombre por los grupos carbonatados en su cadena principal, también es conocido como policarbonato de bisfenol A, porque se elabora a partir de bisfenol A y fosgeno.

Su fórmula condensada es la siguiente:

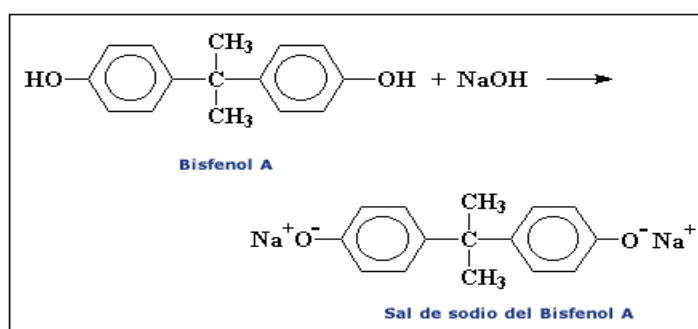


Fuente: <http://www.quiminet.com.mx/art/ar%25E2%2521%2592%25DE%2599%25D9%2521%259D.php>

Los policarbonatos son un grupo en particular de termoplásticos (pueden ser modelados en caliente). Son trabajados, modelados y termoformados fácilmente, éstos plásticos son ampliamente usados en la fabricación del “cristal a prueba de balas” por ser un material muy durable.

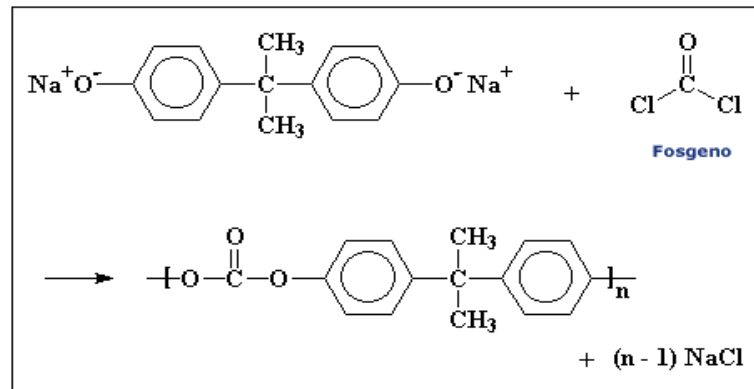
Hay otro tipo de policarbonato que es usado para la fabricación de lentes, por ser liviano y transparente. Este nuevo policarbonato vino a sustituir la pesadez de los lentes de cristal, ya que no solo es más liviano, sino que tiene un índice de refracción mucho más alto. Eso significa que la luz se refracta más que en el cristal. Es un material termorígido, es decir, que no se funde y no puede moldearse nuevamente.

Como ya se había mencionado, el policarbonato se obtiene a partir de bisfenol A fosgeno. El mecanismo comienza con la reacción de Bisfenol A con hidróxido de sodio para dar la sal sódica del Bisfenol A.



Fuente: <http://www.quiminet.com.mx/art/ar%25E2%2521%2592%25DE%2599%25D9%2521%259D.php>

La sal de Bisfenol A reacciona con el fosgeno (un compuesto bastante desagradable que era el arma química preferida de la Primera Guerra Mundial), para producir el policarbonato.



Fuente: <http://www.quiminet.com.mx/art/ar%25E2%2521%2592%25DE%2599%25D9%2521%259D.php>

Entre las propiedades características del policarbonato se encuentran:

- Buena resistencia al impacto.
- Buena resistencia a la temperatura, ideal para aplicaciones que requieren esterilización.
- Buena estabilidad dimensional
- Buenas propiedades dieléctricas
- Escasa combustibilidad
- Es amorfo, transparente y tenaz, con tendencia al agrietamiento
- Tiene buenas propiedades mecánicas, tenacidad y resistencia química
- Es atacado por los hidrocarburos alogenados, los hidrocarburos aromáticos y las aminas
- Es estable frente a los ácidos y el agua
- Buen aislante eléctrico
- No es biodegradable

Esta combinación de características ha conducida a muchas aplicaciones benéficas, durables y únicas en el sector electrónico, aplicaciones domésticas, equipos de oficina, en la industria de la construcción, ingeniería automotriz, envases de alimento y bebidas, dispositivos médicos y equipos de seguridad, entre otros.⁵

2.2 Fricción o Rozamiento

Cuando las superficies de dos objetos se deslizan entre sí o tienden a hacerlo, actúa una fuerza de fricción o rozamiento. Cuando se aplica una fuerza a un objeto que se encuentra sobre una superficie, hay una fuerza fricción que suele reducir la fuerza neta y la aceleración que resulta. La fricción se debe a las irregularidades de las superficies que están en contacto mutuo, y depende de los materiales y de cuanto se opriman entre sí. Hasta las superficies más lisas tienen irregularidades microscópicas que absorban el movimiento. Los átomos se adhieren entre si en muchos puntos de contacto. Cuando un objeto se desliza contra otro debe subir sobre los picos de las irregularidades, o se deben desprender los átomos por fricción. En cualquiera de los casos se requiere una fuerza.

La dirección de la fuerza de fricción siempre es la opuesta al movimiento. Un objeto que se deslice de bajada por un plano inclinado está sometido a una fricción sometida de subida por el plano; un objeto que se desliza hacia la derecha está sometido a una fricción dirigida hacia la izquierda. Así, si se debe mover un objeto a velocidad constante se le debe aplicar una fuerza igual a al fuerza opuesta de la fricción, para que las dos fuerzas se anulen entre sí. La fuerza neta igual a cero causa entonces una aceleración cero.⁶

Concepto

Fricción. Es la fuerza de resistencia que se opone al movimiento o a intentos de movimiento de un objeto en relación con otro, con el que está en contacto o a través de un fluido.

2.2.1 Leyes de la fricción para cuerpos sólidos

- La fuerza de rozamiento se encuentra en la dirección de la superficie de apoyo.
- El coeficiente de rozamiento es prácticamente independiente del área de la superficie de contacto.
- El coeficiente de rozamiento depende de la naturaleza de los cuerpos en contacto, así como del estado en que se encuentren sus superficies.
- La fuerza máxima de rozamiento es directamente proporcional a la fuerza normal que actúa entre las superficies de contacto.
- Para un mismo par de cuerpos, el rozamiento es mayor un instante antes del movimiento que cuando se está en movimiento.

Algunos autores sintetizan las leyes del comportamiento friccional en las siguientes dos leyes básicas:

1. La resistencia al deslizamiento tangencial entre dos cuerpos es proporcional a la fuerza normal ejercida entre los mismos.
2. La resistencia al deslizamiento tangencial entre dos cuerpos es independiente de las dimensiones de ambos.

2.2.2 Tipos de fricción

Existen dos tipos de rozamiento o fricción, la fricción estática y la fricción cinética. El primero es una resistencia, la cual se debe superar para poner movimiento un cuerpo con respecto a otro que se encuentra en contacto. El segundo, es una fuerza de magnitud constante que se opone al movimiento

una vez que éste ya comenzó, lo que diferencia a un roce con el otro es que el estático actúa cuando el cuerpo está en reposo y el cinético cuando está en movimiento.

El roce estático es siempre menor o igual al coeficiente de rozamiento entre los dos objetos (número que se mide experimentalmente y está tabulado) multiplicado por la fuerza normal. El roce cinético, en cambio, es igual al coeficiente de rozamiento, denotado por la letra griega μ , por la normal en todo instante.

No se tiene una idea perfectamente clara de la diferencia entre el rozamiento cinético y el estático, pero se tiende a pensar que el estático es mayor que el cinético, porque al permanecer en reposo ambas superficies, pueden aparecer enlaces iónicos, o incluso microsoldaduras entre las superficies, éste fenómeno es tanto mayor cuanto más perfectas son las superficies.

Rozamiento cinético

La magnitud de la fuerza de roce se puede expresar matemáticamente mediante cualquiera de las dos expresiones:

$$Tr = \mu k N \quad \text{ó} \quad Tr = \mu k \sigma N$$

Donde:

Tr es la fuerza de rozamiento.

μk es el coeficiente de rozamiento cinético.

N es la fuerza en la dirección normal al movimiento.

Tr la tensión tangencial a las superficies.

σN la tensión normal o presión que se ejercen las superficies.

Fricción estático

En el caso del rozamiento estático, existe un rango de fuerzas que pueden ser aplicadas al cuerpo y no una única como es el caso del roce dinámico. Para cualquier fuerza o tensión que cumplan con las expresiones:

$$Tr \leq \mu_e N \quad \text{ó} \quad Tr \leq \mu_e \sigma r$$

El cuerpo se mantendrá en reposo. Donde ahora:

μ_e es el coeficiente de roce estático.⁷

2.3 Generalidades de brackets

Definición de Bracket.

Dispositivos colocados en un diente ayudados por la fuerza que ejercen los alambres sobre ellos.

Los primeros aparatos ortodónticos que se tienen registrados eran de tipo removible y datan del siglo XIX. Los primeros Aparatos fijos eran burdas bandas metálicas de cobre o plata mal adheridas a los dientes que causaban más problemas que beneficios.

Kingsley, Case y Angle comprendieron que para realizar movimientos dentales adecuados eran necesario idear un aparato fijo que fuera capaz de controlar el movimiento dentario individualmente. Estos pioneros mejoraron la calidad de las bandas y sueldan aditamentos sobre ellas que permitían sujetar los alambres. El típico aparato de esa época estaba formado por dos bandas "Ancla" colocadas sobre los molares con tubos largos soldados en posición paralela al plano oclusal y un arco labial de alambre pesado que seguía el contorno vestibular. A los dientes que se encontraban en mal posición se les colocaba una banda con aditamentos, los cuales servían para sujetar al diente con el arco labial utilizando alambre de cobre o plata.

El movimiento dentario se manifestaba con una inclinación hacia el arco labial; el hecho de que la oclusión no tuviera un equilibrio intermaxilar o muscular no importaba a los primeros ortodoncistas.

Angle sostenía que si los dientes eran colocados en su relación oclusal adecuada, provocarían la formación de hueso de soporte para ser conservados en su posición; este fue el concepto fundamental de la ortodoncia en los primeros años. Estos resultados dieron la pauta a los primeros ortodoncistas, para desarrollar un aparato que tuviera la capacidad de inclinación axial de los dientes y movimiento más controlado.

Actualmente con brackets de arco canto (ranura horizontal) se pueden lograr todos los movimientos necesarios para corregir anomalías de posición dental. Dicha técnica fue denominada por Angle como técnica Edgewise, en la cual combino arcos redondos, cuadrados y rectangulares. Cabe mencionar que básicamente la denominación Edgewise se refiere al alambre rectangular.⁸

2.3.1 Clasificación

Podemos clasificar a los brackets en varios grupos:

I Por su forma de adhesión

- a) Soldables a bandas
- b) Adhesión directa (retención en la base)

II Por su tamaño

- a) Standard:

4.2 mm de ancho mesiodistal en anteriores superiores

4.0 mm de ancho mesiodistal en caninos

3.8 mm de ancho mesiodistal en premolares.

- b) Medianos

3.8 mm de ancho mesiodistal en anteriores superiores

3.6 mm de ancho mesiodistal en caninos

3.4 mm de ancho mesiodistal en premolares.

c) Mini

3.2mm de ancho mesiodistal en anteriores superiores

3.0 mm de ancho mesiodistal en caninos

2.6 mm de ancho mesiodistal en premolares.

Nota. Las medidas varían de acuerdo al fabricante.

III por su composición

a) Metálicos: Fabricados en acero inoxidable de grado médico b) Estéticos:

Cerámicos: fabricados en Polímeros de silicio o de algún cristal mineral

Plásticos: Fabricados en policarbonato o PET.

Híbridos: fabricados con integración de dos o más materiales

IV por su diseño

a) Estándar Edgewise: sin torque sin angulación, sin rotación normalmente sin in/out. En esta técnica es frecuente el uso multiloops.

b) Pretorqueados y preangulados (ligables y de auto ligado):

1. Torque en ranura: ranura con inclinación vestíbulo palatina.

2. Torque en base: ranura paralela a la base del bracket.

3. Angulación en ranura: inclinación mesiodistal de la ranura.

4. Angulación en cuerpo: de diseño romboidal de las caras mesial y distal del cuerpo del bracket.

5. Rotación: expresada en la base del cuerpo del bracket. Ésto se logra con un diferencial de altura en sentido mesiodistal.

V Por su manufactura

a) Cortados. Se efectúan cortes para formar el slot y dividir las aletas. Posteriormente se les solda la base, la cual ya tiene la malla adherida y la forma del diente al que será pegado.

- b) Fundidos. Se inyectan a presión sobre un molde que contiene las cavidades con la forma del bracket, generalmente son fundidos en cuerpo y base. Esta última presenta retenciones del tipo mecánico
- c) Híbridos. Son aquellos que son fundidos en cuerpo, lo cual les permite una gran delicadeza en los detalles; presentan una base soldada. Este último es el de mayor calidad en su diseño

Nomenclatura

Torque: inclinación vestibulo palatina del diente

Tip: angulación mesiodistal del diente

In/out: Distancia entre el fondo de la ranura y la base del bracket

Rotación: movimiento del diente en los 360°. ⁹

2.3.2 Características

1. Los hooks. Son de suma importancia, ya que nos permiten colocar con facilidad las cadenas elásticas, close coil, los elásticos intermaxilares, etc. Estos los encontramos generalmente en el ala distal de los caninos y premolares (Morelli, Liberty, Ovation)
2. El punto de orientación. Es útil para ubicar con facilidad de que cuadrante es el bracket; los fabricantes los colocan en el ala distogingival de los brackets gemelos, pero no así en los utilizados por viazis que solo cuentan con dos aletas hacia incisal y una hacia gingival y es en esta donde se encuentra el hook y el punto de referencia
3. El calibre del Slot (riel o ranura del bracket) puede variar en tres medidas: 0.018" x 0.025", 0.018" x 0.030", 0.022" x 0.028"; para el slot 0.018" el alambre rectangular más grueso que recomendamos utilizar será 0.017" X 0.025" y el 0.019" x 0.025" para el slot 0.022.

4. El eje longitudinal es importante que este señalado en el bracket, ya que juega un papel importante en la transmisión de la información del tip al diente; si esta línea y el eje axial del diente coinciden en línea paralela, los resultados serán más aceptables al final del tratamiento y no habrá necesidad de hacer dobleces compensatorios.
5. Las aletas deben ser pequeñas y retentivas, ya que en estas se van a colocar los módulos, ligaduras, cadenas y todos nuestros aditamentos para llevar a cabo la mecano terapia del tratamiento ortodontico.
6. Base y malla. de su diseño depende la estabilidad del bracket durante el tratamiento ortodontico y varia de una casa fabricante a otra. (número de rejillas en la malla, torque en base o en el slot, angulación, etc.) La malla es un tejido de hilos de acero inoxidable que dan retención a los adhesivos; se miden por la cantidad de espacios por cm². Sus medidas más comunes son 60, 80, 100, 150,200. Existen las mallas soldadas a la base del bracket, otras que son coladas en una sola pieza, otras en donde la superficie retentiva de la malla, está constituida por pequeñas pirámides invertidas cuyo vértice esta unido al bracket y la base de estas pirámides estará en contacto con la superficie dental; existen otros brackets en donde la malla nace del cuerpo de este como una sola unidad.⁹

2.4 Alambres

Concepto de alambre.

Es un metal en forma de hilo que ha sufrido estiramientos por fuerzas traccionales. lo podemos utilizar como:

- Elementos activos: aquel que va a liberar una serie de fuerzas controladas y fisiológicas para mover dientes. Por ejemplo: arcos y resortes.
- Elementos pasivos: como retenedores, ligaduras y elementos de estabilización.

2.4.1 Clasificación de los alambres:

A.- Clasificación de los alambres de uso ortodóntico de acuerdo a su composición:

I.- Metálicos:

Oro

Acero Inoxidable

Cobalto- Cromo

Beta- Titanio

Nitinol

II.- No metálicos

B.- Clasificación de los alambres de uso ortodóntico de acuerdo al número de materiales que los componen y como se presentan:

I.- Simple (si está compuesto de un solo material):

Un solo hilo

Múltiples hilos (Trenzados, coaxiales, etc.)

II.- Compuestos: Si está compuesto por más de un material).

Otra clasificación:

A. Por la forma de la sección:

Redondos.

Cuadrados.

Trenzados.

Rectangulares.

B. Por su diámetro:

Dependiendo del país donde se confeccionen se utilizan unas unidades de medida u otras. En EE.UU se miden en pulgadas mientras que en Europa se miden en mm.

Alambres redondos:

Ligaduras 0,008-0,012 pulgadas

Arcos 0,012-0,020 pulgadas

Aparatos auxiliares 0,020-0,045 pulgadas

Aparatos intra y extraorales 0,045-0,060 pulgadas

Alambres cuadrados:

Arcos 0,016-0,018 pulgadas

Alambres trenzados:

Arcos 0,015-0,021 pulgadas

Alambres rectangulares:

Arcos brackets ranura 0,018 0,016-0,018 x 0,022 pulgadas

Arcos brackets ranura 0,022 0,017-0,022 x 0,025 pulgadas.⁹

2.4.2 Propiedades de comportamiento

Flexibilidad: en las aleaciones de acero inoxidable la flexibilidad es baja, por lo que su elasticidad esta disminuida. El fenómeno de elasticidad del material en la curva Tensión/Deformación se manifiesta como una zona recta. Cuanto mayor sea la pendiente en dicha curva, menor será la elasticidad del alambre.

Junto al término de elasticidad se debe conocer el de rigidez, que es una propiedad recíproca e inversa, por ejemplo un alambre que sea flexible no será rígido y viceversa.

Recorrido: es la distancia que se puede flexionar elásticamente un alambre antes de que en él se produzca una deformación de tipo permanente, en el caso de los aceros inoxidables el recorrido es bajo ya que son alambres poco flexibles. Phillips denomina al recorrido como la "Flexibilidad Máxima" del material.¹⁰

Resistencia: propiedad que relaciona el grado de rigidez con el recorrido del alambre. Es medida en unidades de tensión; (g/cm²). La resistencia en las aleaciones de acero inoxidable es alta.

Acción resorte: también se encuentra en la literatura como springback propiedad que expresa la cantidad de flexión que puede soportar un alambre, sin causar en él deformación permanente o exceder los límites del material. La flexión se caracteriza por la capacidad que posee un alambre para deformarse como consecuencia de la aplicación de una fuerza. En los alambres de acero inoxidable el springback es bajo ya que al aplicarles una determinada fuerza para realizar un dobles o resorte este se deforma fácilmente.

Fricción: es una fuerza tangencial a la unión común de dos cuerpos en contacto, que opone resistencia al movimiento relativo de uno con el otro, estas fuerzas por lo tanto actúan oponiéndose al movimiento de los cuerpos. En ortodoncia para que se pueda producir un movimiento dentario determinado deben aplicarse fuerzas adecuadas que sean capaces de vencer a la fricción que se genera entre el alambre y bracket. En los alambres de acero inoxidable es relativamente baja la fricción que tienden a generar al realizar la mecánica ortodóntica.

Ductilidad: cantidad de deformación permanente que puede soportar un alambre antes de fracturarse, también se consigue en la literatura como formabilidad; en ortodoncia se expresa como la capacidad que tiene el alambre de darle una determinada forma (loops, resortes dobles 1^o, 2^o y 3^a etc) sin fracturarse o romperse.

Fatiga: es la fractura que ocurre en el alambre cuando está sometido a tensiones cíclicas por debajo de su límite elástico, estas tensiones generadas producen rigidez del material, por lo que la fractura se crea por fragilidad. Se debe tener en cuenta que los alambres que endurecen rápido por trabajo en frío, tienden a sufrir más fácilmente de fatiga.¹⁰

2.4.3 Biocompatibilidad de los alambres de acero inoxidable:

En ortodoncia existen gran variedad de aleaciones para uso dental , entre las cuales interesa por su amplio uso, aquellas que poseen níquel y/o cromo. El níquel y el cromo son metales conocidos como elementos tóxicos y poseer potenciales alérgicos, provocando reacciones de hipersensibilidad.

Generalmente, el uso de estos metales en aleaciones dentales es bien tolerado por el paciente, pero existen casos de reacciones de hipersensibilidad localizada o generalizada.

Es posible encontrar el origen de la reacción de hipersensibilidad en la liberación de iones, que son producto del proceso de corrosión de la aleación en la cavidad oral, por ello se debe utilizar aleaciones con un nivel bajo de corrosión, es decir, con una mínima liberación de iones metálicos.¹⁰

2.4.4 Propiedades del alambre ideal.

Gran resistencia a la fractura.

Gran elasticidad (poca rigidez).

Gran moldeabilidad o formabilidad.

Gran deflexión.

Permitir ser soldado.

Económico.

Resistencia a la corrosión.

Estético.

Ser biocompatible y no permitir la adhesión de la placa bacteriana.¹⁰

2.5 Efectos de la fricción sobre el anclaje

Cuando un objeto en movimiento entra en contacto con otro, la fricción de sus superficies de contacto genera una resistencia a la dirección del movimiento. La fuerza de fricción es proporcional a la fuerza con la que se presionan las superficies de contacto y depende de la naturaleza de dichas

superficies (rugosa o lisa, químicamente reactiva o pasiva, modificada por lubricantes, etc.). La fricción es independiente de la superficie aparente de contacto, esto se debe a que toda superficie, independientemente de su suavidad, presenta irregularidades que son importantes a escala molecular, y el contacto real sólo se produce a nivel de un limitado número de pequeños puntos en los salientes de las irregularidades superficiales, esos puntos denominados asperezas, soportan toda la carga entre ambas superficies. Incluso con cargas muy leves, la presión local a nivel de las asperezas puede provocar una sensible deformación plástica de esas pequeñas zonas. Debido a ello, la verdadera superficie de contacto depende en gran medida de la carga aplicada y es directamente proporcional a la misma.

Cuando se aplica una fuerza tangencial para hacer que un material se deslice sobre el otro, los puntos de unión empiezan a desgastarse. Por consiguiente, el coeficiente de fricción es proporcional a la resistencia al desgaste de las uniones e inversamente proporcional al límite de elasticidad de los materiales (ya que dicho límite determina el grado de deformación plástica de las asperezas).

A velocidades de deslizamiento reducidas, se puede producir un fenómeno de «adhesión deslizamiento» al acumularse fuerza suficiente para desgastar los puntos de unión y producirse un salto, volviendo a adherirse las superficies posteriormente hasta que se vuelva a acumular fuerza suficiente como para romperlos.

En la resistencia al deslizamiento pueden influir otros dos factores: el engranaje de las irregularidades superficiales, que obviamente es más importante cuando las asperezas son grandes o puntiagudas, y el grado en que las asperezas de un material duro se incrustan en la superficie de otro más blando.¹¹

Por tanto, la resistencia total a la fricción será la suma de tres componentes:

- 1) la fuerza necesaria para rebajar todos los puntos de unión
- 2) la resistencia provocada por el engranaje de las rugosidades
- 3) el componente de incrustación de la fuerza total de fricción.

En la práctica, si dos materiales son relativamente suaves y presentan una dureza parecida, la fricción dependerá sobre todo del componente de desgaste.

La fricción es un factor sorprendentemente importante en el control del anclaje ortodóntico, sobre todo en el cierre de espacios con aparatos fijos. La resistencia a la fricción del deslizamiento de los arcos de alambre sobre los brackets se puede reducir modificando algunos o todos los factores fundamentales antes mencionados, pero no se puede eliminar del todo.

En el laboratorio se puede medir la fricción real entre diferentes alambres y brackets y después comparar la magnitud de la resistencia friccional con los niveles de fuerzas necesarios para conseguir el movimiento dental.¹¹

2.6 Mecanismo arco-bracket

El sistema de fuerza utilizado en la mecánica ortodóntica está regido por el mecanismo de acción del arco insertado en la ranura del bracket. Los elementos que entran en juego son: forma y calibre del arco y dimensiones y orientación de la ranura del bracket. Cuanta menos fricción se produzca en la unión del arco con el bracket, menor será también la fuerza y, por consiguiente, el movimiento del diente se hará en condiciones más favorables y con menor detrimento de la salud de los tejidos afectados.

La unión arco-bracket es, por lo tanto, uno de los factores más importantes a valorar en la evaluación de la intensidad de la fuerza. La distancia inter-bracket también influye en el grado de fuerza aplicada. A menor distancia mayor fuerza.¹²

La anchura del bracket o, mejor dicho, su diámetro mesiodistal es otro factor en la determinación de la fuerza. En la técnica con arcos redondos ligeros que se utilizan en clínica, seguimos la pauta de hacer movimientos radiculares de inclinación, con unión en un solo punto del arco con el bracket, para evitar la fricción que se produce en los movimientos «en masa» o gresión; en los dientes que no requieren desplazamientos radiculares amplios se colocarán brackets de arco de canto estándar.

Kesling comparte un criterio parecido en la modificación que ha hecho del bracket de arco de canto, el bracket Tip-edge. Este dispositivo está diseñado de modo que se puedan utilizar arcos edgewise y redondos, al igual que resortes auxiliares, con mayor comodidad para el paciente porque se evita la unión rígida del arco dentro de la ranura del bracket. En los dientes que requieren mayor desplazamiento radicular se pueden colocar los brackets Tip-edge mientras que en los que se busca más estabilidad están indicados los brackets de arco de canto. Kesling opina, además, que las ventajas de poder intruir y retraer dientes con fuerzas ligeras serán muy provechosas.

Cuando se inserta un arco de alambre rectangular o cuadrangular en un bracket con ranura de la misma forma y tamaño la fricción es mayor por la mínima movilidad del arco dentro del bracket. Si se utiliza un arco redondo en un bracket de arco de canto, el alambre no queda fijado rígidamente, puede moverse dentro de la ranura cuando se activa la fuerza y la fricción se reduce a un mínimo.

Koenig y Burstone siguieron un análisis matemático de los sistemas de fuerzas, llegando a la conclusión de que si el alambre se ajusta en los brackets de modo que no pueda deslizarse, se presenta un aumento significativo en los valores absolutos de los momentos de cada bracket; y, asimismo, al inmovilizar los alambres en los brackets se producen grandes fuerzas horizontales que representan un factor negativo en la eficacia del movimiento dentario y contribuyen a la aparición de efectos colaterales indeseados.¹²

En la consideración de la fricción que ocasionan los arcos en las ranuras de los brackets pueden presentarse confusiones, lo importante es que los arcos inmovilizados en las ranuras de los brackets ejercen fuerzas horizontales grandes. Si el arco queda libre dentro de la ranura del bracket y hay deslizamiento, las fuerzas aplicadas son más pequeñas. En cuanto a la fricción arco-bracket se ha dicho que es mayor en los brackets cortos; que la fuerza de fricción es inversamente proporcional a la anchura del bracket, pero esto es aplicable a arcos cuadrangulares o rectangulares con unión rígida al bracket y no a arcos redondos que quedan libres en las ranuras de los brackets. Es decir, la fricción puede aumentar en brackets cortos en sentido mesiodistal siempre que se utilicen arcos de iguales dimensiones.

La aleación de que está hecho el alambre también incide en la fricción. Los arcos de acero inoxidable ocasionan fricciones menores que los de níquel-titanio o Beta titanio debido a las diferencias en la textura de las superficies de los alambres. Estudios microscópicos han demostrado que las superficies de los alambres de acero inoxidable y Elgiloy son lisas mientras que las de níquel-titanio y de titanio molibdeno son rugosas, lo cual influye sin duda en el aumento de la fricción en la mecánica del arco de canto.

De menor a mayor fricción se puede establecer la siguiente escala, siempre con arcos rectangulares:

Hi-T

acero inoxidable

elgiloy azul

nitinol (NIT)

beta titanio.

A los factores de forma y dimensión del alambre y de la ranura del bracket hay que añadir el material con que están contruidos los alambres cuando se evalúa la fuerza y la fricción desarrollada por los aparatos de ortodoncia.¹²

Las condiciones necesarias para lograr la mayor eficacia en los mecanismos de acción de los aparatos de ortodoncia disminuyendo, al mismo tiempo, los daños en los tejidos son:

El uso de brackets estrechos en los dientes que van a sufrir mayores desplazamientos

Una distancia inter-bracket suficiente para permitir mayor longitud de alambre activo

Arcos de pequeño calibre, pero con gran flexibilidad

Combinaciones bracket-arco que permitan el máximo espacio intra-bracket alrededor del arco.¹²

2.7 Fuerza de contacto.

La intensidad de la fuerza entre el alambre y el bracket influye notablemente en el grado de fricción. Si se arrastra un diente a lo largo de un arco de alambre, se inclinará hasta que las esquinas del bracket entren en contacto con el alambre y se genere un momento que impida una mayor inclinación. Si hay que evitar la inclinación inicial y conseguir un movimiento en masa verdadero, todo alambre que sea más pequeño que el bracket deberá cruzar dicho bracket en ángulo. Cuanto mayor sea el ángulo, mayores serán el momento inicial y la fuerza entre el alambre y el bracket.

La fricción aumenta rápidamente al aumentar el ángulo entre el bracket y el alambre. Debido a ello, las propiedades elásticas del alambre modifican la fricción, sobre todo al aumentar la angulación del bracket. Los alambres más flexibles se flexionan y reducen el ángulo entre alambre y bracket.

Cuando los dientes se deslizan a lo largo de un arco de alambre es más fácil generar los momentos necesarios para controlar la posición radicular con un bracket ancho, ya que cuanto más ancho sea el bracket, menor será la fuerza requerida en sus bordes para generar el momento necesario.¹¹ Con una fuerza menor, también debería disminuir proporcionalmente la fuerza de fricción. No obstante, la fuerza que determina fundamentalmente la fricción

es la fuerza que tira del alambre dentro del bracket, que sería producida por la ligadura que mantiene el alambre en su sitio, lo que tal vez explique por qué los resultados experimentales indican que la anchura del bracket tiene un efecto sorprendentemente limitado sobre la fricción.

La información más importante que se obtiene del estudio de la fricción tal vez sea la apreciación de su magnitud, incluso en las mejores circunstancias. Si se quiere deslizar un canino a lo largo de un arco de alambre como parte del cierre de un espacio de extracción, y se requiere una fuerza neta de 100g para mover el diente, necesitaremos aproximadamente otros 100g para superar la fricción. Por tanto, la fuerza total necesaria para deslizar el diente será dos veces mayor de lo que cabría esperar.

En lo que se refiere al efecto sobre el anclaje ortodóntico, el problema creado por la fricción no radica tanto en su presencia, como en la dificultad para determinar su magnitud. Para poder deslizar uno o varios dientes a lo largo de un arco de alambre, se debe aplicar bastante fuerza como para superar la fricción y conseguir la respuesta biológica. No es fácil evitar la tentación de calcular la fricción con mucha generosidad, y añadir fuerza suficiente para estar seguro de que los dientes se desplazarán. Cualquier fuerza que supere las necesidades reales para vencer la fricción tendrá el efecto de llevar los dientes de anclaje a la meseta de la curva del movimiento dental, de manera que se producirá un desplazamiento innecesariamente excesivo de los dientes de anclaje o habrá que tomar medidas adicionales para mantener el anclaje.¹¹

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Ortodoncista de hoy en día se encuentra en un dilema en cuanto a que tan conveniente es el sustituir o no los brackets de acero inoxidable por una alternativa estética y de bajo costo ante la exigencia estética y limitación económica del paciente. Volviéndose la alternativa el uso de brackets de policarbonato; al no contener ninguna información dirigida al ortodoncista en su empaque, nos impulsan a realizar este estudio y analizar un punto determinante en el movimiento dental como es la fricción generada sobre el slot, y su grado de deformación, rotura o desgaste que pudieran frenar el movimiento en alguna etapa del tratamiento ortodóntico.

4. JUSTIFICACIÓN

Es necesario realizar una investigación para ofrecer al odontólogo u ortodoncista la información necesaria con respecto a este grupo de brackets estéticos, ya que por su bajo costo y propiedades estéticas se están volviendo la alternativa al tratamiento con brackets de acero inoxidable.

El propósito de este estudio es comparar la fricción generada sobre el slot en (3 marcas comerciales de brackets de policarbonato, (GAC, Leone, Silkon) la fricción será probada con alambres de acero inoxidable redondo 0.018", cuadrado 0.022" x 0.022", rectangular 0.017" x 0.025" pulgadas, usando una maquina Instron, todos los brackets tendrán 0.022" pulgadas en el slot, cada bracket en conjunto con el alambre de acero inoxidable serán probados con materiales nuevos, los datos obtenidos serán analizados estadísticamente.

5. OBJETIVOS.

5.1 Objetivo general:

Conocer la resistencia que presentan a la fricción los brackets estéticos de policarbonato de tres marcas distintas (GAC Borgatta, Silkon y Leone).

5.2 Objetivos específicos:

5.2.1 Determinar la capacidad y resistencia que presentan a la fricción en el slot tres marcas de brackets (GAC Borgatta, Silkon y Leone), sometidas a este estudio.

5.2.2 Diseñar un cuadro comparativo de estos tres productos de acuerdo a los resultados obtenidos en fricción en el slot.

6. METODOLOGÍA

6.1 Tipo de estudio

Descriptivo

6.2 Población de estudio y muestra

- 10 Brackets 3M Unitek slot 0.022”
- 10 Brackets GAC Image Borgatta slot 0.022”
- 10 Brackets Silkon slot 0.022”
- 10 Brackets Leone slot 0.022

6.3 Criterios de inclusión

- 10 Brackets 3M Unitek elaborados en acero inoxidable slot 0.022”
- 10 Brackets GAC Image Borgatta elaborados en policarbonato slot 0.022”
- 10 Brackets Silkon elaborados en policarbonato slot 0.022”
- 10 Brackets Leone elaborados en policarbonato slot 0.022”
- Todos los brackets deben de ser nuevos

6.4 Criterios de exclusión

- Brackets de policarbonato con slot metálico
- Brackets en policarbonato con alguna otra medida diferente de slot a 0.022”
- Brackets con algún uso anterior ajeno a este estudio

6.5 Variables de estudio

a) Variable dependiente

- Fricción generada en el slot que presentan los brackets de policarbonato

b) Variable independiente

- Fricción generada en el slot que presentan los brackets de policarbonato con alambre redondo 0.018"
- Fricción generada en el slot que presentan los brackets de policarbonato con alambre cuadrado 0.022" x 0.022"
- Fricción generada en el slot que presentan los brackets de policarbonato con alambre rectangular 0.017" x 0.025"

7. RECURSOS

7.1 Humanos

Tutor de tesina

Asesor de tesina

Pasante en Odontología

7.2 Materiales

Brackets 3M Unitek Acero inoxidable 0.022" (Grupo control)

Brackets Silkon policarbonato 0.022" (Grupo 1)

Brackets GAC Borgatta Image policarbonato 0.022" (Grupo 2)

Brackets Leone policarbonato 0.022" (Grupo 3)

Resina Acrílica en tres colores diferentes (Blanco, azul y rosa)

Alambre de acero inoxidable redondo 0.018"

Alambre de acero inoxidable cuadrado 0.022" x 0.022"

Alambre de acero inoxidable rectangular 0.017" x 0.025"

Módulos elásticos

Maquina Instron

Microscopio Leitz wetzlar

Anillos metálicos para la preparación de especímenes

Separador (Petrolato)

Loseta de vidrio

Frasco de vidrio

Espátula

Vernier

7.3 Financieros

Todos los gastos corrieron a cargo del pasante en Odontología

8. MATERIAL Y MÉTODO

- Brackets 3M Unitek Acero inoxidable 0.022" (Grupo control)
- Brackets Silkon policarbonato 0.022" (Grupo 1)
- Brackets GAC Borgatta Image policarbonato 0.022" (Grupo 2)
- Brackets Leone policarbonato 0.022" (Grupo 3)
- Resina Acrílica en tres colores diferentes (Blanco, azul y rosa)
- Alambre de acero inoxidable redondo 0.018"
- Alambre de acero inoxidable cuadrado 0.022" x 0.022"
- Alambre de acero inoxidable rectangular 0.017" x 0.025"
- Módulos elásticos
- Maquina Instron
- Microscopio de medición (Leitz wetzlar)
- Anillos metálicos para la preparación de especímenes
- Separador (Petrolato)
- Loseta de vidrio
- Frasco de vidrio
- Espátula
- Vernier

Preparación de los especímenes

En un anillo metálico previamente lubricado con petrolato se coloca y rellena con resina acrílica sobre una loseta de vidrio para colocar un bracket en el centro por cada espécimen, después de que la reacción exotérmica a finalizado se separa del anillo se retiran los excedentes, revisando que corra el alambre libre sobre el slot.

Imagen 1. Anillo metálico usado para la elaboración de especímenes



Fuente directa

Imagen 2. Especimen listo para ser probado



Fuente directa

Se probaron 40 muestras ,10 brackets 3M Unitek como grupo de control para obtener un valor promedio y poder comparar a los demás 30 brackets, 10 brackets de la marca Silkon, 10 Brackets de la marca GAC Borgatta y 10 brackets de la marca Leone, todos los brackets son de 0.022” en el slot, todos los materiales son nuevos para ser probados en una maquina instron con alambres de acero inoxidable redondo de 0.018”, cuadrado de 0.022” x 0.022”, rectangular de 0.017” x 0.025” de la casa manufacturera borgatta en un recorrido de 5 mm sobre el slot, dando un total de 120 pruebas.

Las pruebas fueron observadas al microscopio de medición (Leitz wetzlar) para observar el grado de deformación, desgaste y fractura.

Imagen 3. Grupo control 3M Unitek



Fuente directa

Imagen 4. Grupo 1 GAC Borgatta



Fuente directa

Imagen 5. Grupo 2 Silkon



Fuente directa

Imagen 6. Grupo 3 Leone



Fuente directa

Imagen 7. Grupo control montado para ser probado en la maquina Instron



Fuente directa

Imagen 8. Grupo 1 montado para ser probado en la maquina Instron



Fuente directa

Imagen 9. Grupo 2 montado para ser probado en la maquina Instron



Fuente directa

Imagen 10. Grupo 3 montado para ser probado en la maquina Instron



Fuente directa

9. RESULTADOS

Brackets 3M Unitek (grupo control), fricción registrada sobre el slot con alambre redondo de 0.018” en un recorrido de 5mm.

Tipo de interfaz: 5500

Veloc. Cruceta: 2.0000 mm/min

Frecuencia del muestreo (pto/s) 10.0000

Temperatura: 73 F

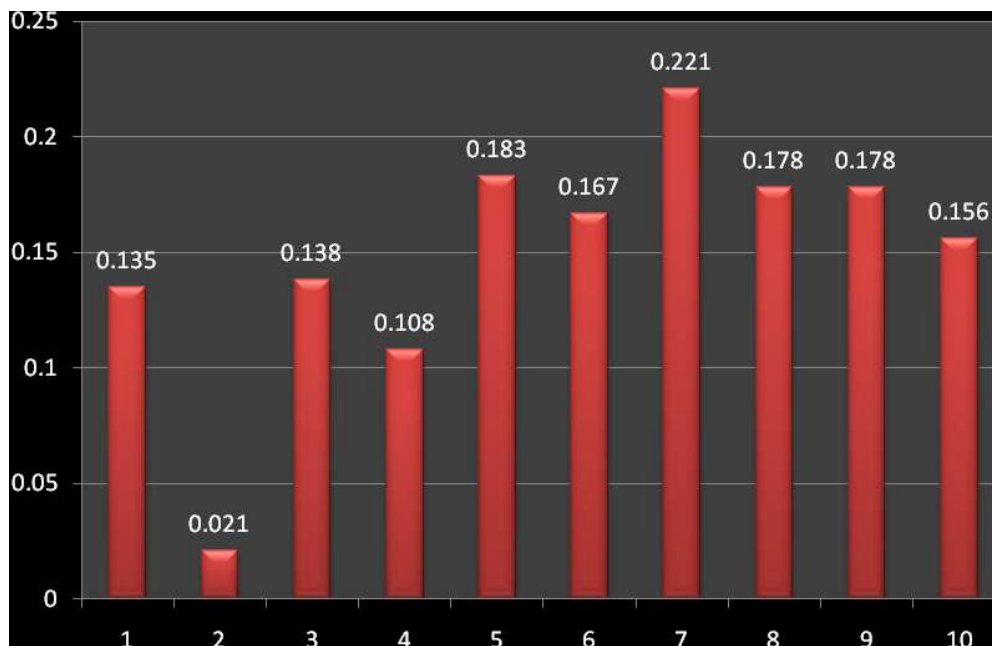
Humedad % 50

Dist. Ent mod: 101.60000 mm

	Carga en la carga máx. (kgf)
1	0.135
2	0.021
3	0.138
4	0.108
5	0.183
6	0.167
7	0.221
8	0.178
9	0.178
10	0.156
Media	0.148
D.E.	0.055

Fuente directa

Brackets 3M Unitek (grupo control), fricción registrada sobre el slot con alambre redondo de 0.018” en un recorrido de 5mm.



Fuente directa

Gráfica 1: Comportamiento friccional de brackets 3M Unitek con alambre redondo de acero inoxidable 0.018”, se obtuvo el valor promedio de 0.148 Kgf y una desviación estándar 0.0545 Kgf, los resultados fueron obtenidos por análisis ANOVA de una vía.

Brackets GAC Image Borgatta (grupo 1), fricción registrada sobre el slot con alambre redondo de 0.018” en un recorrido de 5mm.

Tipo de interfaz: 5500

Veloc. Cruceta: 2.0000 mm/min

Frecuencia del muestreo (pto/s) 10.0000

Temperatura: 73 F

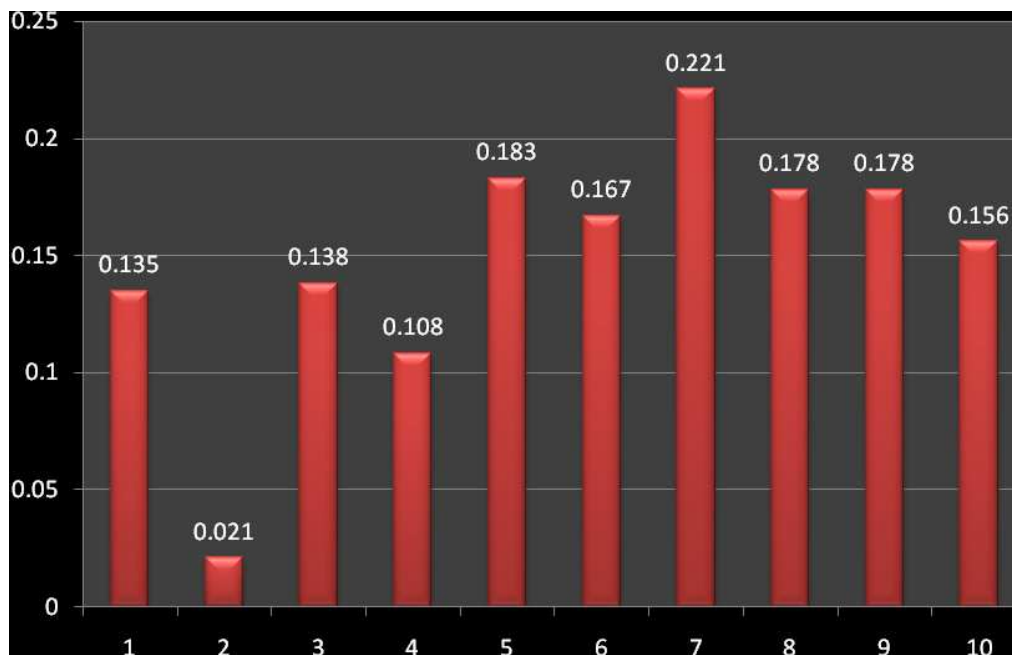
Humedad % 50

Dist. Ent mod: 101.60000 mm

	Carga en la carga máx. (kgf)
1	0.094
2	0.355
3	0.357
4	0.273
5	0.110
6	0.311
7	0.264
8	0.306
9	0.266
10	0.352
Media	0.269
D.E.	0.095

Fuente directa

Brackets GAC Image Borgatta (grupo 1), fricción registrada sobre el slot con alambre redondo de 0.018” en un recorrido de 5mm



Fuente directa

Gráfica 2: Comportamiento friccional de brackets GAC Image Borgatta con alambre redondo de acero inoxidable 0.018”, se obtuvo el valor promedio de 0.269 Kgf y una desviación estándar 0.0949 Kgf, los resultados fueron obtenidos por análisis ANOVA de una vía.

Brackets Silkon (grupo 2), fricción registrada sobre el slot con alambre redondo de 0.018” en un recorrido de 5mm.

Tipo de interfaz: 5500

Veloc. Cruceta: 2.0000 mm/min

Frecuencia del muestreo (pto/s) 10.0000

Temperatura: 73 F

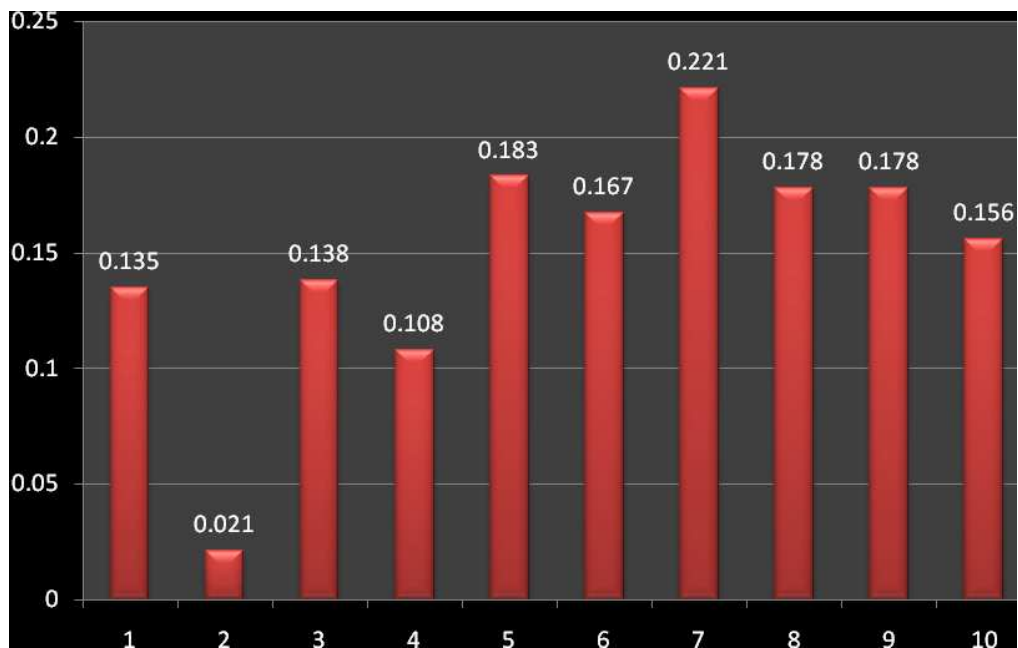
Humedad % 50

Dist. Ent mod: 101.60000 mm

	Carga en la carga máx. (kgf)
1	0.166
2	0.172
3	0.163
4	0.169
5	0.506
6	0.123
7	0.239
8	0.237
9	0.104
10	0.137
Media	0.202
D.E.	0.115

Fuente directa

Brackets Silkon (grupo 2), fricción registrada sobre el slot con alambre redondo de 0.018” en un recorrido de 5mm.



Fuente directa

Gráfica 3: Comportamiento friccional de brackets Silkon con alambre redondo de acero inoxidable 0.018”, se obtuvo el valor promedio de 0.202 Kgf y una desviación estándar 0.115 Kgf, los resultados fueron obtenidos por análisis ANOVA de una vía.

Brackets Leone (grupo 3), fricción registrada sobre el slot con alambre redondo de 0.018” en un recorrido de 5mm.

Tipo de interfaz: 5500

Veloc. Cruceta: 2.0000 mm/min

Frecuencia del muestreo (pto/s) 10.0000

Temperatura: 73 F

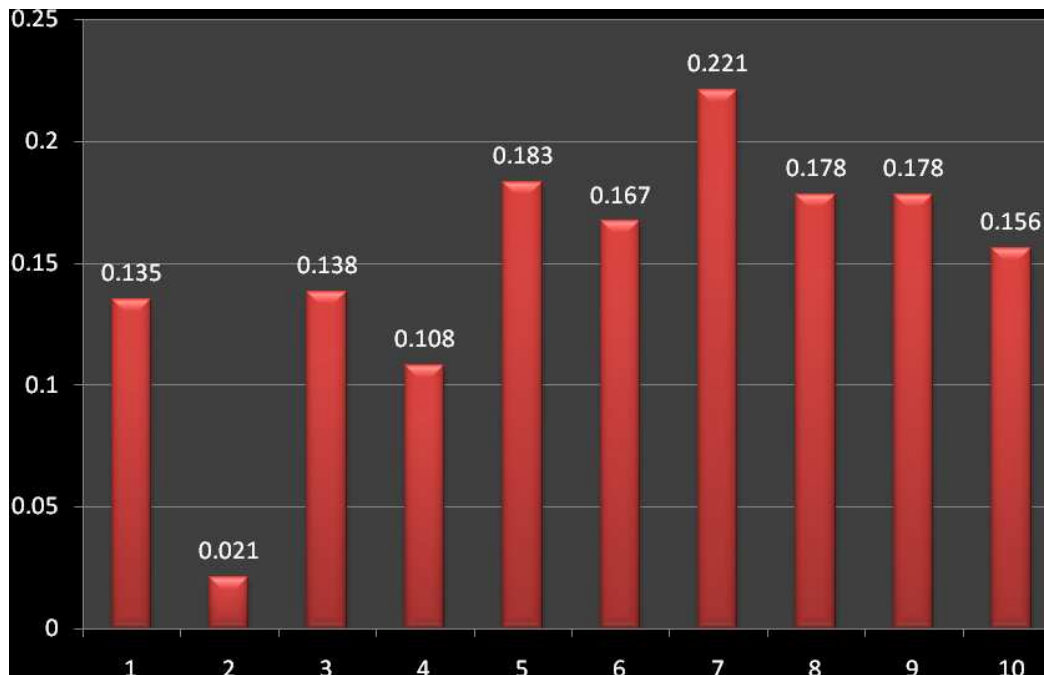
Humedad % 50

Dist. Ent mod: 101.60000 mm

	Carga en la carga máx. (kgf)
1	0.146
2	0.381
3	0.181
4	0.228
5	0.381
6	0.189
7	0.303
8	0.203
9	0.114
10	0.103
Media	0.223
D.E.	0.101

Fuente directa

Brackets Leone (grupo 3), fricción registrada sobre el slot con alambre redondo de 0.018” en un recorrido de 5mm.



Fuente directa

Gráfica 4: Comportamiento friccional de brackets Leone con alambre redondo de acero inoxidable 0.018”, se obtuvo el valor promedio de 0.223 Kgf y una desviación estándar 0.101 Kgf, los resultados fueron obtenidos por análisis ANOVA de una vía.

Brackets 3M Unitek (grupo control), fricción registrada sobre el slot con alambre rectangular 0.017” x 0.025” en un recorrido de 5mm.

Tipo de interfaz: 5500

Veloc. Cruceta: 2.0000 mm/min

Frecuencia del muestreo (pto/s) 10.0000

Temperatura: 73 F

Humedad % 50

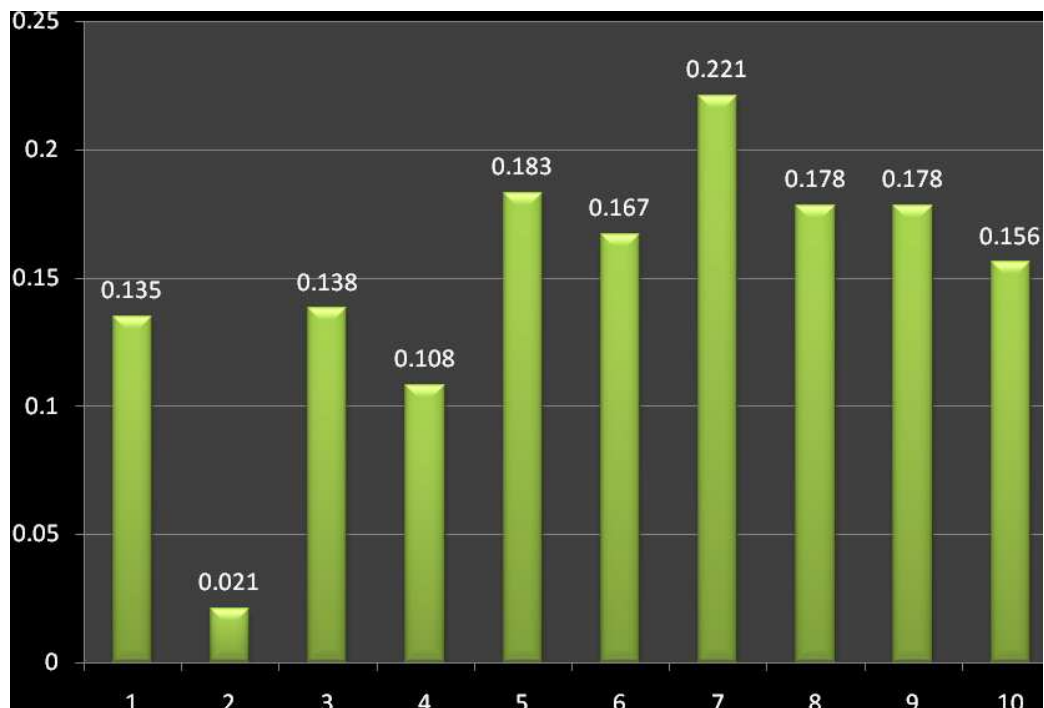
Dist. Ent mod: 101.60000 mm

D.I. probeta 50.8000 mm

	Carga en la carga máx. (kgf)
1	0.247
2	0.488
3	0.250
4	0.128
5	0.164
6	0.129
7	0.135
8	0.105
9	0.173
10	0.228
Media	0.205
D.E.	0.112

Fuente directa

Brackets 3M Unitek (grupo control), fricción registrada sobre el slot con alambre rectangular 0.017" x 0.025" en un recorrido de 5mm.



Fuente directa

Gráfica 5: Comportamiento friccional de brackets 3M Unitek con alambre rectangular de acero inoxidable 0.017" x 0.025", se obtuvo el valor promedio de 0.205 Kgf y una desviación estándar 0.112 Kgf, los resultados fueron obtenidos por análisis ANOVA de una vía.

Brackets GAC Image Borgatta (grupo 1), fricción registrada sobre el slot con alambre rectangular 0.017" x 0.025" en un recorrido de 5mm.

Tipo de interfaz: 5500

Veloc. Cruceta: 2.0000 mm/min

Frecuencia del muestreo (pto/s) 10.0000

Temperatura: 73 F

Humedad % 50

Dist. Ent mod: 101.60000 mm

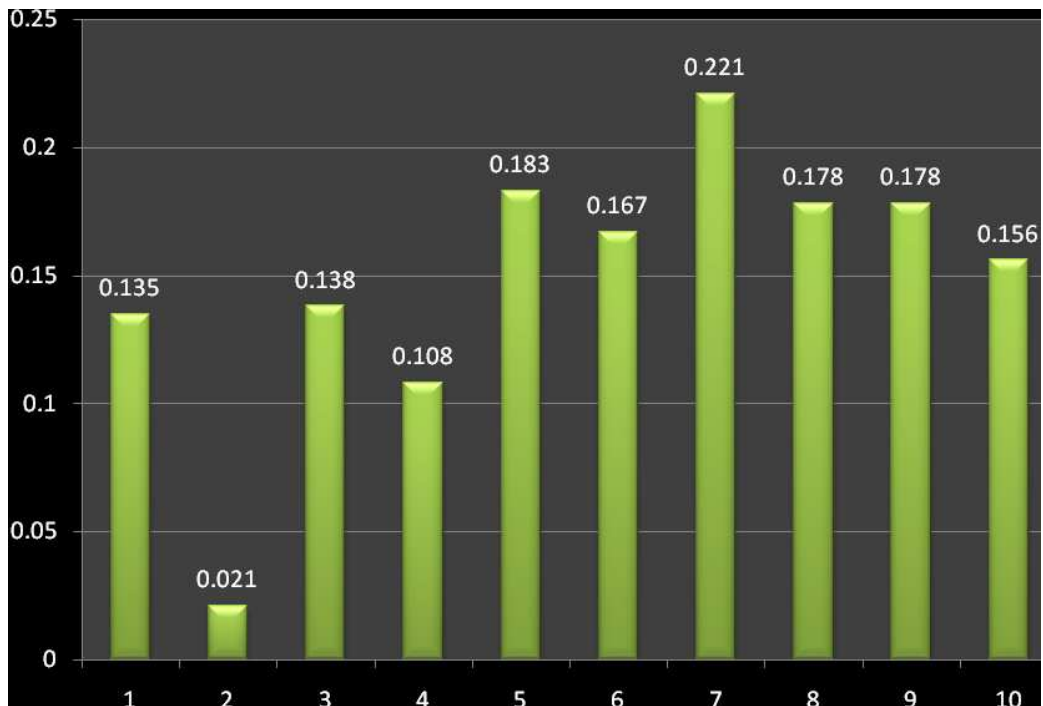
D.I. probeta 50.8000 mm

I

	Carga en la carga máx. (kgf)
1	0.381
2	0.166
3	0.385
4	0.329
5	0.345
6	0.233
7	0.114
8	0.427
9	0.406
10	0.327
Media	0.311
D.E.	0.106

Fuente directa

Brackets GAC Image Borgatta (grupo 1), fricción registrada sobre el slot con alambre rectangular 0.017" x 0.025" en un recorrido de 5mm.



Fuente directa

Gráfica 6: Comportamiento friccional de brackets GAC Image Borgatta con alambre rectangular de acero inoxidable 0.017" x 0.025", se obtuvo el valor promedio de 0.311 Kgf y una desviación estándar 0.106 Kgf, los resultados fueron obtenidos por análisis ANOVA de una vía.

Brackets Silkon (grupo 2), fricción registrada sobre el slot con alambre rectangular 0.017” x 0.025” en un recorrido de 5mm.

Tipo de interfaz: 5500

Veloc. Cruceta: 2.0000 mm/min

Frecuencia del muestreo (pto/s) 10.0000

Temperatura: 73 F

Humedad % 50

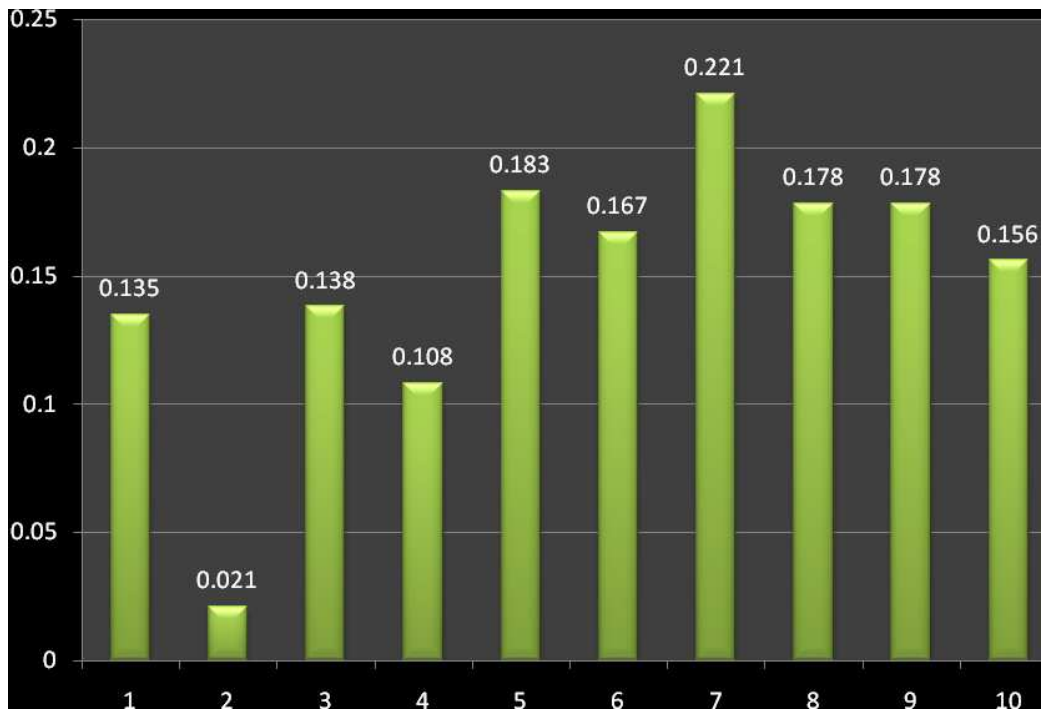
Dist. Ent mod: 101.60000 mm

D.I. probeta 50.8000 mm

	Carga en la carga máx. (kgf)
1	0.216
2	0.481
3	0.418
4	0.363
5	0.420
6	0.176
7	0.184
8	0.310
9	0.233
10	0.143
Media	0.294
D.E.	0.120

Fuente directa

Brackets Silkon (grupo 2), fricción registrada sobre el slot con alambre rectangular 0.017" x 0.025" en un recorrido de 5mm.



Fuente directa

Gráfica 7: Comportamiento friccional de brackets Silkon con alambre rectangular de acero inoxidable 0.017" x 0.025", se obtuvo el valor promedio de 0.294 Kgf y una desviación estándar 0.120 Kgf, los resultados fueron obtenidos por análisis ANOVA de una vía.

Brackets Leone (grupo 3), fricción registrada sobre el slot con alambre rectangular 0.017" x 0.025" en un recorrido de 5mm.

Tipo de interfaz: 5500

Veloc. Cruceta: 2.0000 mm/min

Frecuencia del muestreo (pto/s) 10.0000

Temperatura: 73 F

Humedad % 50

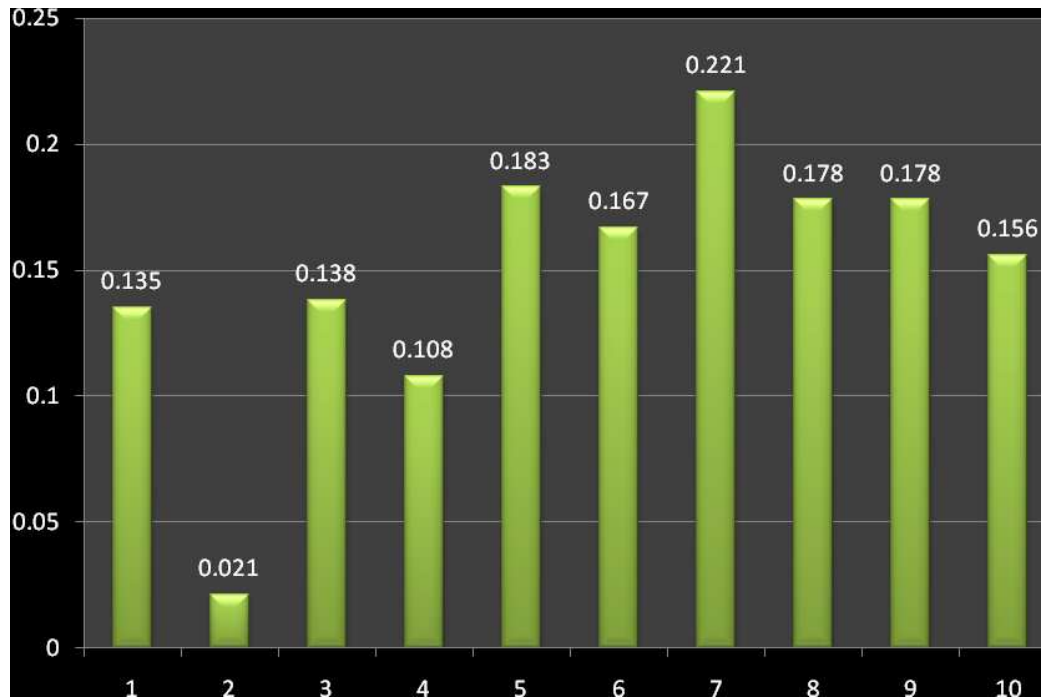
Dist. Ent mod: 101.60000 mm

D.I. probeta 50.8000 mm

	Carga en la carga máx. (kgf)
1	0.211
2	0.199
3	0.313
4	0.260
5	0.548
6	0.268
7	0.170
8	0.277
9	0.043
10	0.240
Media	0.253
D.E.	0.128

Fuente directa

Brackets Leone (grupo 3), fricción registrada sobre el slot con alambre rectangular 0.017" x 0.025" en un recorrido de 5mm.



Fuente directa

Gráfica 8: Comportamiento friccional de brackets Leone con alambre rectangular de acero inoxidable 0.017" x 0.025", se obtuvo el valor promedio de 0.253 Kgf y una desviación estándar 0.128 Kgf, los resultados fueron obtenidos por análisis ANOVA de una vía.

Brackets 3M Unitek (grupo control), fricción registrada sobre el slot con alambre cuadrado 0.022" x 0.022" en un recorrido de 5mm.

Tipo de interfaz: 5500

Veloc. Cruceta: 2.0000 mm/min

Frecuencia del muestreo (pto/s) 10.0000

Temperatura: 73 F

Humedad % 50

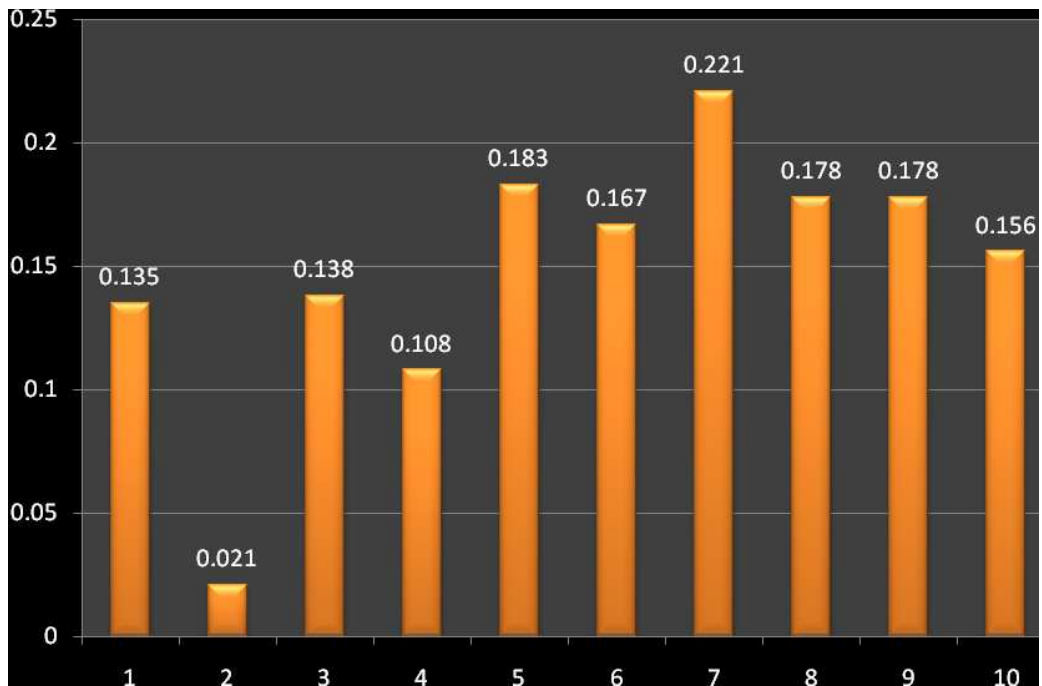
Dist. Ent mod: 101.60000 mm

D.I. probeta 50.8000 mm

	Carga en la carga máx. (kgf)
1	0.198
2	0.151
3	0.245
4	0.131
5	0.171
6	0.158
7	0.106
8	0.175
9	0.096
10	0.137
Media	0.157
D.E.	0.044

Fuente directa

Brackets 3M Unitek fricción (grupo control), registrada sobre el slot con alambre cuadrado 0.022" x 0.022" en un recorrido de 5mm.



Fuente directa

Gráfica 9: Comportamiento friccional de brackets 3M unitek con alambre cuadrado de acero inoxidable 0.022" x 0.022", se obtuvo el valor promedio de 0.157 Kgf y una desviación estándar 0.0439 Kgf, los resultados fueron obtenidos por análisis ANOVA de una vía.

Brackets GAC Image Borgatta (grupo 1), fricción registrada sobre el slot con alambre cuadrado 0.022" x 0.022" en un recorrido de 5mm.

|

Tipo de interfaz: 5500

Veloc. Cruceta: 2.0000 mm/min

Frecuencia del muestreo (pto/s) 10.0000

Temperatura: 73 F

Humedad % 50

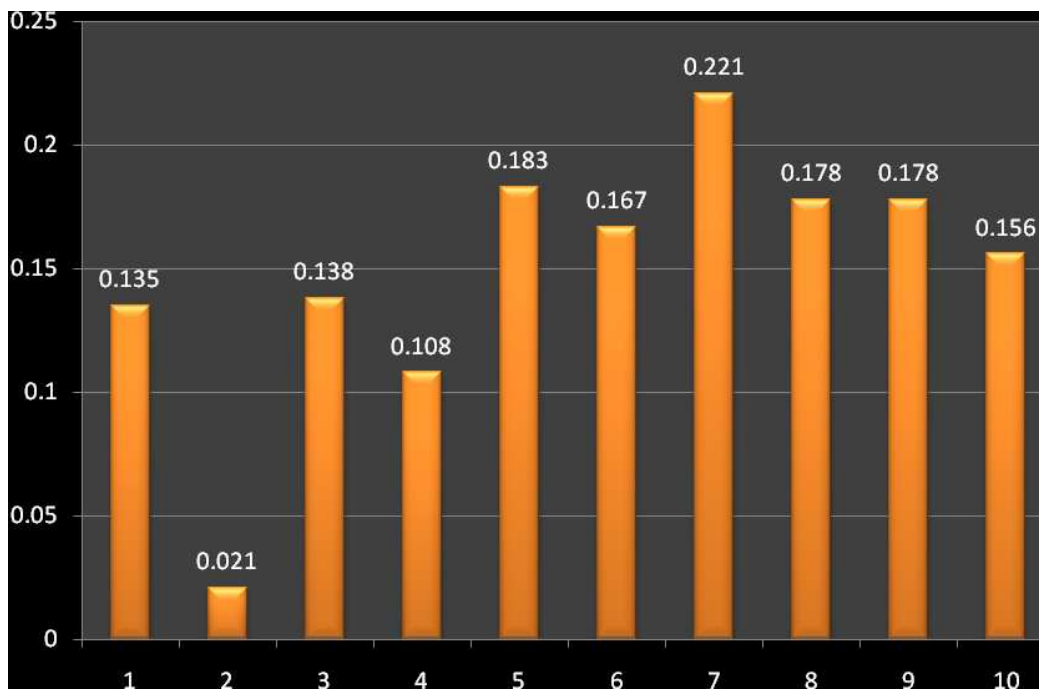
Dist. Ent mod: 101.60000 mm

D.I. probeta 50.8000 mm

	Carga en la carga máx. (kgf)
1	0.167
2	0.079
3	0.273
4	0.341
5	0.173
6	0.183
7	0.167
8	0.199
9	0.331
10	0.171
Media	0.208
D.E.	0.082

Fuente directa

Brackets GAC Image Borgatta (grupo 1), fricción registrada sobre el slot con alambre cuadrado 0.022" x 0.022" en un recorrido de 5mm.



Fuente directa

Gráfica 10: Comportamiento friccional de brackets GAC Image Borgatta con alambre cuadrado de acero inoxidable 0.022" x 0.022", se obtuvo el valor promedio de 0.208 Kgf y una desviación estándar 0.0819 Kgf, los resultados fueron obtenidos por análisis ANOVA de una vía.

Brackets Silkon (grupo 2), fricción registrada sobre el slot con alambre cuadrado 0.022" x 0.022" en un recorrido de 5mm.

Tipo de interfaz: 5500

Veloc. Cruceta: 2.0000 mm/min

Frecuencia del muestreo (pto/s) 10.0000

Temperatura: 73 F

Humedad % 50

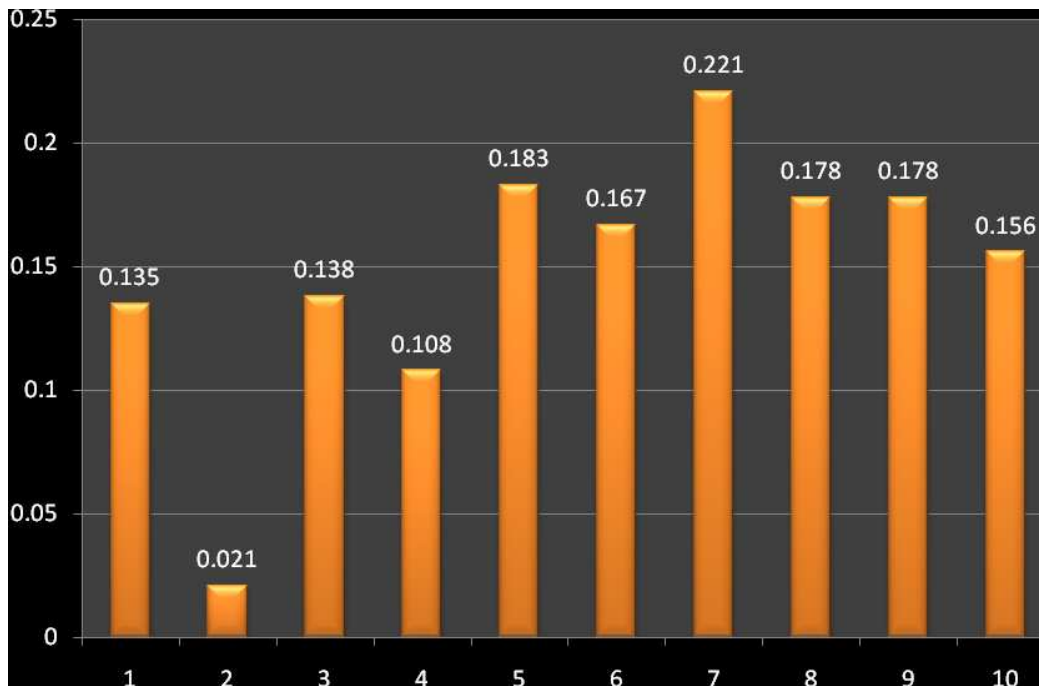
Dist. Ent mod: 101.60000 mm

D.I. probeta 50.8000 mm

	Carga en la carga máx. (kgf)
1	0.197
2	0.136
3	0.253
4	0.142
5	0.242
6	0.117
7	0.289
8	0.151
9	0.426
10	0.084
Media	0.204
D.E.	0.102

Fuente directa

Brackets Silkon (grupo 2), fricción registrada sobre el slot con alambre cuadrado 0.022" x 0.022" en un recorrido de 5mm.



Fuente directa

Gráfica 11: Comportamiento friccional de brackets Silkon con alambre cuadrado de acero inoxidable 0.022" x 0.022", se obtuvo el valor promedio de 0.204 Kgf y una desviación estándar 0.102 Kgf, los resultados fueron obtenidos por análisis ANOVA de una vía.

Brackets Leone (grupo 3), fricción registrada sobre el slot con alambre cuadrado 0.022" x 0.022" en un recorrido de 5mm.

Tipo de interfaz: 5500

Veloc. Cruceta: 2.0000 mm/min

Frecuencia del muestreo (pto/s) 10.0000

Temperatura: 73 F

Humedad % 50

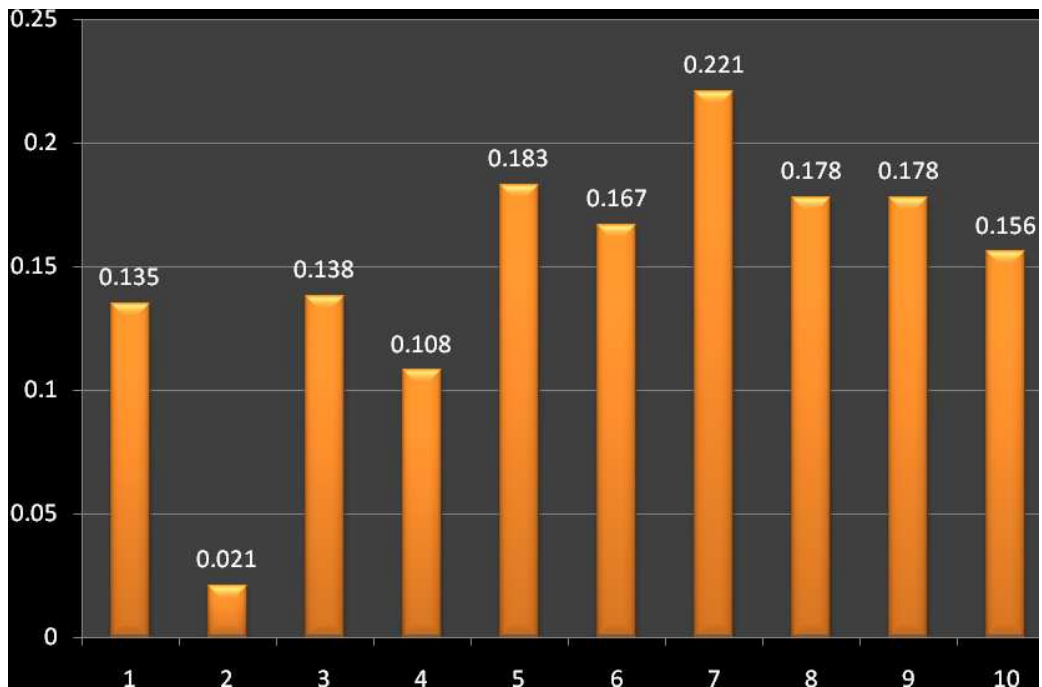
Dist. Ent mod: 101.60000 mm

D.I. probeta 50.8000 mm

	Carga en la carga máx. (kgf)
1	0.394
2	0.056
3	0.099
4	0.214
5	0.216
6	0.168
7	0.071
8	0.334
9	0.322
10	0.137
Media	0.201
D.E.	0.117

Fuente directa

Brackets Leone (grupo 3), fricción registrada sobre el slot con alambre cuadrado 0.022" x 0.022" en un recorrido de 5mm.

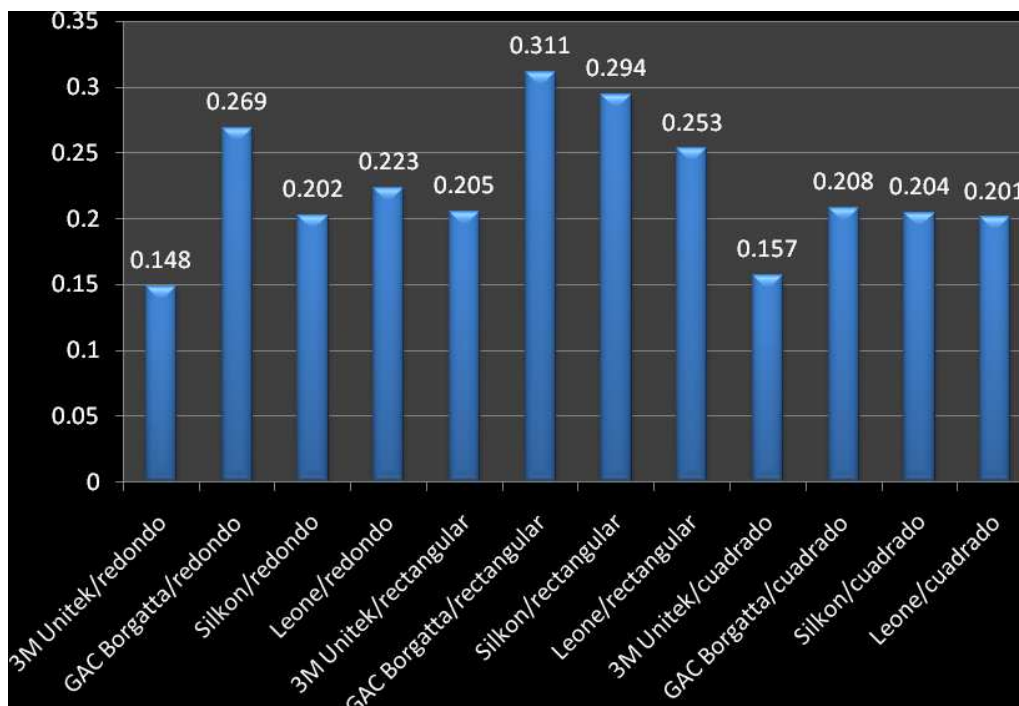


Fuente directa

Gráfica 12: Comportamiento friccional de brackets Leone con alambre cuadrado de acero inoxidable 0.022" x 0.022", se obtuvo el valor promedio de 0.201 Kgf y una desviación estándar 0.117 Kgf, los resultados fueron obtenidos por análisis ANOVA de una vía.

Los resultados fueron analizados con varianza ANOVA de una vía, y las 12 combinaciones de Bracket-alambre fueron comparadas con la prueba de Tukey.

En la grafica 13 se muestran los valores de la media obtenida entre las 12 diferentes configuraciones de alambre:

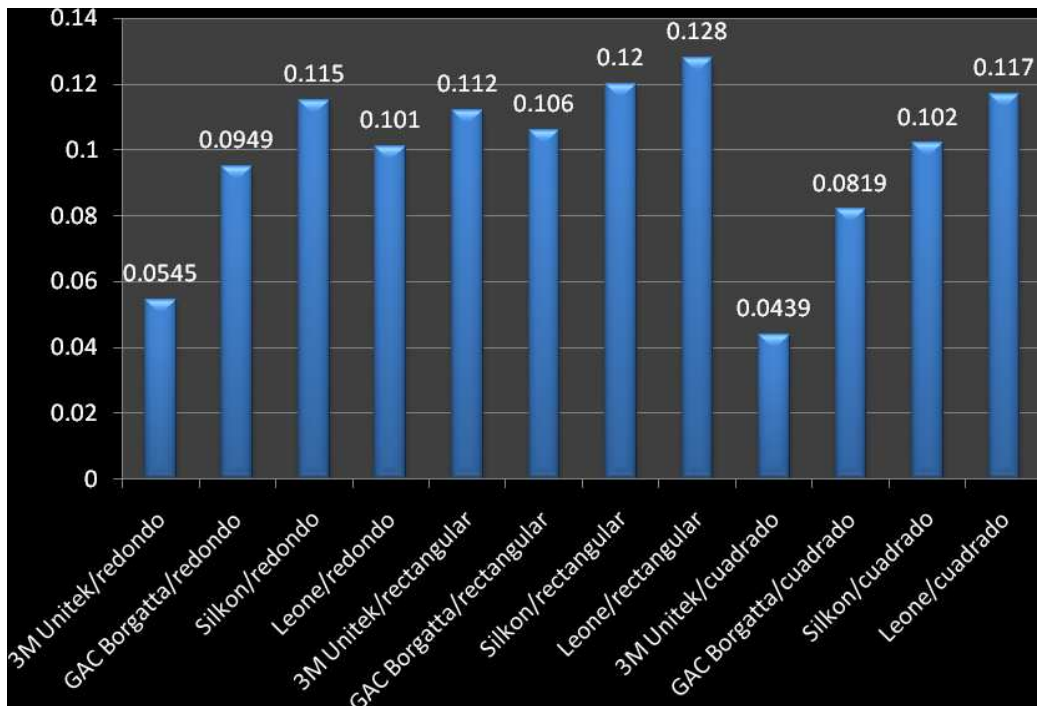


Fuente directa

Gráfica 13: Media obtenida a la prueba de fricción

En la gráfica se observa a la combinación de 3M Unitek y alambre redondo con la que menor fricción en el slot reportada con tan solo 0.148 Kgf, mientras que la mayor fricción en el slot fue reportada por la combinación GAC Borgatta y alambre cuadrado con 0.311Kgf

En la gráfica 14 se muestran los valores de la desviación estándar obtenida entre las 12 diferentes configuraciones de alambre.



Fuente directa

Gráfica 14 Desviación estándar

Podemos observar en la gráfica que debido a que el análisis de ANOVA de una vía se realizó dentro de un intervalo de confianza de 0.05, los valores reportados muestran que la configuración bracket-alambre más confiable fue 3M Unitek con alambre cuadrado, ya que su desviación estándar dentro del intervalo de confianza nos genera la menor fricción, esta fricción menor también fue obtenida debido a sus cualidades mecánicas (la forma cuadrada del slot las estructuras encontraron mejor intimidad entre ellas) seguido de 3M Unitek con alambre redondo, que a pesar de no ser tan compatibles sus cualidades mecánicas nos reportaron valores bajos de fricción, así como los menos recomendables fueron Leone con alambre rectangular que muestra

una desviación mayor a las demás configuraciones bracket-alambre, debido a la diferencia de naturaleza entre ambas estructuras bracket-alambre.

Cabe destacar que todos los alambres son de la misma casa manufacturera (Borgatta).

A la prueba de Tukey las únicas dos configuraciones que cumplieron con el intervalo de confianza fueron:

GAC Borgatta con alambre rectangular vs 3M Unitek con alambre redondo mostrando una diferencia de 5.087 Kgf

GAC Borgatta con alambre rectangular vs 3M Unitek con alambre cuadrado mostrando una diferencia de 4.828 Kgf

Se observaron los especímenes al microscopio y se pudo observar el desgaste en el slot de acuerdo a las siguientes tablas:

Tabla 1. Grado de desgaste, deformación y fractura con alambre redondo 0.018”.

Marca	Deformación	Desgaste	Fractura
GAC Borgatta	x	x	----
Silkon	x	x	----
Leone	x	x	----

Fuente directa

En los brackets tres grupos se observo desgaste y deformación en bajo grado, sin presencia de fracturas.

Tabla 2. Grado de desgaste, deformación y fractura con alambre cuadrado 0.022" x 0.022".

Marca	Deformación	Desgaste	Fractura
GAC Borgatta	xxxx	xxxx	----
Silkon	xx	xx	----
Leone	xxxxxxx	xxxxxxxxx	—

Fuente directa

En la prueba con alambre cuadrado se aumento la fricción y por ende el desgaste y grado de deformación, siendo Silkon los que mostraron un menor desgaste y grado de deformación sin presencia de fractura, GAC Borgatta mostro mayor desgaste y deformación, sin presencia de fractura, Leone mostro un gran grado de desgaste y deformación, pero sin presencia de fractura.

Tabla 3. Grado de desgaste, deformación y fractura con alambre rectangular 0.017" x 0.025"

Marca	Deformación	Desgaste	Fractura
GAC Borgatta	xxxxx	xxxxxxxxx	----
Silkon	xxx	xxx	----
Leone	xxxxxxxxx	xxxxxxxxx	xx

Fuente directa

La prueba con alambre rectangular nos permite observar a Silkon una vez más con los menores grados de deformación y desgaste, una vez mas GAC Borgatta al cambio de calibre de alambre mostro mayor deformación y desgaste sin presencia de fractura, y Leone fue el que mayor grado deformación y desgaste presento e incluso fractura en dos de sus especímenes.

10. DISCUSIÓN

De acuerdo con C.A. Riecheneder en su artículo frictional properties of aesthetic brackets, en este estudio también fue determinante la combinación bracket-alambre, ya que los valores más altos fueron aportados por la combinación con alambre rectangular, aunque no deja de ser visible el aumento de la fricción en las tres marcas de policarbonato (GAC Borgatta, Silkon y Leone), en nuestro estudio reafirmamos lo que nos menciona J.S. Russell en su publicación, de 2004 presentan poca resistencia a la fricción traducida en deformación y fractura de brackets: (GAC Borgatta y Leone), Silkon presenta una mayor resistencia que las otras dos marcas.

11. CONCLUSIONES

De acuerdo a los valores estadísticos obtenidos y a los resultados arrojados por la prueba de Tukey podemos ofrecer las siguientes conclusiones:

1.- La fricción es una fuerza que se opone al movimiento, pero esta se ve aumentada cuando las dos superficies son de distinta naturaleza como lo es el policarbonato y el acero inoxidable.

2.- La forma del alambre es una determinante en cuanto a fricción generada sobre el slot ya que aun siendo de la misma naturaleza se reportaron valores promedio más altos en 3M Unitek con alambre rectangular que a 3M Unitek con alambre redondo o 3M Unitek con alambre cuadrado.

3.- Las propiedades mecánicas de la configuración bracket-alambre son una determinante en lo que a fricción generada sobre el slot confiere, ya que al existir una mejor intimidad y una menor interface entre estos la fricción se verá disminuida.

4.- La fricción se verá aumentada cuando se combinen están dos determinantes (naturaleza de las estructuras a friccionar y propiedades mecánicas de la configuración bracket-alambre).

5.- Todos los brackets de policarbonato presentan deformación en mayor o menor grado en el slot, esto los hace inferiores a cualquier otro elaborado en acero inoxidable.

6.- Los brackets Leone presentan mayor deformación y fractura que cualquiera de las otras dos marcas probadas.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Reicheneder C.A. european journal of orthodontics, frictional properties of aesthetic brackets, 2007, Vol. 29, 359-365
2. Faltermeier A. European Journal of Orthodontics, In vitro colour stability of aesthetic brackets, 2007, Vol. 29, 354-358
3. Russell J.S. Journal of Orthodontics, Currents products and practice aesthetic orthodontic brackets, 2005, Vol. 32, 146-163.
4. Watanabe M. J Med Dent Sci, Degradation and formation of bisphenol A, in polycarbonate used in dentistry, 2004, Vo1.51: 1-5.
5. <http://www.quiminet.com.mx/art/ar%25E2%2521%2592%25DE%2599%25D9%2521%259D.php>
6. Hewitt g. P, Física conceptual, novena edición, ed. Pearson, 1997,p.p. 55
57
7. Lambe T.W. Whitman R.V. Mecánica de Suelos. Instituto Tecnológico de Massachusetts. Noriega Editores. México. 1997. ISBN 9691818946
8. E. Rodriguez, Ortodoncia contemporánea. Diagnostico y tratamiento, AMOLCA, 2005 p.p. 43
9. Viazis A., Atlas de Ortodoncia principios y aplicaciones clínicas, Panamericana, primera Edición. 1995

10. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Odontología, Materiales utilizados en ortodoncia (alambres de acero inoxidable), 2007

11. Proffit WR, Contemporary orthodontics, segunda edición, España, Mosby/doyma libros.

12. Mayoral G, Ficción y realidad en Ortodoncia, primera edición, Colombia, Actualidades medico odontológicas latinoamericana, C.A.